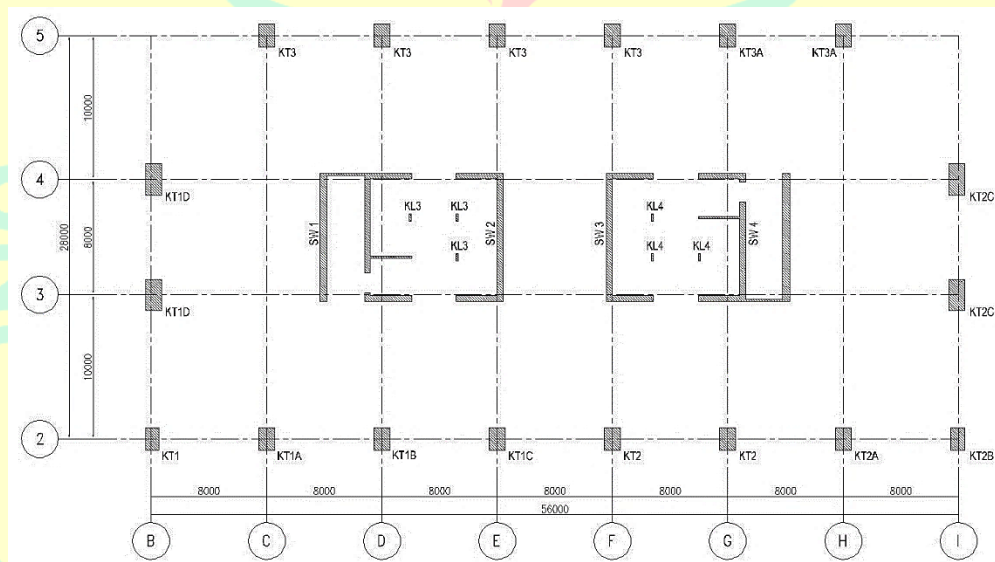


## BAB IV

### HASIL PEMBAHASAN

#### 4.1 Gambaran Umum Objek Pengamatan

Objek penelitian untuk pengamatan metode pekerjaan kolom kali ini dilakukan pada Proyek Menara BRI Gatot Subroto Tahap 2, dimana lokasi kolom yang diamati berada pada lantai 5. Pada lantai pengamatan tersebut, terdapat 18 unit kolom yang terbagi menjadi 11 (sebelas) tipe kolom. Berikut ini adalah gambar dan tipe kolom pengamatan pada lantai 5 (**lihat Gambar 4.1**).



(Sumber: *Shop Drawing* Proyek Menara BRI Gatot Subroto)

**Gambar 4.1 Denah Kolom Lantai 5**

#### 4.2 Hasil Pengamatan Metode Kerja

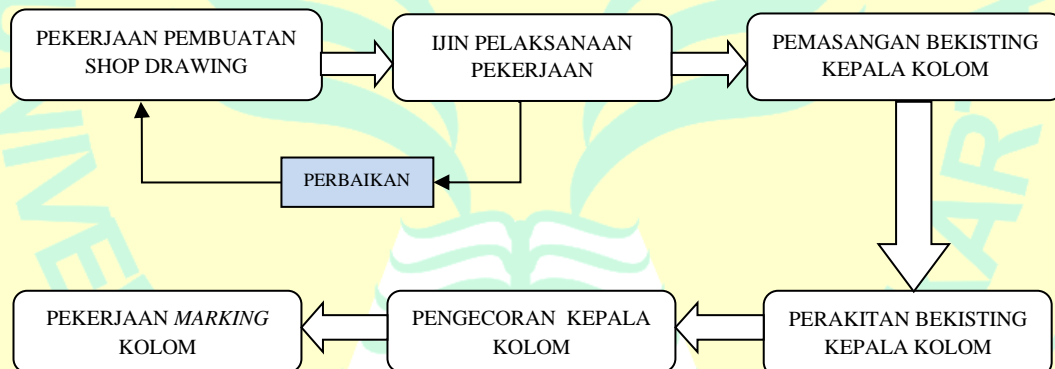
Metode kerja menjelaskan secara garis besar mengenai pekerjaan pembuatan struktur kolom yang dilaksanakan di Proyek Menara BRI Gatot Subroto Tahap 2. Materi yang dibahas dalam metode kerja dimulai dari pekerjaan persiapan sampai menjadi sebuah kolom struktur bangunan secara utuh. Metode kerja pekerjaan pembuatan struktur kolom dijelaskan sebagai berikut:

## 4.2.1 Metode Pekerjaan Kolom

Metode kerja yang digunakan pada proyek Menara BRI Gatot Subroto yang diamati ini meliputi beberapa jenis pekerjaan yang akan diuraikan sebagai berikut.

### 4.2.1.1 Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan ini bertujuan untuk mempersiapkan segala hal yang berkaitan dengan struktur yang akan dibangun, sebagai salah satu langkah awal dalam setiap pekerjaan konstruksi, agar pada saat proses pelaksanaan berlangsung dapat berjalan dengan lancar, efisien, dan minim terjadinya hambatan. Persiapan pekerjaan struktur kolom dapat diuraikan menjadi beberapa langkah seperti dibawah ini:



(Sumber: Dokumentasi Kelompok di Proyek Menara BRI Gatot Subroto)

**Gambar 4.2 Diagram Alir Metode Pekerjaan Persiapan Kolom**

#### a. Pembuatan *Shop Drawing*

Pembuatan *shop drawing* dilakukan paling awal sebelum pekerjaan struktur kolom dilaksanakan dan menjadi parameter penting dalam pelaksanaan suatu pekerjaan proyek.

#### 1. Pihak yang Terkait:

- a) 1 orang *Site Engineer Manager*

- b) 2 orang *Drafter* Struktur
- c) 1 orang Konsultan Pengawas

## 2. Langkah Pekerjaan:

- a) Pihak Kontraktor PT. PP (Persero) menerima gambar kontrak dan Rencana Kerja dan Syarat- Syarat (RKS) yang menjadi dasar pembuatan gambar.
- b) Gambar kontrak diolah *drafter* Struktur dengan menyesuaikan kondisi lapangan, RKS dan *site instruction* terbaru dari *owner*, untuk kemudian dilengkapi agar jelas dan mudah dipahami dan telah disetujui oleh *Site Engineer Manager*.
- c) Kontraktor PT. PP Persero Tbk. mengajukan gambar yang sudah dibuat kepada Manajemen Konstruksi (MK) atau Konsultan Pengawas.
- d) Konsultan Pengawas PT Ciriajasa Mandiri memutuskan untuk menyetujui atau menolak gambar. Bila telah disetujui maka gambar dikembalikan kepada kontraktor.
- e) Jika masih ada kekurangan, maka kontraktor harus merevisi kembali gambar agar sesuai dan menyerahkan kembali ke konsultan pengawas untuk mendapat persetujuan kembali.
- f) Gambar yang disetujui didistribusikan oleh kontraktor kepada personil lapangan dan pihak lainnya untuk digunakan di lapangan.

## 3. Form Ceklis

MK akan menyetujui dan stempel gambar kerja atau *shop drawing* bila memenuhi persyaratan.

## **b. Izin Pelaksanaan Pekerjaan (IPL)**

Izin Pelaksanaan Pekerjaan merupakan izin tertulis yang diajukan sebelum memulai pekerjaan yang akan dibuat untuk diajukan ke pihak Konsultan Pengawas untuk diperiksa dan disetujui.

### 1. Pihak yang Terkait:

- a) 1 orang *Quality Control*
- b) 1 orang *Supervisor*
- c) 1 orang Admin
- d) 1 orang Konsultan Pengawas

### 2. Langkah Pekerjaan:

- a) Sebelum melaksanakan suatu pekerjaan, *Supervisor* terlebih dahulu membuat form IPL yang berisi jadwal rencana kerja untuk kemudian diserahkan ke bagian administrasi untuk dibuat nomor dokumen.
- b) Form IPL yang telah diberi nomor dokumen diserahkan ke konsultan pengawas untuk disetujui atau disetujui dengan catatan dan diketahui oleh *owner*.
- c) Setelah disetujui form IPL di kembalikan ke administrasi untuk diarsipkan dan pekerjaan sudah bisa segera dilaksanakan.

## **c. Perakitan dan Pemasangan Bekisting Kepala Kolom**

Pengamatan yang dilakukan di lantai 5 *tower* maka dilakukan peninjauan pada kolom dibawahnya yaitu pekerjaan kepala kolom. Pekerjaan bekisting kepala kolom dilakukan secara bersamaan dengan pembuatan bekisting balok dan pelat lantai. Untuk pemasangan bekisting kepala kolom dilakukan di area dimana kepala kolom akan dibuat.

## 1. Alat dan Bahan

Alat:

- a) Meteran
- b) Palu

Bahan:

- a) *Plywood*
- b) *Hollow*
- c) Paku

## 2. Pihak yang Terkait:

- a) 1 orang operator *Tower Crane*
- b) 1 *Supervisor*
- c) 1 orang Konsultan Pengawas
- d) 1 orang Wakil Mandor Bekisting
- e) 1 orang Tukang Bekisting
- f) 1 orang *Quality Control*

## 3. Langkah Pekerjaan:

- a) Proses pemasangan bekisting kepala kolom dilaksanakan langsung di area kolom yang akan dibangun.
- b) Siapkan *hollow* bekisting kepala kolom yang telah dirakit sesuai dengan ukuran kepala kolom.
- c) Pengangkutan *plywood* dari area *stockyard* menuju area kerja menggunakan alat berat *tower crane*.
- d) Potong *plywood* sesuai dengan pola bekisting kepala kolom menggunakan meteran.

- e) Pasang pola *plywood* yang sudah dipotong diatas *hollow*.
- f) Pakulah pola *plywood* menggunakan palu sesuai pola bekisting kepala kolom (**lihat Gambar 4.3**).



(Sumber: Dokumentasi Kelompok di Proyek Menara BRI Gatot Subroto)

**Gambar 4.3 Perakitan Bekisting Kepala Kolom**

- g) Pasang *waller beam* pada keempat sisi kolom untuk penopang bekisting kolom.
  - h) Pastikan bekisting terpasang lurus dan rapat agar tidak bocor saat dilakukan pengecoran.
  - i) Kencangkan *waller beam* dengan *tie rod* dan *wing nut*.
  - j) Untuk menghindari keropos pada bagian bawah kolom pasang busa agar air semen tidak keluar.
4. Pengecekan Bekisting Kepala Kolom

Pengecekan kepala kolom dilakukan oleh *Quality Control* yang disaksikan langsung oleh MK dan Kontraktor. Bila belum memenuhi persyaratan harus diperbaiki kembali dan bila sudah memenuhi persyaratan, MK akan memberikan persetujuan berupa IPL Pengecoran.

#### **d. Pengecoran Kepala Kolom**

Pekerjaan pengecoran kepala kolom dilakukan secara terpisah dari kolom yang berada di atasnya karena pekerjaan kepala kolom ini dilakukan sebelum pekerjaan pengecoran balok dan plat lantai. Namun mutu beton yang dipakai sama dengan mutu beton kolom yang ada dibawahnya.

##### 1. Alat dan Bahan

###### Alat

- a) *Tower crane*
- b) *Concrete bucket*
- c) *Air Compressor*
- d) *Vibrator*

###### Bahan

*Ready Mix fc'40 Mpa*

##### 2. Pihak yang Terkait :

- a) 1 orang *Quality Control*
- b) 1 Orang *Supervisor*
- c) 1 Orang Logistik
- d) 1 orang Konsultan Pengawas
- e) 1 orang Mandor
- f) 1 orang Operator *Tower Crane*
- g) 2 Orang Tukang Cor

##### 3. Langkah Pekerjaan:

- a) Bersihkan bagian bekisting dan lokasi pengecoran menggunakan *air compressor* agar terhindar dari sisa-sisa kotoran yang dapat mengurangi mutu beton.
- b) Beton ready mix  $f_c'40$  Mpa dipesan dari PT Adhimix Precast dengan volume yang sudah diperhitungkan oleh pihak supervisor dan dipesan oleh pihak logistik.
- c) *Loading* beton oleh *truck mixer* dari PT Adhimix Precast setelah tiba dilokasi proyek, kemudian diambil *sample* beton sebagai bahan uji *slump*.
- d) Sample beton diambil menggunakan gerobak untuk kemudian dilakukan uji *slump* dengan nilai *slump*  $12\pm 2$ .
- e) Pengecoran dilakukan dengan cara mengangkat *ready mix* menggunakan *concrete bucket* yang dibantu dengan *vibrator* (**lihat Gambar 4.4**).



(Sumber: Dokumentasi Kelompok di Proyek Menara BRI Gatot Subroto)  
**Gambar 4.4 Kepala Kolom**

#### **e. Pekerjaan *Marking* Posisi Kolom**

Pekerjaan *marking* kolom meliputi pekerjaan pengukuran serta penempatan kolom berdasarkan As bangunan dan titik koordinat yang telah ditentukan.



## 1. Alat dan Bahan

Alat:

- a) *Theodolite*
- b) *Tripod*
- c) Rambu Ukur
- d) Waterpass
- e) Unting-unting
- f) Meteran

Bahan:

- a) Benang sipatan
- b) *Shop drawing*

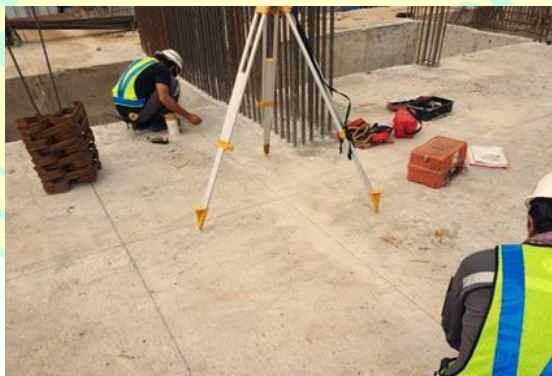
## 2. Pihak yang Terkait:

- a) 2 orang *Surveyor*
- b) 1 orang Konsultan Pengawas

## 3. Langkah Pekerjaan:

- a) Bersihkan area lantai kerja dari debu, sampah dan air, usahakan agar tetap kering agar tinta sipatan bisa menempel sempurna di lantai dan tidak mudah hilang.
- b) Pasang *theodolite* di atas kepala *tripod*. Pasang ditempat yang rata agar terhindar dari guncangan.
- c) Atur *theodolite* agar lurus, tegak, dan datar menggunakan *waterpass*, dengan berpatokan pada ketiga gelembung nivo dengan cara diputar keluar atau kedalam secara bersamaan.

- d) Putar *theodolite* sejauh  $90^\circ$ , pastikan gelembung nivo sudah berada tepat ditengah.
- e) *Marking* as kolom berdasarkan pertemuan antara garis koordinat X dan Y (*backside*) dari hasil *marking*-an sebelumnya (lantai 4).
- f) Jika *theodolite* sudah di *setting*, hidupkan tombol *power ON*.
- g) Arahkan *theodolite* ke arah *backside* sebelumnya, pastikan nilai koordinat yang terlihat pada *display* sebelumnya telah sesuai dengan nilai koordinat saat ini.
- h) Lalu arahkan *theodolite* pada area kolom yang akan diukur, *surveyor* lainnya memegang pensil untuk diarahkan pada posisi titik yang pas dan sesuai hasil bidikan *theodolite* sehingga ditemukan rencana garis pinjaman 1 meter dari posisi as kolom.
- i) Tandai titik pinjaman dengan benang sipatan sehingga membentuk garis pada lantai beton.
- j) Ukur posisi kolom dengan menggunakan meteran berdasarkan garis pinjaman 1 meter, kemudian menyipat tepian kolom sebagai acuan ukuran kolom yang sesungguhnya (**lihat Gambar 4.5**).



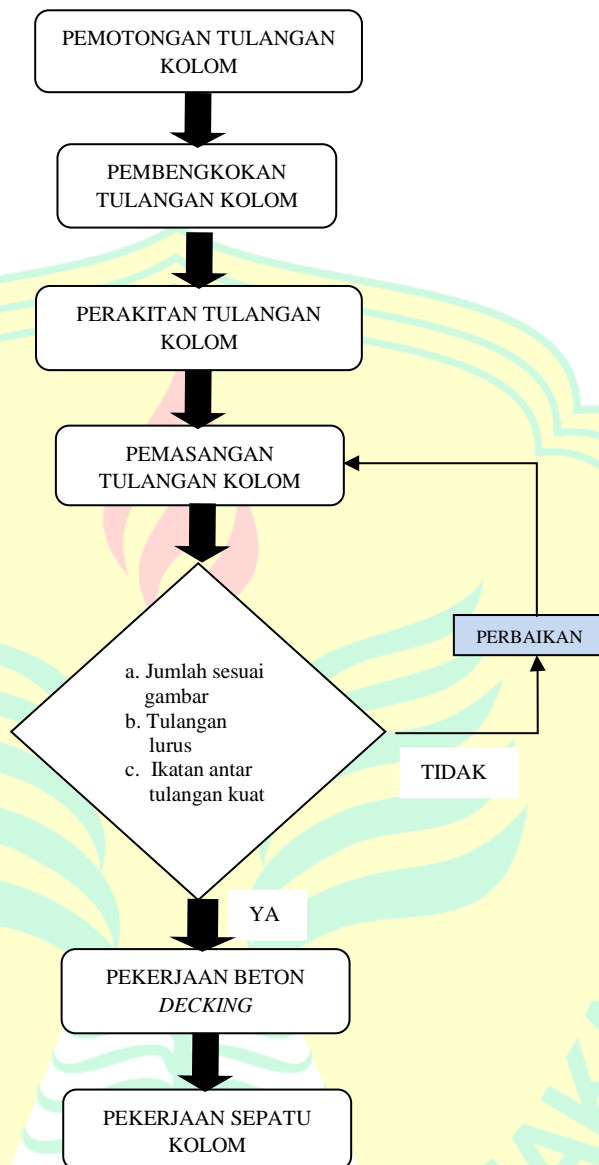
(Sumber: Dokumentasi Kelompok di Proyek Menara BRI Gatot Subroto)  
**Gambar 4.5 Menyipat Plat Lantai dengan Benang Sipatan**

k) Setelah selesai dimarking pengecekan ulang/*cross check* kembali dilakukan guna meminimalisir kesalahan yang selalu ada selama proses pengukuran.

#### **4.2.1.2 Pekerjaan Pembesian Kolom**

Pekerjaan pembesian ini bertujuan untuk mempersiapkan segala hal yang berkaitan dengan pembesian dari struktur yang akan dibangun. Pekerjaan pembesian ini akan berpengaruh besar terhadap kualitas kekuatan dan daya tahan pada bangunan yang akan dibuat. Pekerjaan pembesian pada struktur kolom dapat diuraikan menjadi beberapa langkah seperti dibawah ini:





(Sumber: Dokumentasi Kelompok di Proyek Menara BRI Gatot Subroto)

**Gambar 4.6 Diagram Alir Pembesian**

#### a. Pemotongan Tulangan

Pekerjaan pemotongan tulangan yang diperoleh dari pihak *supplier* dilakukan di area *stockyard* yang terletak di bagian sisi barat proyek.

##### 1. Alat dan Bahan:

Alat:

a) *Bar Cutter*

Bahan:

- a) Baja Tulangan Beton Ulir atau Besi Beton

2. Pihak yang Terkait:

- a) 1 orang Supervisor
- b) 1 orang Wakil Mandor
- c) 2 orang Tukang Besi

3. Langkah Pekerjaan:

- a) Siapkan *shop drawing* dan rencana pemotongan tulangan besi.
- b) Siapkan baja tulangan beton ulir sesuai dengan diameter kolom yang akan digunakan (**lihat Gambar 4.7**).



(Sumber: Dokumentasi Kelompok di Proyek Menara BRI Gatot Subroto)

**Gambar 4.7 Besi Tulangan Di Stockyard Pembesian**

- c) Tandai baja tulangan yang akan dipotong dengan menggunakan kapur sesuai dengan panjang rencana.
- d) Hidupkan mesin *bar cutter*.
- e) Letakkan besi yang akan dipotong pada bagian bawah mesin *bar cutter*.
- f) Tekan *handle* pada mesin *bar cutter*, lalu baja tulangan tersebut sudah selesai dipotong (**lihat Gambar 4.8**).



(Sumber: Dokumentasi Kelompok di Proyek Menara BRI Gatot Subroto)

**Gambar 4.8 Pemotongan Tulangan Kolom**

### **b. Pembengkokan Tulangan**

Pembengkokan tulangan dilakukan setelah tulangan telah selesai di potong sesuai dengan *shop drawing*.

#### 1. Alat dan Bahan:

Alat:

- a) *Bar Bender*

Bahan

- a) Baja Tulangan Beton Ulir atau Besi Beton Ulir

#### 2. Pihak yang Terkait:

- a) 1 orang *Supervisor*
- b) 1 orang Mandor Besi
- c) 2 orang Tukang Besi

#### 3. Langkah Pekerjaan:

- a) Siapkan *shop drawing* dan rencana pembengkokkan tulangan besi.
- b) Siapkan meja pemotongan yang kuat dan rata.

- c) Siapkan besi hasil pemotongan, untuk tulangan dengan diameter besar gunakan maksimal 2 tulangan, sedangkan untuk diameter kecil gunakan maksimal 4 tulangan besi dalam sekali pembengkokan.
- d) Buat acuan pengukiran pada meja kayu.
- e) Letakkan tulangan besi pada meja kayu.
- f) Hidupkan mesin *bar bender*.
- g) Tekan *handle* pada mesin *bar cutter*, dan atur pengganjal pada lubang sesuai kebutuhan  $45^\circ$  atau  $90^\circ$ .
- h) Susun tulangan yang sudah dibengkokkan sesuai ukurannya, agar mudah memilah ukiran saat dipakai (**lihat Gambar 4.9**).



(Sumber: Dokumentasi Kelompok di Proyek Menara BRI Gatot Subroto)

**Gambar 4.9 Pembengkokkan Tulangan Kolom**

### c. Perakitan Tulangan Kolom

Perakitan tulangan dilakukan setelah semua tulangan sudah dipotong dan dibengkokkan, yang meliputi tulangan utama, sengkang, dan ties. Perakitan dilakukan di area *stockyard* pembesian.

#### 1. Alat dan Bahan:

Alat:

- a) Gegep

b) Palu

Bahan:

a) Kawat bendrat

b) Besi yang sudah dipotong dan dibengkokkan

c) Besi penyangga

2. Pihak yang Terkait:

a) 1 orang *Supervisor*

b) 1 orang Mandor

c) 3 orang Tukang besi

3. Langkah Pekerjaan

a) Siapkan *shop drawing* sebagai gambar acuan perakitan tulangan.

b) Siapkan kawat bendrat dan besi penyangga untuk mempermudah perakitan besi.

c) Ambil tulangan besi yang sudah dibengkokkan, sebagai langkah awal pasang tulangan utama terlebih dahulu pada kedua ujung tulangan, kemudian dilanjutkan dengan pemasangan dengan menggunakan sengkang, ikat kedua tulangan tersebut dengan menggunakan kawat bendrat.

d) Ikat kedua tulangan tersebut pada besi penyangga.

e) Selanjutnya, pasang dan ikat tulangan utama dan sengkang kembali sesuai dengan *shop drawing*, perhatikan bagian tulangan atas/bawah dan tengah.

f) Lakukan hal tersebut sampai tulangan utama dan sengkang selesai terpasang semua.



- g) Jika sudah, dilanjutkan dengan pemasangan tulangan ties (**lihat Gambar 4.10**).



(Sumber: Dokumentasi Kelompok di Proyek Menara BRI Gatot Subroto)

**Gambar 4.10 Perakitan Tulangan Kolom**

#### **d. Pemasangan Tulangan Kolom**

Pemasangan tulangan ini dilakukan dengan cara penyambungan pada tulangan kolom dengan besi yang telah selesai dirakit kemudian disambungkan dengan tulangan besi yang berada di lantai lima area tower (*overlapping*).

##### 1. Alat dan Bahan:

Alat:

- a) Tower Crane

Bahan:

- a) Besi yang telah dirakit

##### 2. Pihak yang Terkait:

- a) 1 orang *Supervisor*
- b) 1 orang Mandor Besi
- c) 3 orang Tukang Besi
- d) 1 orang Operator *Tower Crane*

##### 3. Langkah Pekerjaan:

- a) Mandor besi memberi arahan dengan menggunakan *handy talkie* kepada operator *tower crane* untuk mengarahkan *tower crane* ke area *stockyard* pembesian.
- b) Ikat kedua ujung besi yang telah dirakit dengan menggunakan kaitan *hook*, kunci agar terikat kencang.
- c) Selanjutnya mandor besi memberikan arahan agar dilakukan pengangkatan secara perlahan ke area *tower* lantai 5.
- d) Posisikan besi tersebut tepat diatas kolom *overlapping* yang akan disambung.
- e) Turunkan secara perlahan agar besi tersebut tersambung dengan baik dengan bantuan *handy talkie* (**lihat Gambar 4.11**).



(Sumber: Dokumentasi Kelompok di Proyek Menara BRI Gatot Subroto)  
**Gambar 4.11 Pemasangan Tulangan Kolom**

- f) Jika sudah tersambung dan sesuai, lepaskan kaitan *hook* tersebut. dan ikat kedua rangkaian tulangan tersebut.

### e. Pekerjaan Beton *Decking*

Pekerjaan beton *decking* ini berfungsi agar papan bekisting dan tulangan besi kolom tidak menempel.

#### 1. Alat dan Bahan

Alat:

- a) Pipa paralon
- b) Sendok semen
- c) Ember
- d) Kawat bendrat
- e) Papan alas

Bahan:

- a) Sisa beton hasil pengecoran

#### 2. Pihak yang Terkait :

- a) 1 orang *Supervisor*
- b) 1 orang Mandor Besi
- c) 2 orang Tukang Besi

#### 3. Langkah Pekerjaan :

- a) Siapkan cetakan dari pipa paralon bekas berukuran panjang 4 cm, sendok semen, ember, kawat bedrat dan papan alas sebagai wadah untuk meletakkan beton *decking*.
- b) Ambil sisa beton hasil pengecoran kolom yang tercecer dari truk *mixer* dengan menggunakan ember.
- c) Aduk beton tersebut sampai tercampur rata, kemudian tuangkan adukan kedalam cetakan tersebut sampai padat dan merata.

- d) Kemudian, tancapkan kawat bendrat di atas beton yang telah dicetak tersebut.
- e) Lakukan terus menerus sampai sekiranya kebutuhan beton *decking* sudah mencukupi.
- f) Jika semua sudah dicetak, letakkan beton *decking* tersebut di tempat yang aman dan terbebas dari hujan, tunggu hingga mengering kurang lebih 24 jam (**lihat Gambar 4.12**).



(Sumber: Dokumentasi Kelompok di Proyek Menara BRI Gatot Subroto)  
**Gambar 4.12 Beton Decking**

- g) Jika sudah mengering, pasang beton decking tersebut pada besi tulangan dengan cara diikatkan menggunakan kawat yang sudah terpasang.
- h) Pasang pada setiap sisi kolom, dan masing-masing berjarak kurang lebih 1 meter.

#### **f. Pekerjaan Sepatu Kolom**

Sepatu kolom adalah sebuah alat bantu yang berada dibawah tulangan kolom, yang berfungsi memastikan dimensi kolom serta jarak selimut beton tidak berubah.

##### 1. Alat dan Bahan

Alat:

- a) Las *transformator AC*

Bahan:

- a) Besi siku

2. Pihak yang Terkait :

- a) 1 orang *Supervisor*
- b) 1 orang Mandor Besi
- c) 1 orang Tukang Las

3. Langkah Pekerjaan :

- a) Siapkan besi siku dan alat las *transformator AC*.
- b) Bersihkan permukaan bagian bawah tulangan kolom.
- c) Posisikan besi potongan sejajar terhadap garis *markingan* kolom (**lihat Gambar 4.13**).
- d) Las bagian besi potongan tersebut pada tulangan kolom.

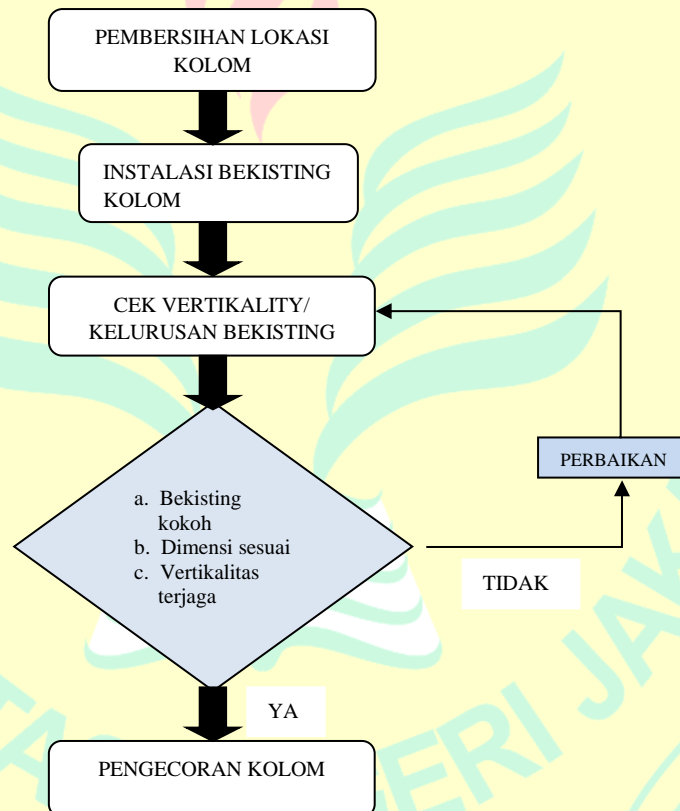


(Sumber: Dokumentasi Kelompok di Proyek Menara BRI Gatot Subroto)

**Gambar 4.13 Pemasangan Sepatu Kolom**

### 4.2.1.3 Pekerjaan Bekisting Kolom

Pekerjaan bekisting kolom dilakukan apabila pengecekan tulangan yang dilakukan oleh pihak konsultan pengawas telah selesai. Pada Proyek Menara BRI ini proses perakitan bekisting kolom dilakukan di *workshop* subkontraktor bekisting PT. PP Presisi. Sehingga, untuk pengamatan pekerjaan bekisting di proyek hanyalah terfokus pada pekerjaan instalasi dan pekerjaan pembongkaran saja.



(Sumber: Dokumentasi Kelompok di Proyek Menara BRI Gatot Subroto)

**Gambar 4.14 Diagram Alur Pekerjaan Bekisting Kolom**

#### a. Pembersihan Lokasi Kolom

Pekerjaan pembersihan lokasi kolom dilakukan untuk menghindari kotoran-kotoran yang tersisa pada tulangan kolom, karena kotoran-kotoran ini

nantinya dapat menyebabkan hasil pengecoran tidak baik dan keropos sehingga mengurangi mutu beton yang akan dibuat.

1. Alat

- a) *Air compressor*

2. Pihak Pelaksana:

- a) 1 orang Wakil Mandor  
b) 1 orang Tukang Bekisting

3. Langkah Pekerjaan :

- a) Siapkan mesin *air compressor*.  
b) Hidupkan *air compressor*, kemudian bersihkan area pembesian kolom dari sisa kotoran-kotoran dan kawat bendrat sampai benar-benar bersih.  
c) Buang sisa-sisa kotoran tersebut pada tempat sampah yang telah disediakan.

**b. Instalasi Bekisting Kolom**

Pemasangan bekisting kolom dilakukan jika seluruh pekerjaan pembesian sudah dinyatakan selesai dan telah dilakukan *ceklist* pembesian dengan konsultan pengawas. Sehingga, tidak ada proses pembongkaran yang mengakibatkan kerugian waktu serta biaya.

1. Alat dan Bahan:

Alat:

- a) *Tower Crane*  
b) Palu  
c) Meteran  
d) *Waterpass*

e) Sling baja

Bahan :

a) *Wingnut*

b) *Tie Rod*

c) *Hollow*

d) *Kicker Brace*

e) Bekisting Baja untuk Kolom

2. Pihak Pelaksana :

a) 1 orang *Supervisor*

b) 1 orang Mandor Bekisting

c) 4 orang Tukang Bekisting

d) 1 orang Operator *Tower Crane*

3. Langkah Pekerjaan :

a) Siapkan panel siku bekisting yang akan dipasang.

b) Bersihkan panel siku bekisting tersebut dari sisa-sisa pengecoran sebelumnya.

c) Beri lapisan minyak bekisting/solar pada permukaan bagian dalam secara merata untuk memudahkan pelepasan bekisting setelah dicor.

d) *Tower crane* diarahkan ke ke lokasi *stockyard* bekisting oleh mandor bekisting.

e) Ikat panel siku bekisting tersebut pada kaitan *hook*, lalu kunci agar terikat kencang.

f) Kemudian dilakukan pengangkatan panel bekisting secara perlahan ke area kolom rencana (**lihat Gambar 4.15**).





(Sumber: Dokumentasi Kelompok di Proyek Menara BRI Gatot Subroto)

**Gambar 4.15 Instalasi Bekisting Kolom**

- g) Posisikan bekisting tepat berada dibagian sisi kolom, dan sesuaikan dengan sepatu kolom lalu lepaskan *hook*.
- h) Pasang *tie rod* dan *wing nut* lalu kencangkan. Pastikan bekisting terpasang dengan lurus dan rapat, agar tidak terjadi kebocoran pada saat proses pengecoran berlangsung.
- i) Selanjutnya, pasang *push pull* dan *adjustable kickers* sebagai penopang bekisting kolom agar tetap berdiri tegak dan lurus pada kedua sisi kolom yang berlawanan.
- j) Untuk menghindari keropos pada bagian bawah kolom pasang busa agar air semen tidak keluar.

### c. Cek Vertikality Bekisting Kolom

Pekerjaan pengecekan bekisting ini dilakukan sebelum proses pengecoran yang meliputi pengecekan kelurusan atau *verticality*, kesikuan dan kerataan. Dimana bertujuan agar kolom yang dihasilkan lurus dan tegak.

#### 1. Alat dan Bahan

Alat:

- a) Unting- Unting

b) *Waterpass*

Bahan:

a) Benang

2. Pihak Pelaksana :

a) 1 orang *Surveyor*

b) 2 orang Tukang Bekisting

3. Langkah Kerja :

a) Siapkan alat seperti meteran, benang, unting-unting, dan *waterpass*.

b) Ikatkan benang dengan unting-unting pada bagian atas bekisting/*tie rod*.

c) Ukur jarak ikatan benang, dengan panjang di atas harus sama dengan panjang yang di bawah bekisting,

d) Jika menunjukkan hasil yang berbeda, artinya posisi bekisting dalam keadaan miring dan harus diperbaiki

e) Periksa kerataan setiap sisi bekisting menggunakan *waterpass* (**lihat**

**Gambar 4.16**).



(Sumber: Dokumentasi Kelompok di Proyek Menara BRI Gatot Subroto)

**Gambar 4.16 Cek Vertikality Bekisting Kolom**

#### 4.2.1.4 Pekerjaan pengecoran Kolom

Pekerjaan pengecoran kolom dilakukan setelah pekerjaan pembesian dan pekerjaan bekisting sudah selesai dilakukan.



(Sumber: Dokumentasi Kelompok di Proyek Menara BRI Gatot Subroto)

**Gambar 4.17 Diagram Alur Pekerjaan Pengecoran Kolom**

##### a. *Slump Test*

*Slump test* dilakukan untuk mengetahui seberapa besar nilai kekentalan dari beton *ready mix* yang akan digunakan untuk proses pengecoran. Pengujian ini dilakukan langsung di area proyek begitu truk *mixer* tiba di proyek. Apabila saat pengujian beton tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan, maka beton tersebut dianggap tidak layak dan harus dikembalikan ke *batching plant*.

##### 1. Alat dan Bahan

Alat :

- a) Tongkat Besi
- b) Pelat Baja
- c) Kerucut *Abrams*
- d) *Waterpass*
- e) Sekop
- f) Meteran
- g) Gerobak dorong

Bahan :

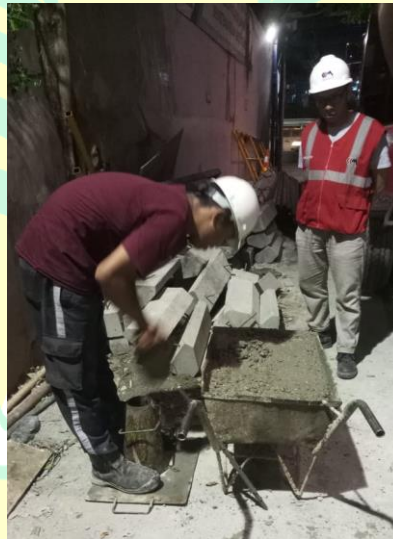
- a) Beton *Readymix*.

##### 2. Pihak Pelaksana :

- a) 1 orang *Supervisor*
- b) 1 orang *Quality Control*
- c) 1 orang Konsultan Pengawas
- d) 1 orang Operator Adhimix

3. Langkah Pekerjaan :

- a) Siapkan peralatan uji *slump*, kemudian cuci peralatan agar bersih dari sisa-sisa kotoran.
- b) Ambil *sample* beton yang berada di dalam *truck mixer* menggunakan gerobak dorong, dengan cara menggeser tuas yang ada pada sisi belakang *truck mixer* (**lihat Gambar 4.18**).



(Sumber: Dokumentasi Kelompok di Proyek Menara BRI Gatot Subroto)

**Gambar 4.18 Pengambilan *Sample* Beton**

- c) Masukkan sampel kedalam kerucut menggunakan sekop secara bertahap (3 tahap) setiap 1/3 tinggi kerucut, kemudian tusukkan beton dengan tongkat besi sebanyak 25 kali, lakukan langkah ini sampai dengan tahap ke-3/penuh, dan ratakan permukaan atas beton.

- d) Angkat kerucut secara perlahan, kemudian balik kerucut tersebut dan letakkan disamping *sample* beton tersebut, sekaligus letakkan tongkat besi pematik diatas kerucut.
- e) Ukur ketinggian beton terhadap tongkat besi tersebut dengan menggunakan meteran.
- f) Catat angka hasil pengukuran, jika telah sesuai dengan standar dan spesifikasi (berkisar antara  $12 \pm 2$  cm) maka beton tersebut boleh langsung dilakukan *loading* untuk pengecoran (**lihat Gambar 4.19**).



(Sumber: Dokumentasi Kelompok di Proyek Menara BRI Gatot Subroto)

**Gambar 4.19 Pengukuran Nilai Slump**

#### **b. Pengecoran Kolom**

Proses pekerjaan pengecoran dapat dilaksanakan setelah pekerjaan mortar dan *slump test* telah dilakukan.

##### 1. Alat dan Bahan :

Alat :

- a) *Air compressor*
- b) *Vibrator*
- c) Pipa tremi

d) *Bucket Cor*

Bahan :

a) Beton *Readymix*

b) Cairan Kalbon

2. Pihak Pelaksana :

a) 1 orang *Supervisor*

b) 1 orang *Quality Control*

c) 1 orang Logistik

d) 1 orang Konsultan Pengawas

e) 1 orang Mandor Pengecoran

f) 5 orang Tukang Pengecoran

g) 1 orang Operator *Tower Crane*

3. Langkah Pekerjaan :

a) Sebelum pengecoran, area kolom harus bersih dari sampah plastik dengan menggunakan *air compressor*.

b) Pastikan area bersih dari sampah-sampah yang bisa mengganggu mutu beton.

c) Truk *mixer* sudah tiba dilokasi dilakukan proses *slump test* terlebih dahulu.

d) Setelah hasil *slump test* sesuai, beton dituang kedalam *concrete bucket* dimana dalam sekali penuangan beton, *concrete bucket* dapat membawa beton sebanyak  $0,8 \text{ m}^3$  (**lihat Gambar 4.20**).



(Sumber: Dokumentasi Kelompok di Proyek Menara BRI Gatot Subroto)

**Gambar 4.20 Penuangan Beton Kedalam *Bucket***

- e) Pengecoran dilakukan menggunakan bantuan *tower crane* karena posisi kolom berada di tower lantai lima (**lihat Gambar 4.21**).



(Sumber: Dokumentasi Kelompok di Proyek Menara BRI Gatot Subroto)

**Gambar 4.21 Pengangkutan *Bucket* Dengan *Tower Crane***

- f) Pengecoran harus dituang sedekat dekatnya dengan tujuan akhir karena maksimum tinggi jatuh beton 1,5 m untuk mencegah terjadinya pemisahan agregat kasar dan halus dalam adukan.
- g) Pengecoran diselingi oleh pekerjaan *vibrator* agar menghilangkan udara yang terjebak untuk memadatkan hasil coran, sehingga mutu beton terjaga (**lihat gambar 4.22**).



(Sumber: Dokumentasi Kelompok di Proyek Menara BRI Gatot Subroto)

**Gambar 4.22 Pengecoran dan Pematatan**

- h) Tukang juga bertugas memukul *frame* bekisting dengan menggunakan palu karet agar pematatan lebih terjamin serta mengecek apakah bekisting bocor atau tidak.

#### **4.2.1.5 Pekerjaan Pembongkaran Bekisting dan Perawatan Kolom**

Pembongkaran bekisting kolom ini biasanya dilakukan setelah 24 jam dilakukannya pekerjaan pengecoran kolom. Panel bekisting kolom dibongkar setelah dilakukan pengenduran. Proses pembongkaran ini juga menjadi satu kesatuan dengan proses pekerjaan *curing* kolom.

##### 1. Alat dan Bahan:

Alat

- a) *Tower Crane*
- b) Palu

Bahan :

- a) Paku
- b) *Wingnut*
- c) *Tierod*



- d) *Coloumn Wale*
- e) *Cairan Compound*

2. Pihak Pelaksana :

- a) 1 orang *Supervisor*
- b) 1 orang Mandor Bekisting
- c) 2 orang Tukang Bekisting
- d) 1 orang Operator *Tower Crane*

3. Langkah Pekerjaan :

- a) Pembongkaran dilakukan dengan mengendurkan *push pull* dari *base plate, tie rod, wing nut* setelah berumur 8 jam dari waktu selesai pengecoran (**lihat Gambar 4.23**).



(Sumber: Dokumentasi Kelompok di Proyek Menara BRI Gatot Subroto)

**Gambar 4.23 Pengenduran Bekisting Kolom**

- b) Baut yang terdapat pada *corner tie holder* dikendurkan lalu bekisting yang terdapat pada keempat sisi kolom digeser kearah luar kolom.

- c) Bekisting dibersihkan dari sisa kotoran coran yang menempel pada sisi dalam permukaan bekisting kolom, lalu diangkat dan dipindahkan dengan bantuan *tower crane*.
- d) Selanjutnya kolom dilapisi cairan *compound* untuk melindungi beton dari hujan karena bersifat kedap air dan penguapan berlebihan, namun di proyek yang diamati terkadang menggunakan air hujan sebagai pengganti *compound* (lihat Gambar 4.24).



(Sumber: Dokumentasi Kelompok di Proyek Menara BRI Gatot Subroto)

**Gambar 4.24 Kolom Yang Sudah Jadi**

### **c. Pekerjaan Perbaikan Kolom**

Pekerjaan perbaikan kolom ini merupakan pekerjaan yang hanya dilakukan jika terjadi kerusakan bagian permukaan kolom yang terjadi akibat kesalahan pada saat proses pengecoran dan pembongkaran bekisting, atau bisa juga terjadi karena ada faktor lainnya. Proses perbaikan ini sering terjadi pada kolom yang mengalami gripis permukaan. Demi mencapai *quality target* hasil pengecoran, maka dilakukan lah penambalan (*grouting*) dengan menggunakan bahan aditif tambahan.

1. Alat dan Bahan:

Alat

- a) Sendok Semen
- b) Ember

Bahan

- a) Bahan Aditif

2. Pihak Pelaksana :

- a) 1 orang *Supervisor*
- b) 1 orang Konsultan Pengawas
- c) 1 orang Mandor Bekisting
- d) 1 orang Tukang Bekisting

3. Langkah Pekerjaan :

- a) Siapkan ember, sendok semen, air, serta bahan aditif.
- b) Masukkan bahan aditif kedalam ember secukupnya, kemudian tambahkan air secukupnya.
- c) Aduk hingga merata menggunakan sendok semen sampai terbentuk pasta.
- d) Bersihkan permukaan kolom yang akan dilakukan penambalan.
- e) Oleskan pasta tersebut pada permukaan kolom sampai merata dan hingga permukaan gripis tersebut tertutup dengan rapih (**lihat Gambar 4.25**).



(Sumber: Dokumentasi Kelompok di Proyek Menara BRI Gatot Subroto)

**Gambar 4.25 Pekerjaan Perbaikan Kolom**

#### 4.2.2 Metode Kerja Lantai 5 Secara Keseluruhan

Pengerjaan struktur kolom pada lantai 5 (lima) dilakukan secara per zona.

Untuk menyelesaikan pekerjaan pengecoran kolom di setiap zona dapat memakan waktu 3 hari, dimana biasanya per hari bisa melakukan pengecoran untuk 3 kolom. Untuk 1 kolom menghabiskan kurang lebih 7 kali penuangan beton *ready mix* ke dalam *concrete bucket*. Tenaga kerja yang terlibat dalam pekerjaan pengecoran untuk 1 kolom adalah 1 kepala tukang dan 3 tukang cor. Sedangkan untuk 1 zona, tenaga kerja yang terlibat adalah 6 kepala tukang dan 18 tukang cor.

Untuk pekerjaan bekisting di lantai 5, bekisting yang dipesan adalah bekisting ADMC dengan luasan  $400,764 \text{ m}^2$ , yang bisa dipakai berulang-ulang untuk lantai podium serta lantai di bawah atau di atasnya. Untuk pekerjaan bekisting di lantai lima membutuhkan 18 bekisting yang sudah dirakit/sudah jadi. Zona 1 membutuhkan 6 bekisting kolom, zona 2 membutuhkan 5 bekisting kolom, dan zona 3 membutuhkan 7 bekisting kolom. Tenaga kerja yang terlibat

dalam pekerjaan bekisting untuk 1 kolom adalah 1 wakil mandor, 1 kepala tukang, 1 operator TC dan 2 tukang bekisting. Sedangkan untuk 1 zona, tenaga kerja yang terlibat adalah 1 wakil mandor, 6 kepala tukang, 1 operator TC dan 12 tukang bekisting.

Untuk pembesian, sudah dipesan terlebih dahulu dalam jumlah yang telah diperhitungkan. Material besi tulangan disimpan di area *stockyard* pembesian untuk dirakit saat pekerjaan pembesian dimulai. Tenaga kerja yang terlibat dalam pekerjaan pembesian untuk 1 kolom adalah 1 wakil mandor, 1 kepala tukang, dan 3 tukang besi. Sedangkan untuk 1 zona, tenaga kerja yang terlibat adalah 1 wakil mandor, 6 kepala tukang, dan 18 tukang besi.

#### **4.2.3 Tabel Perbandingan Hasil Pengamatan**

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan dilapangan, maka dapat diambil hasil perbandingan antara ketentuan dalam RKS, izin pelaksanaan, dan hasil pengamatan dilapangan. Dari 4 (empat) item pekerjaan yang terdapat dalam RKS yaitu pekerjaan persiapan, pekerjaan bekisting, pekerjaan pembesian, dan pekerjaan pengecoran. Berikut hasil perbandingan tersebut akan diuraikan dalam bentuk tabel dibawah ini.

**Tabel 4.1 Tipe Hasil Perbandingan Tiap Pekerjaan Kolom Berdasarkan Rencana Kerja dan Syarat-Syarat Terhadap Pengamatan di Lapangan**

| PEKERJAAN PERSIAPAN |                            |     |                      |   |        |  |   |  |                                      |                |        |              |  |
|---------------------|----------------------------|-----|----------------------|---|--------|--|---|--|--------------------------------------|----------------|--------|--------------|--|
| No.                 | JENIS PEKERJAAN            | Bab | Pasal                | Sub- Pasal                                  | Point  | Ketetapan dalam Rencana Kerja dan Syarat-Syarat (RKS)  | Parameter Mutu dalam Izin Pelaksanaan (IPL) | Hasil Pengamatan di Lapangan   | Kriteria yang Ditetapkan             | Metode Inpeksi | Sesuai | Tidak Sesuai | KET  |
| 1                   | PEMBUATAN SHOP DRAWING     | 1   | 2.Syarat-Syarat Umum | Gambar-Gambar Pelaksanaan dan Contoh-Contoh | 2.5.d  | Konsultan Pengawas dan Perencana akan memeriksa dan menolak atau menyetujui gambar-gambar pelaksanaan atau contoh-contoh dalam waktu sesegera mungkin, sehingga tidak mengganggu jalannya pekerjaan      | -   | Shop drawing yang masuk diperiksa dan diberi stempel persetujuan setelah disetujui atau disetujui dengan catatan/ revisi. Catatan disini diberi apabila ada yang tidak sesuai dengan rencana, seperti koefisien gambar dengan ME tidak sama. | -                                    | -              | ✓      | -            | Wawancara dengan Konsultan Pengawas                        |
| 2                   |                            |     |                      | Shop Drawing                                | 2.17.a | Harus selalu dibuat gambar pelaksanaan dari semua komponen struktur berdasarkan desain yang ada dan harus dimintakan persetujuan tertulis dari Pengawas.   | -   | Semua shop drawing yang sudah dinyatakan benar akan mendapatkan persetujuan dengan bukti tanda tangan konsultan pengawas pada bagian kop gambar  | -                                    | -              | ✓      | -            | Wawancara dengan Konsultan Pengawas                        |
| 3                   | IZIN PELAKSANAAN PEKERJAAN | 1   | 2.Syarat-Syarat Umum | Gambar-Gambar Pelaksanaan dan Contoh-Contoh | 2.5.h  | Semua pekerjaan yang memerlukan gambar-gambar pelaksanaan atau contoh-contoh yang harus disetujui Konsultan Pengawas, tidak boleh dilaksanakan sebelum ada persetujuan tertulis dari Konsultan Pengawas. | -   | Semua pekerjaan tidak bisa dilaksanakan tanpa izin dari konsultan pengawas, diperlukan surat izin untuk kemudian ditindaklanjuti   | Gambar sesuai rencana (Shop Drawing) | -              | ✓      | -            | Wawancara dengan Konsultan Pengawas, Serta Melihat Dokumen |

|   |                                   |   |                        |                          |        |  |              |   |                                 |        |   |   |   |
|---|-----------------------------------|---|------------------------|--------------------------|--------|--|--------------|---|---------------------------------|--------|---|---|---|
| 4 | PERAKITAN BEKISTING KEPALA KOLOM  | 5 | 2. Bahan               | Bekisting Beton Biasa    | 2.1.a  | Plywood t= 12 mm   | -            | Plywood kepala kolom dilapangan setebal 9mm karena berbarengan dengan pemasangan bekisting balok  | -                               | Visual | - | ✓ | - |
| 5 | PEMASANGAN BEKISTING KEPALA KOLOM | 5 | 3. Pelaksanaan         | Pemasangan Bekisting     | 3.1.c  | Hubungan-hubungan antara papan bekisting harus lurus dan harus dibuat kedap air, untuk mencegah kebocoran adukan atau kemungkinan deformasi bentuk beton. Hubungan-hubungan ini harus diusahakan seminimal mungkin   | -            | Diusahakan semaksimal mungkin terhindar dari kebocoran yang dapat menyebabkan air semen   | Lurus dan kedap air             | Visual | ✓ | - | - |
| 6 | PENGECORAN KEPALA KOLOM           | 4 | 3. Pelaksanaan         | Sambungan-Sambungan      | 3.20.b | Antara pengecoran balok atau pelat dan pengakhiran pengecoran kolom harus ada waktu antara yang cukup, untuk memberi kesempatan kepada beton dari kolom untuk mengeras. Balok, pertebalan miring dari balok dan kepala-kepala kolom harus dianggap sebagai bagian dari sistim lantai dan harus dicor secara monolit dengan itu | -            | Pengecoran kepala kolom dilakukan secara terpisah dari kolom yang berada di atasnya karena pekerjaan kepala kolom ini dilakukan sebelum pekerjaan pengecoran balok dan plat lantai. | -                               | Visual | ✓ | - | - |
| 7 | MARKING KOLOM                     | 2 | 2. Pekerjaan Persiapan | Pengukuran Tapak Kembali | 2.4    | Kontraktor harus menyediakan Theodolite/waterpass beserta petugas yang melayaninya untuk kepentingan pemeriksaan Perencana/Pengawas selama pelaksanaan proyek  | Shop drawing | Saat di lapangan para surveyor akan menyediakan theodolit dimana akan diawasi bersama MK saat sebelum melakukan pengecoran untuk memastikan kesesuaian gambar dengan lapangan       | Kelurusan elevasi, dan as kolom | Visual | ✓ | - | - |

| PEKERJAAN PEMBESIAN    |                    |       |                  |                 |   |  |   |  |                          |                 |                      |                 |               |                  |                |  |   |        |   |   |   |
|------------------------|--------------------|-------|------------------|-----------------|---|--|---|--|--------------------------|-----------------|----------------------|-----------------|---------------|------------------|----------------|--|---|--------|---|---|---|
| No.                    | PEKERJAAN          | Pasal | Judul            | Sub- Pasal      | Point   | Ketetapan dalam Rencana Kerja dan Syarat-Syarat (RKS)  | Parameter Mutu dalam Izin Pelaksanaan (IPL)   | Hasil Pengamatan di Lapangan   | Kriteria yang Ditetapkan | Metode Inpeksi  | Sesuai               | Tidak Sesuai    | KET           |                  |                |  |   |        |   |   |   |
| 1                      | PEMOTONGAN BESI    | 7     | 1. Umum          | Pemotongan Besi | 1.7   | Semua bekas pemotongan besi harus rapi dan rata. Pemotongan hanya boleh dilaksanakan dengan brander atau gergaji besi. Pemotongan dengan mesin las sekali-kali tidak diperkenankan   | SNI 2847:2013.  | Pemotongan dan pembengkokan dilakukan di area stockyard menggunakan bar cutter | -                        | Visual          | ✓                    | -               | -             |                  |                |  |   |        |   |   |   |
| 2                      | PEMBENGGOKKAN BESI | 6     | 3. Pelaksanaan   | Pembesian       | 3.2   | Pembuatan tulangan-tulangan untuk batang lurus atau yang dibengkokkan, sambungan kait-kait dan pembuatan sengkang (ring), persyaratannya harus sesuai dengan SNI 2847:2013.<br><br><table border="1"> <caption>Tabel 7.2 Diameter minimum bengkokan</caption> <thead> <tr> <th>Ukuran batang tulangan</th> <th>Diameter minimum</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D-10 sampai D-25</td> <td>6d<sub>s</sub></td> </tr> <tr> <td>D-28, D-32, dan D-36</td> <td>8d<sub>s</sub></td> </tr> <tr> <td>D-44 dan D-56</td> <td>10d<sub>s</sub></td> </tr> </tbody> </table> | Ukuran batang tulangan  | Diameter minimum   | D-10 sampai D-25         | 6d <sub>s</sub> | D-28, D-32, dan D-36 | 8d <sub>s</sub> | D-44 dan D-56 | 10d <sub>s</sub> | SNI 2847:2013. | Pemotongan dan pembengkokan dilakukan di area stockyard menggunakan bar bender | - | Visual | ✓ | - | - |
| Ukuran batang tulangan | Diameter minimum   |       |                  |                 |   |  |   |  |                          |                 |                      |                 |               |                  |                |  |   |        |   |   |   |
| D-10 sampai D-25       | 6d <sub>s</sub>    |       |                  |                 |   |  |   |  |                          |                 |                      |                 |               |                  |                |  |   |        |   |   |   |
| D-28, D-32, dan D-36   | 8d <sub>s</sub>    |       |                  |                 |   |  |   |  |                          |                 |                      |                 |               |                  |                |  |   |        |   |   |   |
| D-44 dan D-56          | 10d <sub>s</sub>   |       |                  |                 |   |  |   |  |                          |                 |                      |                 |               |                  |                |  |   |        |   |   |   |
| 3                      | PERAKITAN BESI     | 4     | Penggantian Besi | 3.11.c2         | Jumlah besi persatuan panjang atau jumlah besi ditempat tersebut tidak boleh kurang dari yang tertera dalam gambar (dalam hal ini yang dimaksudkan adalah jumlah luas). | Shop drawing   | Pemotongan dan pembengkokan dilakukan di area stockyard menggunakan bar nemder dan bar cutter | -  | Visual dan Pengukuran    | ✓               | -                    | -               |               |                  |                |  |   |        |   |   |   |



|   |                                 |   |                   |                  |        |   |              |  |  |                    |   |   |   |
|---|---------------------------------|---|-------------------|------------------|--------|---|--------------|--|--|--------------------|---|---|---|
| 4 | PEMASANGAN<br>TULANGAN<br>KOLOM | 6 | 3.<br>Pelaksanaan | Penggantian Besi | 3.11.a | Kontraktor harus mengusahakan supaya besi yang dipasang adalah sesuai dengan apa yang tertera pada gambar                               | Shop drawing | Besi sesuai dengan gambar yang direncanakan, namun apabila terjadi perubahan seperti kehabisan stok besi maka diganti ke diameter terdekat. Namun apabila tidak bisa melaporkan data-data yang kuat atau tidak ada surat akan ditolak dan tetap harus sesuai dengan perencanaan. | Dimensi, jarak dan ukuran sesuai gambar rencana (Shop Drawing)                                       | -                  | ✓ | - | Wawancara dengan Konsultan Pengawas           |
| 5 |                                 |   |                   | Pembesian        | 3.2.b  | Pemasangan dan penggunaan tulangan beton, harus disesuaikan dengan gambar konstruksi  | Shop drawing | Untuk pemasangan tulangan diharuskan sesuai dengan gambar yang direncanakan, baik dimensi atau jarak sambungan, apabila tidak sesuai maka pekerjaan ditolaki sampai sesuai dengan apa yang direncanakan.   | Dimensi dan jumlah tulang dimensi besi, jarak sambungan, jarak begel dan beton deking, Shop drawing. | Visual             | ✓ | - | Dicatat pada form ceklist pekerjaan pembesian |
| 6 |                                 |   |                   | Pengecoran Beton | 3.7.c  | Pengecoran beton tidak dibenarkan untuk dimulai sebelum pemasangan besi beton selesai diperiksa oleh dan mendapat persetujuan pengawas. | -            | Besi beton harus selesai di ceklist pembesian oleh pengawas baru dilakukan pengecoran setelah disetujui  | Dimensi, jarak dan ukuran sesuai gambar rencana (Shop Drawing)                                       | Visual, Pengukuran | ✓ | - | Dicatat pada form ceklist pekerjaan pembesian |

| 7          | PEMASANGAN<br>BETON DECKING | 6      | 3.<br>Pelaksanaan | Pembesian                                     | 3.2 | <p>Tulangan beton harus diikat dengan kuat untuk menjamin besi tersebut tidak berubah tempat selama pengecoran dan harus bebas dari papan acuan atau lantai kerja dengan memasang selimut beton sesuai dengan ketentuan dalam SNI 2847:2013.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Toleransi untuk d</th> <th>Toleransi untuk selimut beton yang disarankan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>d ≤ 200 mm</td> <td>±10 mm</td> <td>-10 mm</td> </tr> <tr> <td>d &gt; 200 mm</td> <td>±15 mm</td> <td>-15 mm</td> </tr> </tbody> </table> |   | Toleransi untuk d  | Toleransi untuk selimut beton yang disarankan | d ≤ 200 mm | ±10 mm | -10 mm | d > 200 mm | ±15 mm | -15 mm | SNI 2847:2013. | Tulangan dicek kembali mulai dari mulai dari ukuran, kekuatan ikatan, jumlah, dan jarak selimut | - | Visual | ✓ | - | - |
|------------|-----------------------------|--------|-------------------|---|-----|--|---|--|---|------------|--------|--------|------------|--------|--------|----------------|---|---|--------|---|---|---|
|            | Toleransi untuk d           |        |                   | Toleransi untuk selimut beton yang disarankan |     |  |   |  |   |            |        |        |            |        |        |                |   |   |        |   |   |   |
| d ≤ 200 mm | ±10 mm                      | -10 mm |                   |   |     |  |   |  |   |            |        |        |            |        |        |                |   |   |        |   |   |   |
| d > 200 mm | ±15 mm                      | -15 mm |                   |   |     |  |   |  |   |            |        |        |            |        |        |                |   |   |        |   |   |   |
| 8          | PEMASANGAN<br>SEPATU KOLOM  |        |                   | Pengecoran<br>Beton                           | 3.3 | <p>Kontraktor diwajibkan melaksanakan pekerjaan persiapan dengan membersihkan dan menyiram cetakan-cetakan sampai jenuh, pemeriksaan ukuran-ukuran dan ketinggian, pemeriksaan penulangan dan penempatan penahan jarak.</p>  | - | Sepatu kolom sebagai penahan jarak di proyek Menara BRI menggunakan sisa tulangan yang disambung menggunakan las | Bekisting tidak bergeser                      | Visual     | ✓      | -      | -          |        |        |                |   |   |        |   |   |   |

| PEKERJAAN BEKISTING |                     |     |               |                              |       |  |   |   |                                |                |        |              |     |
|---------------------|---------------------|-----|---------------|------------------------------|-------|--|---|---|--------------------------------|----------------|--------|--------------|-----|
| No.                 | PEKERJAAN           | Bab | Pasal         | Sub- Pasal                   | Point | Ketetapan dalam Rencana Kerja dan Syarat-Syarat (RKS)  | Parameter Mutu dalam Izin Pelaksanaan (IPL) | Hasil Pengamatan di Lapangan  | Kriteria yang Ditetapkan       | Metode Inpeksi | Sesuai | Tidak Sesuai | KET |
| 1                   | PERAKITAN BEKISTING | 5   | 2.Bahan       | Syarat-Syarat Umum Bekisting | 2.3.a | Tidak mengalami deformasi. Bekisting harus cukup tebal dan terikat kuat  | Ketebalan dan kekuatan bekisting            | Bekisting kokoh dan kuat  | Bekisting kuat                 | Visual         | ✓      | -            | -   |
| 2                   |                     |     |               |                              | 2.3.b | Kedap air; dengan menutup semua celah dengan tape.   | Kerapatan Bekisting                         | Dilapangan menggunakan spons, tidak semua celah tertutup sempurna   | Kedap air, tidak bocor         | Visual         | -      | ✓            | -   |
| 3                   |                     |     |               |                              | 2.3.c | Tahan terhadap getaran vibrator dari luar maupun dari dalam bekisting.   | Perkuatan bekisting                         | Bekisting kokoh dan tahan terhadap getaran  | Bekisting kuat tahan getaran   | Visual         | ✓      | -            | -   |
| 4                   | PEMBERSIHAN LOKASI  | 5   | 3.Pelaksanaan | Pembersihan                  | 3.4.a | Bersihkan bekisting selama pemasangan, buang semua benda-benda yang tidak perlu. Buang bekas-bekas potongan, kupasan dan puing dari bagian dalam bekisting. Siram dengan air, menggunakan air bertekanan tinggi, guna membuang benda-benda asing yang masih tersisa pastikan bahwa air dan puing-puing tersebut telah mengalir keluar melalui lubang pembersih yang disediakan | Kebersihan bekisting kolom                  | Sebelum digunakan, dilakukan pembersihan bekisting terlebih dahulu agar tidak mengganggu mutu beton menggunakan <i>air compressor</i> | Bersih dari sampah dan kotoran | Visual         | ✓      | -            | -   |

|   |                      |   |                |                      |       |   |   |  |   |        |   |   |   |
|---|----------------------|---|----------------|----------------------|-------|---|---|--|---|--------|---|---|---|
| 5 | PEMASANGAN BEKISTING | 5 | 3. Pelaksanaan | Pemasangan Bekisting | 3.1.b | Pasang bekisting dengan tepat dan sudah diperkuat (bracing), sesuai dengan design dan standard yang telah ditentukan; sehingga bisa dipastikan akan menghasilkan beton yang sesuai dengan kebutuhan-kebutuhan akan bentuk, keseluruhan dan dimensi. | Shop drawing                                      | Bracing dipasang setelah bekisting dipasang sebagai penguat sekaligus penyangga bekisting  | Dimensi, jarak dan ukuran sesuai gambar rencana | Visual | ✓ | - | - |
| 6 |                      |   |                | Pemasangan Bekisting | 3.1.c | Hubungan-hubungan antara papan bekisting harus lurus dan harus dibuat kedap air, untuk mencegah kebocoran adukan atau kemungkinan deformasi bentuk beton. Hubungan-hubungan ini harus diusahakan seminimal mungkin.                                 | Perkuatan bekisting                               | Untuk mencegah kebocoran, bekisting yang akan digunakan busa. bekisting dibuat seminimal mungkin tidak mengalami kebocoran.                    | Kerapatan beton, kuat dan kokoh                 | Visual | ✓ | - | - |
| 7 | CEK VERTICALITY      | 5 | 3. Pelaksanaan | Pemasangan Bekisting | 3.1.a | Tentukan jarak, level dan pusat (lingkaran) sebelum memulai pekerjaan. Pastikan ukuran-ukuran ini sudah sesuai dengan gambar.   | Shop drawing                                      | Sebelum dilakukan pengecoran akan dicek kembali kesesuaian markingan dengan bekisting menggunakan unting-unting                                | Verticality, ukuran, dan jarak                  | Visual | ✓ | - | - |
| 8 |                      |   |                | Kontrol Kualitas     | 3.3.a | Periksa dan kontrol bekisting yang dilaksanakan telah sesuai dengan bentuk beton yang diinginkan, dan perkuatan-perkuatannya guna memastikan bahwa pekerjaan telah sesuai dengan rancangan bekisting, wedgeties, dan bagian-bagian lainnya aman.    | Perkuatan bekisting & tenaga kerja dengan storig. | Sebelum dilakukan pengecoran bekisting diperiksa terlebih dahulu dan di kencingkan kembali bila ada bagian yang masih renggang dan tidak kuat. | Kerapatan beton, kuat dan kokoh                 | Visual | ✓ | - | - |

| PEKERJAAN PENGECORAN |           |     |               |               |       |   |   |   |  |                |        |              |                                  |
|----------------------|-----------|-----|---------------|---------------|-------|---|---|---|--|----------------|--------|--------------|----------------------------------|
| No.                  | PEKERJAAN | Bab | Pasal         | Sub- Pasal    | Point | Ketetapan dalam Rencana Kerja dan Syarat-Syarat (RKS)   | Parameter Mutu dalam Izin Pelaksanaan (IPL) | Hasil Pengamatan di Lapangan  | Kriteria yang Ditetapkan                   | Metode Inpeksi | Sesuai | Tidak Sesuai | KET                              |
| 1                    | UJI SLUMP | 4   | 3.Pelaksanaan | Test Silinder | 3.3.K | Selama pelaksanaan Kontraktor diharuskan mengadakan slump test menurut syarat-syarat dalam PBI 1971. Maksimum slump beton antara 10 – 15 cm. Cara pengujian slump adalah dengan Beton diambil tetap sebelum dituangkan kedalam cetakan beton (bekisting). Cetakan slump dibasahkan dan ditempatkan diatas kayu rata atau pelat baja. Cetakan di isi sampai kurang lebih sepertiganya. Kemudian adukan tersebut ditusuk-tusuk 25 kali dengan besi diameter 16 mm panjang 600 mm dengan ujung yang bulat (seperti peluru). Pengisian dilakukan dengan cara serupa untuk dua lapisan berikutnya. Setiap lapisan ditusuk-tusuk 25 kali dan setiap tusukan harus masuk satu lapisan di bawahnya. Setelah atasnya diratakan, maka dibiarkan setengah menit lalu cetakan diangkat perlahan-lahan dan diukur penurunannya (nilai slumpnya). | PBI 1971                                    | Uji slump dilakukan setelah beton ready mix tiba dilapangan, dimana nilai slump yang dipakai adalah $12 \pm 2$ cm | Memenuhi nilai slump yang telah ditetapkan | Tes, Visual    | ✓      | -            | Terdapat doklet keterangan beton |

|   |                     |   |                |                   |       |  |  |   |   |        |   |   |                                     |
|---|---------------------|---|----------------|-------------------|-------|--|--|---|---|--------|---|---|-------------------------------------|
| 2 | PENGECORAN<br>KOLOM | 4 | 2. Bahan-Bahan | Beton Ready-Mixed | 2.8.b | Denah dan semua peralatan untuk pengukuran, adukan dan pengantaran beton harus diperiksa oleh Pengawas yang ditunjuk sebelum pengadukan beton  | Metode kerja dan K3                                    | Seluruh pekerjaan wajib mendapat persetujuan dan diawasi oleh Konsultan Pengawas  | - | -      | ✓ | - | Wawancara dengan Konsultan Pengawas |
| 3 |                     | 6 | 3. Pelaksanan  | Pengecoran Beton  | 3.4.a | Pengecoran beton hanya dapat dilaksanakan atas persetujuan Perencana atau Konsultan Pengawas   | Metode kerja dan K3                                    | Pengecoran di proyek Menara BRI tidak akan dilakukan tanpa persetujuan MK   | - | -      | ✓ | - | -                                   |
| 4 |                     |   |                |                   | 3.7.f | Untuk menghindari keropos pada beton, maka pada waktu pengecoran digunakan internal concrete vibrator. Pemakaian external concrete vibrator tidak dibenarkan tanpa persetujuan Pengawas. | Metode kerja, hindari keropos, vibrator dimaksimalkan. | Vibrator digunakan saat pengecoran berlangsung agar udara yang terjebak dapat keluar serta untuk memadatkan hasil coran, sehingga beton tidak | - | Visual | ✓ | - | -                                   |
| 5 |                     |   |                |                   | 3.4.d | Apabila pengecoran beton akan dihentikan dan diteruskan pada hari berikutnya maka tempat perhentian tersebut harus disetujui oleh Perencana atau Konsultan Pengawas                      | Metode kerja dan K3                                    | Bila terjadi halangan sehingga pekerjaan pengecoran ingin dihentikan wajib mendapat persetujuan dari MK terlebih dahulu                       | - | -      | ✓ | - | Wawancara dengan Konsultan Pengawas |

| PEKERJAAN PEMBONGKARAN |                        |     |               |  |       |   |  |   |                          |                |        |              |                                     |
|------------------------|------------------------|-----|---------------|--|-------|---|--|---|--------------------------|----------------|--------|--------------|-------------------------------------|
| No.                    | PEKERJAAN              | Bab | Pasal         | Sub- Pasal                                 | Point | Ketetapan dalam Rencana Kerja dan Syarat-Syarat (RKS)   | Parameter Mutu dalam Izin Pelaksanaan (IPL)      | Hasil Pengamatan di Lapangan  | Kriteria yang Ditetapkan | Metode Inpeksi | Sesuai | Tidak Sesuai | KET                                 |
| 1                      | PEMBONGKARAN BEKISTING | 4   | 3.Pelaksanaan | Pekerjaan Pembongkaran Acuan dan Bekisting | 3.5.c | Acuan harus rapat (tidak bocor), permukaan licin, bebas dari kotoran-kotoran (tahi gergaji). Potongan kayu, tanah atau lumpur dan sebagainya sebelum pengecoran dilakukan, dan harus mudah dibongkar tanpa merusak permukaan beton                            | Kerapatan acuan, dan kebersihan bekisting kolom. | Sebelum pengecoran dilakukan pengecekan acuan oleh pihak pengawas agar tidak terjadi kebocoran. Serta saat pembongkaran dilakukan hati-hati agar beton yang sudah jadi tidak rusak. | Kedap air, tidak bocor   | Visual         | ✓      | -            | -                                   |
| 2                      |                        |     |               |  | 3.6   | Pembongkaran bekisting hanya boleh dilakukan dengan ijin tertulis dari Perencana atau Konsultan Pengawas. Setelah bekisting dibuka, tidak diijinkan mengadakan perubahan apapun pada permukaan beton tanpa persetujuan dari Perencana atau Konsultan Pengawas | Metode langkah pekerjaan dan K3                  | Untuk pembongkaran dibuat izin tertulis yaitu IPL (Izin Pelaksanaan Lapangan) . Perubahan selama proyek berlangsung belum pernah ada perubahan pada beton yang sudah jadi.          | -                        | Visual         | ✓      | -            | Wawancara dengan Konsultan Pengawas |
| 3                      |                        |     |               |  | 3.10  | Pekerjaan pembongkaran cetakan harus dilaporkan dan disetujui sebelumnya oleh Pengawas  | Metode kerja dan K3                              | Pembongkaran dilakukan ketika beton sudah mencukupi umur beton yang ditetapkan, yaitu berumur 14 hari untuk kemudian curing atau perawatan beton                                    | -                        | -              | ✓      | -            | Wawancara dengan Konsultan Pengawas |

|   |                 |   |               |                               |        |  |   |   |                    |   |   |   |                                     |
|---|-----------------|---|---------------|-------------------------------|--------|--|---|---|--------------------|---|---|---|-------------------------------------|
| 4 | CURING KOLOM    | 4 | 3.Pelaksanaan | Curing dan Perlindungan Beton | 3.9.a  | Beton harus dilindungi selama berlangsungnya proses pengerasan terhadap matahari, pengeringan oleh angin, hujan atau aliran air dan pengerasan secara mekanis atau pengeringan sebelum waktunya  | - | Beton yang jadi hanya dilindungi oleh plastik cor, namun tidak semuanya dilakukan   | Mutu beton terjaga | - | - | ✓ | Wawancara dengan Konsultan Pengawas |
| 5 |                 |   |               |                               | 3.9.b  | Untuk bahan curing dapat dipakai Concure 75 produksi Fosroc atau setara sebanyak 1 liter tiap 6 m <sup>2</sup> . Pemakaian bahan curing harus disetujui oleh pengawas  | - | Curing jarang dilakukan di proyek Menara BRI  | Mutu beton terjaga | - | - | ✓ | Wawancara dengan Konsultan Pengawas |
| 6 | PERBAIKAN KOLOM | 4 | 3.Pelaksanaan | Cacat pada Beton              | 3.24.f | Dalam hal terjadi keropos atau retak yang bukan struktur (karena penyusutan dan sebagainya) atau cacat beton lain yang nyata pada pembongkaran cetakan; "pengawas yang ditunjuk" harus diberi tahu secepatnya, dan tidak boleh dipleser atau ditambah kecuali diperintahkan oleh "pengawas yang ditunjuk". Pengisian/injeksi dengan air semen harus diadakan dengan perincian atau metoda yang paling memadai/cocok. | - | Perbaikan yang besar biasanya menggunakan injeksi beton integral, namun untuk retak atau keropos digunakan semen untuk memplester | -                  | - | ✓ | - | Wawancara dengan Konsultan Pengawas |



#### 4.2.2.1 Pembahasan

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan pada 34 item pekerjaan, Didapatkan 30 item pekerjaan yang dilaksanakan sesuai dengan Rencana Kerja dan Syarat- Syarat (RKS) yang ada pada proyek. Namun ada 4 item pekerjaan yang dilaksanakan tidak sesuai dengan Rencana Kerja dan Syarat-Syarat (RKS) proyek.

Persentase ketidaksesuaian tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

$$\text{Item tidak sesuai} = \frac{\text{Jumlah Tidak Sesuai}}{\text{Total Item Pekerjaan}} = \frac{4}{34} \times 100 \% = 11,76 \%$$

$$\begin{aligned} \text{Item Sesuai} &= \text{Jumlah Total} - \text{Jumlah Pekerjaan yang tidak sesuai RKS} \\ &= 100\% - 11,76\% \\ &= 88,24 \% \end{aligned}$$

Jadi didapat bahwa sebanyak **88,24%** dari seluruh item pekerjaan yang diamati telah sesuai dengan Rencana Kerja dan Syarat-Syarat Proyek Menara BRI Tahap 2.

Alasan penyebab ketidaksesuaian tersebut didapat dari hasil wawancara dengan Bapak Braspati Ginting dan Bapak Indra sebagai Pembimbing dan pengawas lapangan di Proyek Menara BRI- Tahap 2 yaitu sebagai berikut:

- a. Pada pekerjaan perakitan bekisting kepala kolom, tebal *plywood* yang digunakan pada RKS adalah 12 mm, sementara saat pengamatan dilakukan *plywood* yang digunakan adalah 9 mm. Hal ini dikarenakan perkerjaannya bersamaan dengan perakitan bekisting balok dan pelat. Untuk itu digunakan *plywood* yang sama dengan bekisting balok dan bisa menghemat biaya.

- b. Saat pekerjaan perakitan bekisting untuk mencegah kebocoran yang tertulis dalam RKS adalah menggunakan tape atau lakban sebagai penutup celah , namun di lapangan bahan yang digunakan adalah spons atau busa, jumlah di proyek tersedia banyak dan bisa dipakai untuk pekerjaan pengecoran bekisting balok dan pelat.
- c. Pekerjaan perawatan yang tertulis di RKS adalah melindungi beton dari pengerasan ataupun pengeringan sebelum waktunya, Untuk itu proyek menggunakan plastic cor untuk menjaga mutu beton, namun penggunaannya tidak selalu ada.
- d. Pada RKS, apabila pekerjaan pengecoran telah selesai maka dilakukan proses curing untuk menjaga mutu beton dengan memakai Concure 75, namun saat pengamatan di lapangan penggunaan curing Concure 75 yang tertulis dalam RKS tidak dilakukan, karena cuaca yang tidak menentu dan memasuki musim penghujan. Sehingga proyek memanfaatkan air hujan sebagai curing dikarenakan lebih hemat biaya dan waktu.

#### **4.3 Pengamatan Kebutuhan Material**

Hasil pengamatan kebutuhan material dalam pembahasan ini berisi mengenai banyak material yang dibutuhkan dalam melaksanakan pekerjaan kolom di Proyek Menara BRI Gatot Subroto. Perhitungan yang akan dijelaskan di bawah ini Metode kerja pekerjaan pembuatan struktur kolom dijelaskan sebagai berikut:

### 4.3.1 Kebutuhan Besi Kolom

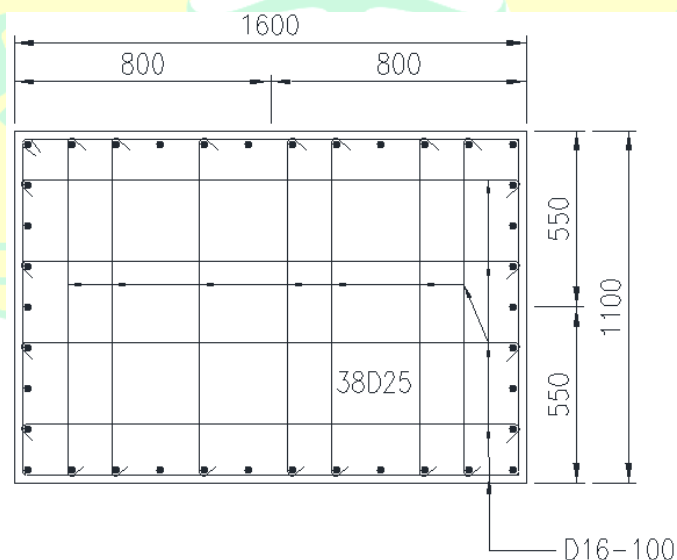
Kebutuhan material pekerjaan pembesian kolom terdiri dari beberapa jenis tulangan, antara lain tulangan utama, tulangan sengkang, tulangan ties arah x (horizontal) serta tulangan arah y (vertikal). Berikut akan dijelaskan kebutuhan material besi dalam kg per jenis tulangan.

**Tabel 4.2 Tipe Penulangan Kolom Lantai 5 Menara BRI Gatot Subroto**

| Tipe Kolom | Jumlah Kolom | Dimensi (mm) | Tulangan Utama | Jarak Tulangan Sengkang | Mutu Beton |
|------------|--------------|--------------|----------------|-------------------------|------------|
| KT1        | 1            | 950 x 1600   | 32D25          | D16-100                 | fc' 50 MPa |
| KT1A       | 1            | 1100 x 1600  | 38D25          | D16-100                 |            |
| KT1B       | 1            | 1100 x 1600  | 38D25          | D16-100                 |            |
| KT1C       | 1            | 1100 x 1600  | 38D25          | D16-100                 |            |
| KT1D       | 2            | 1100 x 2200  | 52D25          | D16-100                 |            |
| KT2        | 2            | 1100 x 1600  | 38D25          | D16-100                 |            |
| KT2A       | 1            | 1100 x 1600  | 38D25          | D16-100                 |            |
| KT2B       | 1            | 950 x 1600   | 32D25          | D16-100                 |            |
| KT2C       | 2            | 1100 x 2200  | 52D25          | D16-100                 |            |
| KT3        | 4            | 1100 x 1600  | 38D25          | D16-100                 |            |
| KT3A       | 2            | 1100 x 1600  | 38D25          | D16-100                 |            |

Sumber : *Shop Drawing*, Proyek Menara BRI Gatot Subroto Tahap 2, 2019.

Dalam mencari kebutuhan material beserta indeks besi kolom lantai 5 diambil kolom tipe KT1A sebagai contoh perhitungan.



(Sumber: *Shop Drawing* Proyek Menara BRI Gatot Subroto)  
**Gambar 4.26 Detail Kolom KT1A**

Tabel 4.3 Kolom Tipe KT1A

| Dimensi        | Selimut | Mutu Beton | Tulangan |          |          |          |
|----------------|---------|------------|----------|----------|----------|----------|
|                |         |            | Utama    | Sengkang | Arah X   | Arah Y   |
| 1100 x 1600 mm | 40 mm   | fc' 50 Mpa | 38D25    | D16-100  | 4D16-100 | 7D16-100 |

Sumber : Data Kelompok, Proyek Menara BRI Gatot Subroto, Jakarta Selatan, 2019

### A) Tulangan Utama

- a. Panjang Tulangan = Tinggi Kolom + *Overlap* ..... *Overlap* = 44D
- $$= (3,8 \text{ m} + 44 \times 0,025 \text{ m})$$
- $$= 4,9 \text{ m}$$
- b. Jumlah *bar bending* per 12 m' atau jumlah batang yang dipakai dari besi sepanjang 12 meter = 12 m/Panjang Tulangan
- $$= 12 \text{ m}/4,9 \text{ m}$$
- $$= 2 \text{ buah}$$
- c. Sisa Potongan atau sisa besi yang dipotong dari besi panjang 12 m
- $$= 12 \text{ m} - (\text{Panjang tulangan} \times \text{Jumlah } \textit{bar bending} \text{ per } 12 \text{ m'})$$
- $$= 12 \text{ m} - (4,9 \text{ m} \times 2)$$
- $$= 2,2 \text{ m}$$
- d. Berat Nominal Besi =  $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times \text{Berat Jenis Besi}$
- $$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,025 \text{ m})^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3$$
- $$= 3,85 \text{ kg/m}$$
- e. Berat Rencana
- $$= \text{Panjang tulangan utama} \times \text{Jumlah tulangan utama} \times \text{Berat nominal besi}$$
- $$= 4,9 \text{ m} \times 38 \times 3,85 \text{ kg/m}$$
- $$= 716,87 \text{ kg}$$

- f. Jumlah batang @ 12 m, atau jumlah batang yang dipesan sepanjang 12 m adalah = Jumlah tulangan utama/Jumlah bar bending per 12 m

$$= 38 \text{ buah}/2 \text{ buah}$$

$$= 19 \text{ buah}$$

- g. Berat Sisa Potongan

$$= \text{Sisa potongan (m)} \times \text{Berat nominal besi} \times \text{Jumlah batang @ 12 m yang dipesan}$$

$$= 2,2 \text{ m} \times 3,85 \text{ m} \times 19 \text{ buah}$$

$$= 160,93 \text{ kg}$$

- h. Berat yang Dipesan

$$= 12 \text{ m} \times \text{Berat nominal besi} \times \text{Jumlah batang dalam 12 m}$$

$$= 12 \text{ m} \times 3,85 \text{ kg/m}' \times 19 \text{ buah}$$

$$= 877,80 \text{ kg}$$

### **B) Tulangan Sengkang**

- a. Panjang Tulangan =  $2(\text{Panjang} - 2 \times \text{Selimut beton}) + 2(\text{Lebar} - 2 \times \text{Selimut beton}) + 2(\text{Kait sengkang} \times \text{Diameter sengkang})$
- $$= 2(1,6 \text{ m} - 2 \times 40 \text{ mm}) + 2(1,1 \text{ m} - 2 \times 40 \text{ mm}) + 2(6 \times 0,016 \text{ m})$$
- $$= 2(1,52 \text{ m}) + 2(1,02 \text{ m}) + 2(6 \times 0,016 \text{ m})$$
- $$= 5,272 \text{ m}$$

- b. Jumlah Sengkang

Jarak tulangan atas, bawah dan tengah sama-sama bernilai 100 mm, maka

$$\text{banyaknya tulangan sengkang adalah} = 3800 \text{ mm}/100 \text{ mm}$$

$$= 38 \text{ buah}$$

Untuk gambar sengkang terlampir pada Lampiran 3, halaman 155.

- c. Jumlah *bar bending* per 12 m' atau jumlah batang yang dipakai dari besi

$$\begin{aligned} \text{sepanjang 12 meter} &= 12 \text{ m/Panjang tulangan} \\ &= 12 \text{ m}/5,272 \text{ m} \\ &= 2 \text{ buah} \end{aligned}$$

- d. Sisa Potongan atau sisa besi yang dipotong dari besi panjang 12 m

$$\begin{aligned} &= 12 \text{ m} - (\text{Panjang tulangan} \times \text{Jumlah } \textit{bar bending} \text{ per } 12 \text{ m}') \\ &= 12 \text{ m} - (5,272 \text{ m} \times 2) \\ &= 1,456 \text{ m} \end{aligned}$$

- e. Berat Nominal Besi =  $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times \text{Berat Jenis Besi}$

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,016 \text{ m})^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= 1,58 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

- i. Berat Terpasang

$$\begin{aligned} &= \text{Panjang tulangan sengkang} \times \text{Jumlah tulangan sengkang} \times \text{Berat nominal} \\ &\quad \text{besi} \\ &= 5,272 \text{ m} \times 38 \times 1,58 \text{ kg/m} \\ &= 316,53 \text{ kg} \end{aligned}$$

- j. Jumlah batang @ 12 m

$$\begin{aligned} &= \text{Jumlah tulangan sengkang/Jumlah } \textit{bar bending} \text{ per } 12 \text{ m} \\ &= 38 \text{ buah}/2 \text{ buah} \\ &= 19 \text{ buah} \end{aligned}$$

- k. Berat Sisa Potongan

Sisa potongan sengkang sebesar 1,456 m habis digunakan untuk tulangan ties arah y (D) yang panjangnya 1,212 m, maka tidak ada sisa dari tulangan sengkang atau sama dengan nol.

k. Berat yang Dipesan

$$\begin{aligned}
 &= 12 \text{ m} \times \text{Berat nominal besi} \times \text{Jumlah batang dalam 12 m} \\
 &= 12 \text{ m} \times 1,58 \text{ kgm}' \times 19 \text{ buah} \\
 &= 360,26 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

### C) Tulangan Ties Arah X/Arah Horizontal

a. Panjang Tulangan =  $2(\text{Panjang} - 2 \times \text{Selimut beton}) + 2(\text{Kait ties})$

$$\begin{aligned}
 &= 2(1,6 \text{ m} - 2 \times 40 \text{ mm}) + 2(6 \times \text{Diameter ties}) \\
 &= 2(1,52 \text{ m}) + 2(6 \times 0,016 \text{ m}) \\
 &= 1,712 \text{ m}
 \end{aligned}$$

b. Jumlah Ties

$$\begin{aligned}
 &= (3800 \text{ mm}/100 \text{ mm}) \times \text{Banyak ties arah x} \\
 &= (3800 \text{ mm}/100 \text{ mm}) \times 4 \text{ buah} \\
 &= 152 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

c. Jumlah *bar bending* per 12 m' atau jumlah batang yang dipakai dari besi sepanjang 12 meter

$$\begin{aligned}
 &= 12 \text{ m}/\text{Panjang tulangan} \\
 &= 12 \text{ m}/1,712 \text{ m} \\
 &= 7 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

d. Sisa Potongan atau sisa besi yang dipotong dari besi panjang 12 m

$$\begin{aligned}
 &= 12 \text{ m} - (\text{Panjang tulangan} \times \text{Jumlah } \textit{bar bending} \text{ per } 12 \text{ m}') \\
 &= 12 \text{ m} - (1,712 \text{ m} \times 7) \\
 &= 0,016 \text{ m}
 \end{aligned}$$

e. Berat Nominal Besi = 1,58 kg/m

f. Berat Terpasang

$$= \text{Panjang tulangan ties} \times \text{Jumlah tulangan ties} \times \text{Berat nominal besi}$$

$$= 1,712 \text{ m} \times 152 \times 1,58 \text{ kg/m}$$

$$= 411,15 \text{ kg}$$

l. Jumlah batang @ 12 m

$$= \text{Jumlah tulangan ties arah/Jumlah bar bending per 12 m}$$

$$= 152 \text{ buah}/7 \text{ buah}$$

$$= 22 \text{ buah}$$

m. Berat Sisa Potongan

$$= \text{Sisa potongan (m)} \times \text{Berat nominal besi} \times \text{Jumlah batang @ 12 m}$$

$$= 0,016 \text{ m} \times 1,58 \text{ m} \times 22 \text{ buah}$$

$$= 0,56 \text{ kg}$$

n. Berat yang Dipesan

$$= 12 \text{ m} \times \text{Berat nominal besi} \times \text{Jumlah batang dalam 12 m}$$

$$= 12 \text{ m} \times 1,58 \text{ kg/m} \times 22 \text{ buah}$$

$$= 417,12 \text{ kg}$$

#### **D) Tulangan Ties Arah Y/Arah Vertikal**

a. Panjang Tulangan =  $2(\text{Lebar} - 2 \times \text{Selimut beton}) + 2(\text{Kait ties})$

$$= 2(1,1 \text{ m} - 2 \times 40 \text{ mm}) + 2(6 \times \text{Diameter ties})$$

$$= 2(1,02 \text{ m}) + 2(6 \times 0,016 \text{ m})$$

$$= 1,212 \text{ m}$$

b. Jumlah Ties

$$= (3800 \text{ mm}/100 \text{ mm}) \times \text{Banyak ties arah y}$$



$$= (3800 \text{ mm}/100 \text{ mm}) \times 7 \text{ buah}$$

$$= 266 \text{ buah}$$

Akan tetapi, karena tulangan ties ini sebagian diambil dari sisa tulangan sengkang (B), maka jumlah besi ties (D) yang baru dihitung sebagai berikut.

$$= \text{Jumlah ties (D)} - \text{Jumlah sengkang (B)}$$

$$= 266 \text{ buah} - 19 \text{ buah}$$

$$= 247 \text{ buah}$$

c. Jumlah *bar bending* per 12 m' atau jumlah batang yang dipakai dari besi

$$\text{sepanjang 12 meter} = 12 \text{ m}/\text{Panjang tulangan}$$

$$= 12 \text{ m}/1,212 \text{ m}$$

$$= 9 \text{ batang}$$

d. Sisa Potongan atau sisa besi yang dipotong dari besi panjang 12 m

$$= 12 \text{ m} - (\text{Panjang tulangan} \times \text{Jumlah } \textit{bar bending} \text{ per } 12 \text{ m}')$$

$$= 12 \text{ m} - (1,212 \text{ m} \times 9)$$

$$= 1,092 \text{ m}$$

Sementara itu, untuk sisa besi yang berasal dari tulangan sengkang adalah sepanjang:

$$= 1,456 \text{ m} - 1,212 \text{ m}$$

$$= 0,244 \text{ m}$$

e. Berat Nominal Besi = 1,58 kg/m

f. Berat Terpasang

$$= \text{Panjang tulangan ties} \times \text{Jumlah tulangan ties} \times \text{Berat nominal besi}$$

$$= 1,212 \text{ m} \times 266 \times 1,58 \text{ kg/m}$$

$$= 509,38 \text{ kg}$$

o. Jumlah batang @ 12 m

$$= \text{Jumlah ties/ Jumlah bar bending per 12 m'}$$

$$= 247 \text{ buah/9 buah}$$

$$= 28 \text{ buah}$$

p. Berat Sisa Potongan

$$= \text{Sisa potongan (m) x Berat nominal besi x Jumlah batang @ 12 m}$$

$$= 1,092 \text{ m x 1,58 m x 28 buah}$$

$$= 48,31 \text{ kg}$$

Sedangkan untuk sisa besi yang berasal dari tulangan sengkang adalah sebanyak:

$$= \text{Sisa potongan dari sengkang x Berat nominal besi x Jumlah batang sisa sengkang dalam 12 m}$$

$$= 0,244 \text{ m x 1,58 kg/m' x 19 buah}$$

$$= 7,32 \text{ kg}$$

Maka, total berat sisa potongan besi D adalah:

$$= 48,31 \text{ kg} + 7,32 \text{ kg} = 217,1 \text{ kg}$$

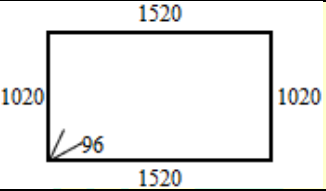
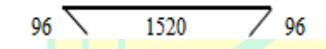
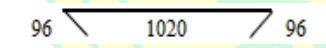
q. Berat yang Dipesan

$$= 12 \text{ m x Berat nominal besi x Jumlah batang dalam 12 m}$$

$$= 12 \text{ m x 1,58 kg/m' x 28}$$

$$= 530,88 \text{ kg}$$

Tabel 4.4 Tabel *Bar Bending Schedule* (Bestat) Kebutuhan Besi Kolom KT1A (1100/1600)

| No.          | Dia-<br>meter | Model   | Panjang<br>Model<br>(mm) | Jumlah<br>(bh) | Jumlah<br>bar<br>bending/12<br>m' (bh) | Sisa<br>Potongan<br>(mm) | Berat<br>Nomina<br>l Besi<br>(kg/m') | Berat<br>Terpasang<br>(kg) | Jumlah<br>Batang<br>@ 12 m | Berat<br>Sisa<br>Potongan<br>(kg) | Berat<br>Pesanan<br>(kg) |
|--------------|---------------|---|--------------------------|----------------|--|--------------------------|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| A)           | 38 D<br>25    | 4900  | 4900                     | 38             | 2                                      | 2200                     | 3,58                                 | 716,87                     | 19                         | 160,93                            | 877,80                   |
| B)           | D16-<br>100   |  | 5272                     | 38             | 2                                      | 1456<br>(ke D)           | 1,58                                 | 316,53                     | 19                         | 0                                 | 360,24                   |
| C)           | 4D16-<br>100  |  | 1712                     | 152            | 7                                      | 16                       | 1,58                                 | 411,15                     | 22                         | 0,56                              | 417,12                   |
| D)           | 7D16-<br>100  |  | 1212                     | 266<br>247     | 9                                      | 1092<br>244              | 1,58                                 | 509,38                     | 28                         | 48,31<br>7,32                     | 530,88                   |
| <b>Total</b> |               |   |                          |                |  |                          |                                      | <b>1953,93</b>             |                            | <b>217,12</b>                     | <b>2186,04</b>           |

Sumber : Data Kelompok, Proyek Menara BRI Gatot Subroto, Jakarta Selatan, 2019

Tabel *bar bending schedule*/bestat untuk kolom berdimensi 950/1600 terlampir pada Lampiran 4, halaman 156, sedangkan untuk dimensi 1600/2200 terlampir pada Lampiran 5, halaman 157.

Jika tabel di atas menunjukkan rekapitulasi untuk kolom tipe KT1A, maka berikut ini merupakan rekapitulasi pembesian seluruh kolom di lantai lima Proyek Menara BRI Gatot Subroto.

**Tabel 4.5 Rekapitulasi Kebutuhan Besi Kolom Lantai 5**

| No.          | Tipe Kolom | As  | Dimensi (mm) | Total Berat Terpasang (kg) | Total Berat Dipesan (kg) | Total Sisa Besi (kg) |
|--------------|------------|-----|--------------|----------------------------|--------------------------|----------------------|
| 1            | KT1        | C-2 | 950 x 1600   | 1656,90                    | 1819,92                  | 158,26               |
| 2            | KT1A       | D-2 | 1100 x 1600  | 1953,93                    | 2186,04                  | 217,62               |
| 3            | KT1B       | E-2 | 1100 x 1600  | 1953,93                    | 2186,04                  | 217,62               |
| 4            | KT1C       | F-2 | 1100 x 1600  | 1953,93                    | 2186,04                  | 217,62               |
| 5            | KT1D       | B-3 | 1100 x 2200  | 2579,73                    | 2926,56                  | 682,39               |
| 6            | KT1D       | B-4 | 1100 x 2200  | 2579,73                    | 2926,56                  | 682,39               |
| 7            | KT2        | F-2 | 1100 x 1600  | 1953,93                    | 2186,04                  | 217,62               |
| 8            | KT2        | G-2 | 1100 x 1600  | 1953,93                    | 2186,04                  | 217,62               |
| 9            | KT2A       | H-2 | 1100 x 1600  | 1953,93                    | 2186,04                  | 217,62               |
| 10           | KT2B       | I-2 | 950 x 1600   | 1656,90                    | 1819,92                  | 158,26               |
| 11           | KT2C       | I-3 | 1100 x 2200  | 2579,73                    | 2926,56                  | 682,39               |
| 12           | KT2C       | I-4 | 1100 x 2200  | 2579,73                    | 2926,56                  | 682,39               |
| 13           | KT3        | C-5 | 1100 x 1600  | 1953,93                    | 2186,04                  | 217,62               |
| 14           | KT3        | D-5 | 1100 x 1600  | 1953,93                    | 2186,04                  | 217,62               |
| 15           | KT3        | E-5 | 1100 x 1600  | 1953,93                    | 2186,04                  | 217,62               |
| 16           | KT3        | F-5 | 1100 x 1600  | 1953,93                    | 2186,04                  | 217,62               |
| 17           | KT3A       | G-5 | 1100 x 1600  | 1953,93                    | 2186,04                  | 217,62               |
| 18           | KT3A       | H-5 | 1100 x 1600  | 1953,93                    | 2186,04                  | 217,62               |
| <b>Total</b> |            |     |              | <b>37079,91</b>            | <b>41578,56</b>          | <b>5651,33</b>       |

Sumber : Data Kelompok, Proyek Menara BRI Gatot Subroto, 2019

Perhitungan kebutuhan pembesian pada tabel di atas dapat digunakan untuk mendapat indeks atau koefisien kebutuhan material besi kolom untuk satu lantai.

Di bawah ini adalah cara menghitung indeks tulangan kolom pada lantai lima.

$$\text{Indeks} = \frac{\text{Berat pesanan}}{\text{Berat terpasang}} = \frac{41578,56 \text{ kg}}{37079,91 \text{ kg}} = 1,1$$

#### 4.3.2 Kebutuhan Beton *Readymix* Kolom

Pengecoran dilakukan per tahap yang dibagikan ke dalam tiga zona.

Perhitungan indeks material beton membutuhkan data jumlah beton yang

digunakan pada kolom. Jumlah yang dibutuhkan tiap kolom berbeda karena adanya dimensi yang berbeda-beda. Perhitungan ini membutuhkan data-data berupa gambar kerja, izin pelaksanaan lapangan, *mapping* kolom, dan juga dokumen keterangan truk *mixer* (doket). Berikut adalah perhitungan kolom yang dinjau:

**a. Kolom KT1**

$$\text{Dimensi Kolom} = 950 \text{ mm} \times 1600 \text{ mm} \Rightarrow 0,95 \text{ m} \times 1,6 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi Kolom Beton} &= \text{Elevasi} - \text{Tinggi Balok} - 10 \text{ cm} \\ &= 3,80 \text{ m} - 0,70 \text{ m} - 0,1 \text{ m} = 3,0 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Banyak Beton yang Dibutuhkan} &= \text{Dimensi Kolom} \times \text{Tinggi Kolom Beton} \\ &= (0,95 \text{ m} \times 1,6 \text{ m}) \times 3,0 \text{ m} = 4,56 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

**b. Kolom KT1A**

$$\text{Dimensi Kolom} = 1100 \text{ mm} \times 1600 \text{ mm} \Rightarrow 1,1 \text{ m} \times 1,6 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi Kolom Beton} &= \text{Elevasi} - \text{Tinggi Balok} - 10 \text{ cm} \\ &= 3,80 \text{ m} - 0,70 \text{ m} - 0,1 \text{ m} = 3,0 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Banyak Beton yang Dibutuhkan} &= \text{Dimensi Kolom} \times \text{Tinggi Kolom Beton} \\ &= (1,1 \text{ m} \times 1,6 \text{ m}) \times 3,0 \text{ m} = 5,28 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

**c. Kolom KT1D**

$$\text{Dimensi Kolom} = 1100 \text{ mm} \times 2200 \text{ mm} \Rightarrow 1,1 \text{ m} \times 2,2 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi Kolom Beton} &= \text{Elevasi} - \text{Tinggi Balok} - 10 \text{ cm} \\ &= 3,80 \text{ m} - 0,70 \text{ m} - 0,1 \text{ m} = 3,0 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Banyak Beton yang Dibutuhkan} &= \text{Dimensi Kolom} \times \text{Tinggi Kolom Beton} \\ &= (1,1 \text{ m} \times 2,2 \text{ m}) \times 3,0 \text{ m} = 7,26 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan volume beton setiap tipe kolom yang telah dibuat, maka volume pekerjaan per zona sebesar:

Zona 1 As B-3 sampai dengan As D-5 terdapat 6 kolom membutuhkan 34,92 m<sup>3</sup>, seperti yang tertera pada tabel di bawah.

**Tabel 4.6 Rekapitulasi Kebutuhan Beton Kolom Zona 1**

| <b>Tipe Kolom</b> | <b>Dimensi (mm)</b> | <b>Letak As'</b> | <b>Volume (m<sup>3</sup>)</b> |
|-------------------|---------------------|------------------|-------------------------------|
| KT1D              | 1100 x 2200         | B-3              | 7,26                          |
| KT1D              | 1100 x 2200         | B-4              | 7,26                          |
| KT1               | 950 x 1600          | C-2              | 4,56                          |
| KT3               | 1100 x 1600         | C-5              | 5,28                          |
| KT1A              | 1100 x 1600         | D-2              | 5,28                          |
| KT3               | 1100 x 1600         | D-5              | 5,28                          |
| <b>Total</b>      |                     |                  | <b>34,92</b>                  |

Sumber : Data Kelompok Tugas Akhir, 2019

Zona 2 As E-2 sampai dengan As F-5 terdapat 5 kolom membutuhkan 26,40 m<sup>3</sup>, seperti yang tertera pada tabel di bawah.

**Tabel 4.7 Rekapitulasi Kebutuhan Beton Kolom Zona 2**

| <b>Tipe Kolom</b> | <b>Dimensi (mm)</b> | <b>Letak As'</b> | <b>Volume (m<sup>3</sup>)</b> |
|-------------------|---------------------|------------------|-------------------------------|
| KT1B              | 1100 x 1600         | E-2              | 5,28                          |
| KT3               | 1100 x 1600         | E-5              | 5,28                          |
| KT1C              | 1100 x 1600         | F-2              | 5,28                          |
| KT2               | 1100 x 1600         | F-2              | 5,28                          |
| KT3               | 1100 x 1600         | F-5              | 5,28                          |
| <b>Total</b>      |                     |                  | <b>26,40</b>                  |

Sumber : Data Kelompok Tugas Akhir, 2019

Zona 3 As G-2 sampai dengan As I-4 terdapat 7 kolom membutuhkan 40,20 m<sup>3</sup>, seperti yang tertera pada tabel di bawah.

**Tabel 4.8 Rekapitulasi Kebutuhan Beton Kolom Zona 3**

| <b>Tipe Kolom</b> | <b>Dimensi (mm)</b> | <b>Letak As'</b> | <b>Volume (m<sup>3</sup>)</b> |
|-------------------|---------------------|------------------|-------------------------------|
| KT2               | 1100 x 1600         | G-2              | 5,28                          |
| KT3A              | 1100 x 1600         | G-5              | 5,28                          |
| KT2A              | 1100 x 1600         | H-2              | 5,28                          |
| KT3A              | 1100 x 1600         | H-5              | 5,28                          |
| KT2B              | 950 x 1600          | I-2              | 4,56                          |
| KT2C              | 1100 x 2200         | I-3              | 7,26                          |
| KT2C              | 1100 x 2200         | I-4              | 7,26                          |
| <b>Total</b>      |                     |                  | <b>40,20</b>                  |

Berdasarkan wawancara yang dilakukan kepada pihak proyek, beton *readymix* yang dipesan untuk melaksanakan pengecoran kolom zona 1, zona 2, dan

zona 3 secara berturut-berturut adalah  $35 \text{ m}^3$ ,  $27 \text{ m}^3$ , dan  $42 \text{ m}^3$ . Sementara itu, jumlah beton yang dibutuhkan tertera pada tabel rekapitulasi di atas untuk zona 2, zona 2, dan zona 3 yang sebesar  $34,92 \text{ m}^3$ ,  $26,40 \text{ m}^3$ , dan  $40,20 \text{ m}^3$ . Jika data tersebut dimasukkan ke dalam tabel, maka akan terlihat seperti tabel di bawah ini:

**Tabel 4.9 Volume Pemesanan Beton**

| Lokasi | Volume Pakai ( $\text{m}^3$ ) | Truk Mixer (buah) | Volume Pesan ( $\text{m}^3$ ) |
|--------|-------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| Zona 1 | 34,92                         | 5                 | 35                            |
| Zona 2 | 26,40                         | 4                 | 27                            |
| Zona 3 | 40,20                         | 6                 | 41                            |

Sumber : Data Kelompok, Proyek Menara BRI Gatot Subroto, 2019

- a. Total Beton yang dibutuhkan =  $34,92 \text{ m}^3 + 26,40 \text{ m}^3 + 40,20 \text{ m}^3 = 101,52 \text{ m}^3$   
 b. Total Beton yang dipesan =  $35 \text{ m}^3 + 27 \text{ m}^3 + 41 \text{ m}^3 = 103 \text{ m}^3$

Maka perhitungan indeksnya adalah:

$$\text{Indeks} = \frac{\text{Beton yang dipesan}}{\text{Beton yang dibutuhkan}} = \frac{103 \text{ m}^3}{101,52 \text{ m}^3} = 1,02$$

### 4.3.3 Kebutuhan Bekisting Kolom

Kebutuhan bekisting kolom termasuk komponen penyusunnya dihitung jumlahnya per satuan bekisting kolom. Bekisting yang digunakan untuk kolom pada proyek ini adalah bekisting *Adjustable Module Column* (ADMC) dengan pelat baja hitam sebagai cetakan beton. Karena bekisting didatangkan per unit maka perhitungannya menggunakan satuan unit serta luasan bekisting yang dibutuhkan. Perhitungan bekisting kolom yang akan dijelaskan ada 3 (tiga) jenis bekisting kolom yaitu KT1 (950/1600), KT1A (1100/1600), dan KT1D (1100/2200).

#### A. Luas Pelat Baja Hitam Bekisting

Pelat baja bekisting adalah pelat yang sudah menempel langsung dengan bekisting ADMC. Tebal pelat hitam adalah 1,2 cm. Bagian pelat hitam pada bekisting kolom ditunjukkan di dalam gambar berikut.



**Gambar 4.27 Pelat Baja Hitam Bekisting ADMC**

Sumber : Data Kelompok, Proyek Menara BRI Gatot Subroto, Jakarta Selatan, 2019

1) **Kolom KT1**

Dimensi Kolom KT1 = 950 mm x 1600 mm, Tinggi Kolom = 3800 mm

Luas I = 950 mm x 3800 mm = 3,61 m<sup>2</sup>

Luas II = 1600 mm x 3800 mm = 6,08 m<sup>2</sup>

Luas Pelat Baja yang Dibutuhkan = 2(Luas I) + 2(Luas II) = 19,38 m<sup>2</sup>

2) **Kolom KT1A**

Dimensi Kolom KT1 = 1100 mm x 1600 mm, Tinggi Kolom = 3800 mm

Luas I = 1100 mm x 3800 mm = 4,18 m<sup>2</sup>

Luas II = 1600 mm x 3800 mm = 6,08 m<sup>2</sup>

Luas Pelat Baja yang Dibutuhkan = 2(Luas I) + 2(Luas II) = 20,52 m<sup>2</sup>

3) **Kolom KT1D**

Dimensi Kolom KT1 = 1100 mm x 2200 mm, Tinggi Kolom = 3800 mm

Luas I = 1100 mm x 3800 mm = 4,18 m<sup>2</sup>

Luas II = 2200 mm x 3800 mm = 8,35 m<sup>2</sup>

Luas Pelat Baja yang Dibutuhkan = 2(Luas I) + 2(Luas II) = 25,08 m<sup>2</sup>

**Tabel 4.10 Rekapitulasi Kebutuhan Bekisting Lantai 5**

| Tipe | As  | Dimensi (mm) | Tinggi Kolom (mm) | Luas I (m <sup>2</sup> ) | Luas II (m <sup>2</sup> ) | Vol. Bekisting (m <sup>2</sup> ) |
|------|-----|--------------|-------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| KT1  | C-2 | 950/1600     | 3800              | 3,61                     | 6,08                      | 19,38                            |
| KT1A | D-2 | 1100/1600    |                   | 4,18                     | 6,08                      | 20,52                            |
| KT1B | E-2 | 1100/1600    |                   | 4,18                     | 6,08                      | 20,52                            |
| KT1C | F-2 | 1100/1600    |                   | 4,18                     | 6,08                      | 20,52                            |



|              |     |           |      |      |               |
|--------------|-----|-----------|------|------|---------------|
| KT1D         | B-3 | 1100/2200 | 4,18 | 8,36 | 25,08         |
| KT1D         | B-4 | 1100/2200 | 4,18 | 8,36 | 25,08         |
| KT2          | F-2 | 1100/1600 | 4,18 | 6,08 | 20,52         |
| KT2          | G-2 | 1100/1600 | 4,18 | 6,08 | 20,52         |
| KT2A         | H-2 | 1100/1600 | 4,18 | 6,08 | 20,52         |
| KT2B         | I-2 | 950/1600  | 3,61 | 6,08 | 19,38         |
| KT2C         | I-3 | 1100/2200 | 4,18 | 8,36 | 25,08         |
| KT2C         | I-4 | 1100/2200 | 4,18 | 8,36 | 25,08         |
| KT3          | C-5 | 1100/1600 | 4,18 | 6,08 | 20,52         |
| KT3          | D-5 | 1100/1600 | 4,18 | 6,08 | 20,52         |
| KT3          | E-5 | 1100/1600 | 4,18 | 6,08 | 20,52         |
| KT3          | F-5 | 1100/1600 | 4,18 | 6,08 | 20,52         |
| KT3A         | G-5 | 1100/1600 | 4,18 | 6,08 | 20,52         |
| KT3A         | H-5 | 1100/1600 | 4,18 | 6,08 | 20,52         |
| <b>Total</b> |     |           |      |      | <b>385,32</b> |

Sumber : Data Kelompok, Proyek Menara BRI Gatot Subroto, Jakarta Selatan, 2019

Berdasarkan surat permintaan material dari bagian gudang/logistik, bekisting ADMC yang dipesan adalah sebesar luasan 400,764 m<sup>2</sup> (20 unit bekisting) yang bisa dipakai berulang kali untuk lantai-lantai lain. Maka dari itu, indeks bekisting

kolom lantai 5 adalah:  $\frac{\text{Jumlah bekisting yang dipesan}}{\text{Jumlah bekisting yang dibutuhkan}} = \frac{400,764 \text{ m}^2}{385,32 \text{ m}^2} = 1,04$ .

### B. Tie Rod

*Tie rod* adalah alat yang berfungsi untuk mengunci *waller* atau sabuk bekisting agar kaku dan tidak lepas. Posisi *tie rod* ditunjukkan di **gambar 4.28**. Berikut adalah perhitungan jumlah *tie rod*.



**Gambar 4.28 Tie Rod dan Wing Nut**

Sumber : Data Kelompok, Proyek Menara BRI Gatot Subroto, Jakarta Selatan, 2019

- 1) 1 sisi/panel bekisting terdapat 5 *tie rod*.
- 2) 1 bekisting terdapat 2 sisi/panel, maka = 5 buah *tie rod* x 2 = 10 buah *tie rod*.

Jumlah bekisting ada 2 maka,  $10 \times 2 = 20$  buah *tie rod*.

### C. *Wing Nut*

*Wing nut* adalah material atau alat bantu untuk mengencangkan *tie rod* yang berfungsi sebagai mur *tie rod* bekisting. Berikut adalah perhitungan jumlah *wing nut*. Posisi *wing nut* ditunjukkan di dalam **Gambar 4.28**.

- 1) 1 sisi/panel bekisting terdapat 10 *wing nut*.
- 2) 1 bekisting terdapat 2 sisi/panel, maka =  $10 \text{ buah} \times 2 = 20$  buah *wing nut*.

Jumlah bekisting ada 2 maka,  $20 \times 2 = 40$  buah *wing nut*.

### D. *Adjustable Push Pull Props*

*Adjustable push pull props* atau biasa disebut dengan *support* kolom merupakan penyangga bekisting agar dapat berdiri dengan lurus dan tegak. Jumlah *support* kolom terdapat satu buah atau lebih pada setiap sisi bekisting kolom, tergantung ukuran bekisting yang digunakan. Bagian *support* kolom ditunjukkan di dalam gambar berikut.



**Gambar 4.29 Support Kolom**

Sumber : Data Kelompok, Proyek Menara BRI Gatot Subroto, Jakarta Selatan, 2019

Kebutuhan *support* kolom adalah:

- 1) Untuk 1 *support* kolom dalam 1 panel:  
1 sisi bekisting = 1 *support* kolom

2 sisi bekisting = 2 *support* kolom

2) Untuk 2 *support* kolom dalam 1 panel:

1 sisi bekisting = 2 *support* kolom

2 sisi bekisting = 4 *support* kolom

Jumlah bekisting adalah 2 *support* + 4 *support* = 6 *support* kolom.

#### 4.3.4 Kebutuhan Kawat Bendrat

Kawat bendrat digunakan sebagai pengikat antar baja tulangan agar dapat membentuk struktur sesuai rencana. Dalam pemakaian kawat bendrat biasa digunakan dua lapis kawat agar lebih kuat saat mengikat baja tulangan. Berdasarkan wawancara yang dilakukan dengan staf gudang, Bapak Mulyo, untuk kolom berdimensi kecil dan sedang membutuhkan 20 kg kawat bendrat, dan kolom berdimensi besar membutuhkan 30 kg kawat bendrat, yang berarti dapat disimpulkan dengan berikut:

- a. Kolom dengan dimensi 950 mm x 1600 mm dan dimensi 1100 mm x 1600 mm memesan 20 kg kawat bendrat. Karena jika ditotal tipe kolom dengan kedua dimensi tersebut berjumlah 14 kolom, maka =  $20 \times 14 = 280$  kg
- b. Kolom berdimensi 1100 x 2200 mm memesan 30 kg kawat bendrat. Karena tipe kolom dengan dimensi tersebut berjumlah 4 kolom, maka =  $30 \times 4 = 120$  kg
- c. Total pemesanan kawat bendrat untuk pekerjaan kolom dalam satu lantai:  
=  $280 \text{ kg} + 120 \text{ kg} = 400 \text{ kg}$

Kebutuhan rencana kawat bendrat di atas dihitung untuk memperkirakan berapa banyak kawat ikat/bendrat yang akan diperlukan dalam mengerjakan perakitan tulangan pembesian di lapangan. Dengan didapatkannya perhitungan

kebutuhan rencana dari kawat bendrat, maka indeks material kawat bendrat dihitung terhadap volume besi tulangan yang terpasang di lapangan, seperti berikut:

$$\text{Indeks} = \frac{\text{Berat rencana kawat}}{\text{Volume besi terpasang}} = \frac{400 \text{ kg}}{37079,91 \text{ kg}} = 0,011$$

#### 4.3.5 Kebutuhan Minyak Bekisting

Agar bekisting mudah dilepas dan tidak menempel pada beton yang dicor, maka sebelum dipasang bagian dalam cetakan atau bekisting terlebih dahulu harus diolesi dengan minyak atau pelumas khusus yang disebut dengan minyak bekisting. Di proyek ini digunakan solar sebagai minyak bekisting. Berdasarkan wawancara yang dilakukan dengan staf gudang, Bapak Mulyo, setiap kolom yang akan dicor menghabiskan 1,5 liter minyak bekisting. Jumlah kolom yang akan dicor pada lantai 5 berjumlah 18 kolom, maka jumlah solar atau minyak bekisting yang dibutuhkan untuk satu lantai sebanyak = (18 kolom x 1,5 liter) = 27 liter solar.

Dalam pelaksanaan di lapangan yang menggunakan bekisting ADMC, solar atau minyak bekisting diolesi di plat baja hitam bekisting kolom, sehingga indeks kebutuhan minyak bekisting dihitung pada setiap luasan bekisting. Maka perhitungan indeks minyak bekisting kolom di lantai 5 dihitung terhadap luasan bekisting kolom di lantai tersebut, seperti berikut:

$$\text{Indeks} = \frac{\text{Jumlah solar yang direncanakan}}{\text{Jumlah luasan bekisting kolom lt.5}} = \frac{27 \text{ liter}}{385,32 \text{ m}^2} = 0,070$$

#### 4.3.6 Kebutuhan Sepatu Kolom

Pemasangan sepatu kolom dilakukan setelah tulangan kolom terpasang, yang dilakukan dengan mengelas tulangan sengan ke siku/profil baja siku L. Sepatu

kolom berfungsi untuk memastikan dimensi kolom serta sebagai jarak selimut beton dan patokan bekisting agar bagian bawahnya tidak bergeser. Besi sepatu kolom biasa dibuat menggunakan besi D10.

Untuk 1 kolom:

a. Setiap sudut kolom menggunakan 2 besi, maka dibutuhkan:

$$= 4 \times 2 = 8 \text{ besi sepatu kolom untuk setiap sudutnya.}$$

b. Panjang besi sepatu kolom adalah 30 cm. Maka, Panjang besi sepatu kolom untuk 1 kolom =  $30 \text{ cm} \times 8 = 240 \text{ cm}$  atau 2,4 m.

c. Berat besi sepatu kolom untuk 1 kolom:

$$= 2,4 \text{ m} \times \left(\frac{1}{4} \times \pi \times (10 \text{ mm}/1000)^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3\right)$$

$$= 2,4 \text{ m} \times 0,616 \text{ kg/m}$$

$$= 1,48 \text{ kg}$$

d. Untuk 18 kolom, maka total panjang besi sepatu kolom:

$$= 2,4 \text{ m} \times 18 \text{ kolom} = 43,2 \text{ m}$$

e. Total berat besi sepatu kolom adalah:

$$= \text{Total panjang besi sepatu kolom} \times \text{Berat besi D10 per meter}$$

$$= 43,2 \text{ m} \times \left(\frac{1}{4} \times \pi \times (10 \text{ mm}/1000)^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3\right)$$

$$= 43,2 \text{ m} \times 0,616 \text{ kg/m}$$

$$= 26,62 \text{ kg}$$

Namun kenyataan di lapangan, besi sepatu kolom dibuat menggunakan besi-besi sisa yang sudah tidak digunakan lagi dengan panjang dan diameter yang tidak menentu. Sisa besinya pun bisa didapat dari mana saja, seperti dari sisa besi balok, pelat maupun kolom.

#### 4.3.7 Kebutuhan Beton *Decking*

Pemasangan beton *decking* atau selimut beton dilakukan setelah pekerjaan pembesian selesai. Beton *decking* terbuat dari sisa beton yang digunakan setelah pengecoran kolom yang didapat langsung dari *truck mixer*. Beton *decking* dipasang pada pembesian kolom masing-masing kurang lebih berjarak 1 (satu) meter. Setiap 1 sisi pembesian kolom dipasang 2 buah beton *decking* yang memiliki tinggi jarak antar beton *decking* sebesar 1 meter.

a. Jumlah beton *decking* untuk 1 sisi kolom:

$$= \frac{\text{Tinggi kolom}}{\text{Jarak antar beton } \textit{decking}} \times 2 \text{ buah} = \frac{3,8 \text{ m}}{1 \text{ m}} \times 2 \text{ buah} = 7,6 \sim 8 \text{ buah}$$

b. Jumlah beton *decking* untuk keempat sisi kolom:

$$= 8 \text{ buah} \times 4 \text{ sisi} = 32 \text{ beton } \textit{decking}$$

c. Maka, jumlah beton *decking* untuk semua tipe kolom pada lantai 5 adalah:

$$= 32 \text{ beton } \textit{decking} \times 18 \text{ kolom} = 576 \text{ beton } \textit{decking}$$

#### 4.3.8 Perhitungan Material Tambahan

Material tambahan adalah material yang digunakan pada pekerjaan sebelum dan sesudah pekerjaan yang diamati. Pekerjaan sebelum kolom adalah pekerjaan kepala kolom. Pekerjaan material tambahan terbagi menjadi pekerjaan bekisting kepala kolom dan pengecoran kepala kolom, sehingga perhitungan meliputi kebutuhan bekisting dan beton kepala kolom. Berikut adalah perhitungan material penyusun kepala kolom.

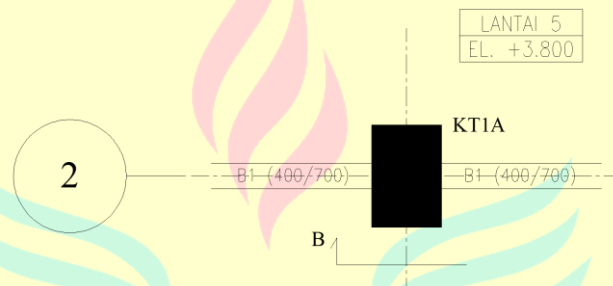
##### 4.3.8.1 Kebutuhan Bekisting Kepala Kolom

Bekisting kepala kolom berfungsi sebagai cetakan kepala kolom yang dibuat bersamaan dengan pekerjaan bekisting balok dan pelat. Pada

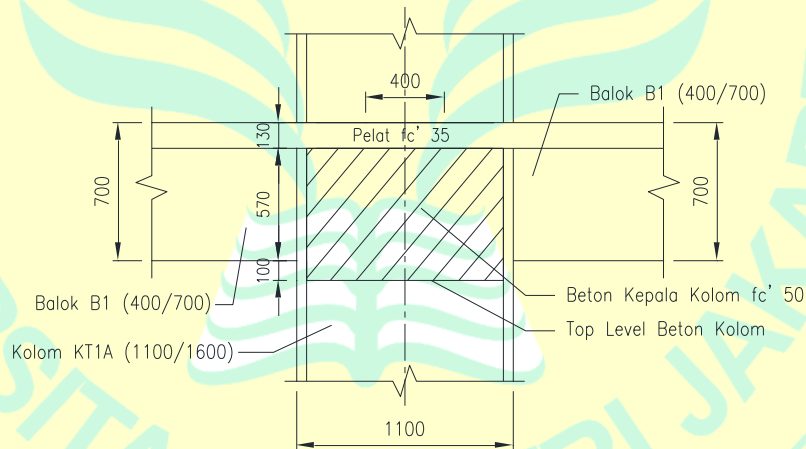
perhitungan bekisting kepala kolom ini yang dibahas hanya perhitungan *plywood* saja karena bekisting kepala kolom bukan pengamatan utama pada laporan ini.

#### A. Kepala Kolom KT1A (1100/1600)

Diketahui tinggi kepala kolom 670 cm atau sama dengan 0,67 m (**Gambar 4.30**), dan luasan permukaan kepala kolom mengikuti dimensi kolom.



**Gambar 4.30 Denah Kepala Kolom KT1A**  
Sumber : *Shop Drawing* Proyek Menara BRI Gatot Subroto



**Gambar 4.31 Detail Kepala Kolom KT1A**  
Sumber : *Shop Drawing* Proyek Menara BRI Gatot Subroto

Dimensi kolom = 1100 x 1600 mm atau 1,1 x 1,6 m (tinggi kepala kolom ditambah 0,1 m atau 100 mm itu adalah faktor dudukan *plywood* ke beton kolom dibawahnya), maka:

- 1) Luas sisi panjang kepala kolom =  $1,6 \times (0,57 + 0,1) \times 2$  (sisi) = 2,14 m<sup>2</sup>
- 2) Luas sisi pendek kepala kolom =  $1,1 \times (0,57 + 0,1) \times 2$  (sisi) = 1,47 m<sup>2</sup>
- 3) Total luas kebutuhan *plywood* =  $2,14 + 1,47 = 3,62$  m<sup>2</sup>

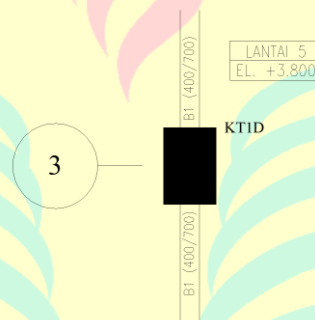
- 4) Karena pada kepala kolom terdapat sambungan balok, maka luas permukaan kepala kolom dikurang luas permukaan balok.

Lihat **Gambar 4.31**.

- a. Luas balok B1 =  $0,4 \times 0,7 = 0,28 \text{ m}^2$   
 b. Maka total luas balok =  $0,28 \text{ m}^2 \times 2 \text{ (buah)} = 0,56 \text{ m}^2$

- 5) Jadi total luas kebutuhan *plywood* kepala kolom KT1A adalah:  
 $= 3,62 - 0,56 = 3,06 \text{ m}^2$

### B. Kepala Kolom KT1D (1100/2200)



**Gambar 4.32 Denah Kepala Kolom KT1D**

Sumber : *Shop Drawing* Proyek Menara BRI Gatot Subroto

Dimensi kolom = 1100 x 2200 mm atau 1,1 x 2,2 m (tinggi kepala kolom ditambah 0,1 m atau 100 mm itu adalah faktor dudukan *plywood* ke beton kolom dibawahnya), maka:

- 1) Luas sisi panjang kepala kolom =  $2,2 \times (0,57 + 0,1) \times 2 \text{ (sisi)} = 2,95 \text{ m}^2$
- 2) Luas sisi pendek kepala kolom =  $1,1 \times (0,57 + 0,1) \times 2 \text{ (sisi)} = 1,47 \text{ m}^2$
- 3) Total luas kebutuhan *plywood* =  $2,95 + 1,47 = 4,42 \text{ m}^2$
- 4) Karena pada kepala kolom terdapat sambungan balok, maka luas permukaan kepala kolom dikurang luas permukaan balok.

Lihat **Gambar 4.29**.

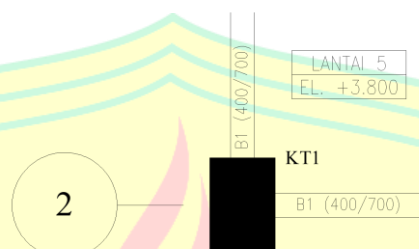
- a. Luas balok B1 =  $0,4 \times 0,7 = 0,28 \text{ m}^2$   
 b. Maka total luas balok =  $0,28 \text{ m}^2 \times 2 \text{ (buah)} = 0,56 \text{ m}^2$



5) Jadi total luas kebutuhan *plywood* kepala kolom KT1D adalah:

$$= 4,42 - 0,56 = 3,86 \text{ m}^2$$

### C. Kepala Kolom KT1 (950/1600)



**Gambar 4.33 Denah Kepala Kolom KT1**

Sumber : *Shop Drawing* Proyek Menara BRI Gatot Subroto

Dimensi kolom = 950 x 1600 mm atau 0,95 x 1,6 m (tinggi kepala kolom ditambah 0,1 m atau 100 mm itu adalah faktor dudukan *plywood* ke beton kolom dibawahnya), maka:

- 1) Luas sisi panjang kepala kolom =  $1,6 \times (0,57 + 0,1) \times 2$  (sisi) =  $2,14 \text{ m}^2$
- 2) Luas sisi pendek kepala kolom =  $0,95 \times (0,57 + 0,1) \times 2$  (sisi) =  $1,27 \text{ m}^2$
- 3) Total luas kebutuhan *plywood* =  $2,14 + 1,27 = 3,42 \text{ m}^2$
- 4) Karena pada kepala kolom terdapat sambungan balok, maka luas permukaan kepala kolom dikurang luas permukaan balok.

Lihat **Gambar 4.30**

a. Luas balok B1 =  $0,4 \times 0,7 = 0,28 \text{ m}^2$

b. Maka total luas balok =  $0,28 \text{ m}^2 \times 2$  (buah) =  $0,56 \text{ m}^2$

6) Jadi total luas kebutuhan *plywood* kepala kolom KT1 adalah:

$$= 3,42 - 0,56 = 2,86 \text{ m}^2$$

#### 4.3.8.2 Kebutuhan Beton Kepala Kolom

Pekerjaan pengecoran kepala kolom dilakukan sesudah pekerjaan kolom (**Gambar 4.28**). Material beton kepala kolom akan dihitung berdasarkan yang ada di lapangan.

##### A. Kepala Kolom KT1A (1100/1600)

Dari Gambar 4.28, dimensi kolom adalah 1,1 m x 1,6 m.

$$1) \text{ Tinggi Kepala Kolom} = \text{Elevasi} - \text{Tebal Pelat} - \text{Tinggi Beton Kolom} \\ = 3,80 \text{ m} - 0,13 \text{ m} - 3,0 \text{ m} = 0,67 \text{ m}$$

$$2) \text{ Kebutuhan beton kepala kolom KT1A}$$

$$\text{Volume kepala kolom} = \text{sisi panjang} \times \text{sisi lebar} \times \text{tinggi kepala kolom} \\ = 1,6 \times 1,1 \times 0,67 = 1,18 \text{ m}^3$$

Untuk kepala kolom yang lainnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 4.11 Rekapitulasi Volume Material Kepala Kolom**

| Tipe kepala kolom dan lokasi  | Vol. Beton (m <sup>3</sup> ) | Vol. Bekisting (m <sup>2</sup> ) |
|-------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Kolom KT1 (950/1100) As C-2   | 1,02                         | 2,86                             |
| Kolom KT1A (1100/1600) As D-2 | 1,18                         | 3,06                             |
| Kolom KT1B (1100/1600) As E-2 | 1,18                         | 3,06                             |
| Kolom KT1C (1100/1600) As F-2 | 1,18                         | 3,06                             |
| Kolom KT1D (1100/2200) As B-3 | 1,62                         | 3,86                             |
| Kolom KT1D (1100/2200) As B-4 | 1,62                         | 3,86                             |
| Kolom KT2 (1100/1600) As F-2  | 1,18                         | 3,06                             |
| Kolom KT2 (1100/1600) As G-2  | 1,18                         | 3,06                             |
| Kolom KT2A (1100/1600) As H-2 | 1,18                         | 3,06                             |
| Kolom KT2B (950/1600) As I-2  | 1,02                         | 2,86                             |
| Kolom KT2C (1100/2200) As I-3 | 1,62                         | 3,86                             |
| Kolom KT2C (1100/2200) As I-4 | 1,62                         | 3,86                             |
| Kolom KT3 (1100/1600) As C-5  | 1,18                         | 3,06                             |
| Kolom KT3 (1100/1600) As D-5  | 1,18                         | 3,06                             |
| Kolom KT3 (1100/1600) As E-5  | 1,18                         | 3,06                             |
| Kolom KT3 (1100/1600) As F-5  | 1,18                         | 3,06                             |
| Kolom KT3A (1100/1600) As G-5 | 1,18                         | 3,06                             |
| Kolom KT3A (1100/1600) As H-5 | 1,18                         | 3,06                             |
| <b>Total</b>                  | <b>22,67</b>                 | <b>57,86</b>                     |

Sumber : Data Kelompok, Proyek Menara BRI Gatot Subroto, Jakarta Selatan, 2019

Perhitungan indeks *plywood* diuraikan seperti di bawah ini:

a. Luas 1 lembar *plywood* adalah  $2,98 \text{ m}^2$ .

b. Total kebutuhan *plywood* yang dipesan untuk satu lantai adalah:

$$= \frac{\text{Kebutuhan bekisting kepala kolom lt.5}}{\text{Luas 1 lembar } \textit{plywood}} = \frac{57,86 \text{ m}^2}{2,98 \text{ m}^2} = 19,4 \sim 20 \text{ lbr}$$

c. Karena kebutuhan *plywood* di atas hanya akan digunakan untuk luasan kepala kolom, maka indeks *plywood* kepala kolom dihitung terhadap satuan luasan bekisting kepala kolom, seperti di bawah ini:

$$= \frac{\text{Kebutuhan } \textit{plywood} \text{ yang direncanakan}}{\text{Luasan kepala kolom lantai 5}} = \frac{20 \text{ lbr}}{57,86 \text{ m}^2} = 0,346$$

#### 4.3.8.3 Kebutuhan Paku Bekisting Kepala Kolom

Pekerjaan pemasangan paku untuk kepala kolom dilakukan pada saat pekerjaan bekisting berlangsung. Bekisting yang digunakan oleh kepala kolom adalah jenis bekisting konvensional, dimana *plywood* dengan tebal 9 mm disambung ke *hollow* menggunakan paku 5 cm. Berdasarkan wawancara yang dilakukan dengan staf gudang, Bapak Mulyo, jumlah paku yang dibutuhkan untuk seluruh kepala kolom saja di lantai 5 bisa mencapai 3 kg. Untuk mengetahui indeks material paku kepala kolom dihitung terhadap luasan bekisting kepala kolom, seperti di bawah ini:

$$= \frac{\text{Kebutuhan paku yang direncanakan}}{\text{Luasan kepala kolom lantai 5}} = \frac{3 \text{ kg}}{57,86 \text{ m}^2} = 0,052$$

Setelah menghitung kebutuhan indeks dan material, di bawah ini adalah tabel rekapitulasi nilai indeks dari perhitungan kebutuhan material.

**Tabel 4.12 Rekapitulasi Kebutuhan Material dan Kebutuhan Indeks Lantai 5**

| No. | Material      | Vol. Pemakaian |        | Volume Rencana |        | Indeks |
|-----|---------------|----------------|--------|----------------|--------|--------|
|     |               | Nilai          | Satuan | Nilai          | Satuan |        |
| 1.  | Besi Tulangan | 37079,91       | kg     | 41578,56       | kg     | 1,1    |

|    |                        |          |                |     |                |       |
|----|------------------------|----------|----------------|-----|----------------|-------|
| 2. | Beton <i>Ready Mix</i> | 101,52   | m <sup>3</sup> | 103 | m <sup>3</sup> | 1,015 |
| 3. | Kawat Bendrat          | 37079,91 | kg             | 400 | kg             | 0,011 |
| 4. | Minyak Bekisting       | 385,32   | m <sup>2</sup> | 27  | ltr            | 0,070 |
| 5. | <i>Plywood</i>         | 57,86    | m <sup>2</sup> | 20  | lbr            | 0,346 |
| 6. | Paku                   | 57,86    | m <sup>2</sup> | 3   | kg             | 0,052 |

Sumber : Data Kelompok, Proyek Menara BRI Gatot Subroto, Jakarta Selatan, 2019

#### 4.4 Pembahasan Perhitungan Kebutuhan Indeks Material

Dari perhitungan kebutuhan material, volume pekerjaan dibagi dengan volume pemesanan sehingga menghasilkan angka indeks material. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum (Permen) No.11/PRT/M/2013 digunakan sebagai acuan dalam menghitung kebutuhan indeks berdasarkan pengamatan di lapangan. Perbandingan kebutuhan indeks antara hasil pengamatan dan indeks dari Permen direkapitulasi ke dalam tabel berikut.

**Tabel 4.13 Rekapitulasi Perbandingan Nilai Indeks**

| No. | Jenis Material              | Indeks           |                                  |
|-----|-----------------------------|------------------|----------------------------------|
|     |                             | Hasil Pengamatan | Peraturan Menteri Pekerjaan Umum |
| 1.  | Besi Tulangan               | 1,11             | 1,05                             |
| 2.  | Kawat Bendrat               | 0,011            | 0,015                            |
| 3.  | Beton <i>Ready Mix</i>      | 1,02             | 1,02                             |
| 4.  | Bekisting ADMC              | 1,04             | -                                |
| 5.  | Minyak Bekisting            | 0,07             | 0,200                            |
| 6.  | <i>Plywood</i> Kepala Kolom | 0,303            | 0,350                            |
| 7.  | Paku Bekisting Kepala Kolom | 0,052            | 0,40                             |

Sumber : Data Kelompok, Proyek Menara BRI Gatot Subroto Tahap 2 dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum (Permen) No.11/PRT/M/2013

Hasil perhitungan indeks material dari data di atas yang didapat dari pengamatan di lapangan antara lain, untuk indeks pengamatan besi tulangan lebih besar dari indeks Permen, indeks pengamatan beton *ready mix* sama dengan indeks Permen, indeks pengamatan kawat bendrat lebih kecil dari indeks Permen, indeks pengamatan minyak bekisting lebih kecil dari indeks Permen, indeks pengamatan *plywood* dan paku kepala kolom lebih kecil dari indeks Permen. Indeks material

hasil pengamatan yang lebih besar dibandingkan dengan indeks dari acuan dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti material besi tulangan dengan nilai indeks lebih besar dari nilai indeks acuan, yang disebabkan karena cara perhitungan volume pekerjaannya. Dalam perhitungan Tugas Akhir ini, material besi tulangan dihitung dengan panjang per lantai atau tinggi kolom ditambah dengan sambungan lewatan yang menyebabkan banyak material tulangan utama yang tersisa, sehingga nilai indeks pengamatan lebih besar. Sedangkan untuk indeks material seperti indeks *plywood* dan paku memiliki nilai lebih kecil dari indeks acuan karena kedua material tersebut hanya dihitung untuk kebutuhan pekerjaan kepala kolom.

#### **4.4.1 Sisa Material**

Pada setiap tahap pelaksanaan konstruksi, salah satu masalah yang tak dapat dihindari adalah sering terjadinya sisa material yang cukup besar dalam penggunaannya di lapangan. Hal ini memicu adanya upaya untuk meminimalisasi sisa material dalam proyek. Berdasarkan wawancara yang dilakukan dengan salah satu pelaksana lapangan, Bapak Ginting, untuk sisa material besi yang tersisa dari pekerjaan kolom lantai 5 seperti besi yang berdiameter 25 mm dapat digunakan untuk tulangan ekstra balok, sedangkan besi untuk tulangan sengkang yang berdiameter 16 mm, bisa dipakai untuk tulangan ties. Besi yang tersisa juga dapat digunakan sebagai sepatu kolom. Sementara itu, sisa material beton *ready mix* bisa dipakai lagi untuk membuat *beton decking* atau *car stopper*.

## 4.5 Pengamatan Produktivitas Tenaga Kerja

Dalam pengamatan produktivitas tenaga kerja berupa hasil perhitungan koefisien tenaga kerja pada pekerjaan struktur kolom di lapangan secara langsung. Berikut ini adalah perhitungan-perhitungan produktivitas tenaga kerja pada Proyek Menara BRI Gatot Subroto Tahap 2.

### 4.5.1 Pekerjaan Pembesian

Perhitungan koefisien tenaga kerja pada pekerjaan pemotongan besi pada kolom KT 1 yang berukuran 950 x 1600 mm terdapat beberapa tenaga kerja, yaitu 1 orang wakil mandor, 1 kepala tukang besi, dan 3 orang tukang besi. Waktu pekerja dalam melakukan pekerjaan pemotongan besi antara lain, wakil mandor dengan waktu 35 menit 15 detik atau 0,50 jam, kepala tukang besi dengan waktu 35 menit 15 detik atau 0,50 jam dan 3 orang tukang besi dengan waktu 35 menit 15 detik atau 0,50 jam. Contoh perhitungan menggunakan kepala tukang yang mewakili pemotongan besi.

#### a. Kepala Tukang

Kepala Tukang mengerjakan pemotongan besi dengan waktu 0,50 jam dengan volume pekerjaan besi 1656,90 kg dengan bekerja 8 jam dalam sehari.

$$\text{Koefisien} = \frac{\text{Durasi Pekerjaan (jam)}}{\text{Volume (kg)} \times \text{Waktu bekerja dalam sehari (jam)}}$$

$$\text{Koefisien} = \frac{0,50 \text{ (jam)}}{1656,90 \text{ (kg)} \times 8 \text{ (jam)}}$$

$$\text{Koefisien} = 0,000038 \text{ hari/kg}$$

Agar nilai koefisien berubah menjadi satuan hari, oleh karena itu 0,000038 hari/kg dikalikan dengan 1 kg, sehingga koefisien menjadi 0,000038 hari.

Total keseluruhan waktu kerja kepala tukang adalah 0,000038 hari x jumlah orang kepala tukang = 0,000038 hari x 1 orang = 0,000038 OH.

Untuk perhitungan koefisien kepala tukang pemotongan besi pada kolom lain dapat dilihat pada **Tabel 4.14**.

**Tabel 4.14 Durasi Kepala Tukang Pada Pekerjaan Pemotongan Besi**

| No. | Jenis Kolom | AS    | Dimensi     | Vol Besi (kg) | Durasi Bekerja (Jam) | Waktu kerja 1 hari (jam) | Jumlah Pekerja (Orang) | Koefisien (OH)                          |
|-----|-------------|-------|-------------|---------------|----------------------|--------------------------|------------------------|---|
| a   | b           | c     | d           | e             | h                    | i                        | j                      | $k = \frac{h}{(e) \times (i)} \times j$ |
| 1   | KT 1        | B - 2 | 950 x 1600  | 1656,90       | 0,50                 | 8                        | 1                      | 0,000038                                |
| 2   | KT 1A       | C - 2 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 0,59                 | 8                        | 1                      | 0,000037                                |
| 3   | KT 1B       | D - 2 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 0,63                 | 8                        | 1                      | 0,000041                                |
| 4   | KT 1C       | E - 2 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 0,56                 | 8                        | 1                      | 0,000036                                |
| 5   | KT 1D       | B - 3 | 1100 x 2200 | 2579,73       | 0,74                 | 8                        | 1                      | 0,000036                                |
| 6   | KT 1D       | B - 4 | 1100 x 2200 | 2579,73       | 0,77                 | 8                        | 1                      | 0,000037                                |
| 7   | KT 2        | F - 2 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 0,64                 | 8                        | 1                      | 0,000041                                |
| 8   | KT 2        | G - 2 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 0,59                 | 8                        | 1                      | 0,000038                                |
| 9   | KT2A        | H - 2 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 0,57                 | 8                        | 1                      | 0,000036                                |
| 10  | KT 2B       | I - 2 | 950 x 1600  | 1656,90       | 0,46                 | 8                        | 1                      | 0,000035                                |
| 11  | KT 2C       | I - 3 | 1100 x 2200 | 2579,73       | 0,79                 | 8                        | 1                      | 0,000038                                |
| 12  | KT 2C       | I - 4 | 1100 x 2200 | 2579,73       | 0,75                 | 8                        | 1                      | 0,000036                                |
| 13  | KT 3        | C - 5 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 0,59                 | 8                        | 1                      | 0,000038                                |
| 14  | KT 3        | D - 5 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 0,60                 | 8                        | 1                      | 0,000039                                |
| 15  | KT 3        | E - 5 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 0,57                 | 8                        | 1                      | 0,000037                                |
| 16  | KT 3        | F - 5 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 0,58                 | 8                        | 1                      | 0,000037                                |
| 17  | KT 3A       | G - 5 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 0,64                 | 8                        | 1                      | 0,000041                                |
| 18  | KT 3A       | H - 5 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 0,59                 | 8                        | 1                      | 0,000038                                |

|                       |          |
|-----------------------|----------|
| Total Koefisien       | 0,000677 |
| Rata - Rata Koefisien | 0,000038 |

Sumber : Berdasarkan Data Lapangan, Proyek Menara BRI Gatot Subroto Tahap 2, 2019

Dalam pekerjaan pemotongan besi yang dilakukan oleh kepala tukang, total koefisien yang didapat adalah 0,000677. Sedangkan untuk rata – rata koefisien yang didapat adalah 0,000038. Untuk perhitungan produktivitas waktu tenaga kerja lainnya pada pemotongan besi dapat dilihat pada lampiran.

#### A. Pekerjaan Pembengkokan Besi

Perhitungan koefisien tenaga kerja pada pekerjaan pembengkokan besi pada kolom KT 1 yang berukuran 950 x 1600 mm terdapat beberapa tenaga kerja, yaitu 1 orang wakil mandor, 1 kepala tukang besi, dan 2 orang tukang besi. Waktu pekerja dalam melakukan pekerjaan pembengkokan besi antara lain, wakil mandor dengan waktu 63 menit 45 detik atau 1,06 jam, kepala tukang besi dengan waktu 63 menit 45 detik atau 1,06 jam dan 2 orang tukang besi dengan waktu 63 menit 45 detik atau 1,06 jam. Contoh perhitungan menggunakan kepala tukang yang mewakili pemotongan besi.

##### a. Kepala Tukang

Kepala Tukang mengerjakan pembengkokan besi dengan waktu 1,06 jam dengan volume pekerjaan besi 1656,90 kg dengan bekerja 8 jam dalam sehari.

$$\text{Koefisien} = \frac{\text{Durasi Pekerjaan (jam)}}{\text{Volume (kg) x Waktu bekerja dalam sehari (jam)}}$$

$$\text{Koefisien} = \frac{1,06 \text{ (jam)}}{1656,90 \text{ (kg) x 8 (jam)}}$$

$$\text{Koefisien} = 0,000080 \text{ hari/kg}$$

Agar nilai koefisien berubah menjadi satuan hari, oleh karena itu 0,000080 hari/kg dikalikan dengan 1 kg, sehingga koefisien menjadi 0,000080 hari.



Total keseluruhan waktu kerja kepala tukang adalah 0,000080 hari x jumlah orang kepala tukang = 0,000080 hari x 1 orang = 0,000080 OH.

Untuk perhitungan koefisien kepala tukang pembengkokan besi pada kolom lain dapat dilihat pada **Tabel 4.15**.

**Tabel 4.15 Durasi Kepala Tukang Pada Pekerjaan Pembengkokan Besi**

| No. | Jenis Kolom | AS    | Dimensi     | Vol Besi (kg) | Durasi Bekerja (Jam) | Waktu kerja 1 hari (jam) | Jumlah Pekerja (Orang) | Koefisien (OH)                          |
|-----|-------------|-------|-------------|---------------|----------------------|--------------------------|------------------------|---|
| a   | b           | c     | d           | e             | h                    | i                        | j                      | $k = \frac{h}{(e) \times (i)} \times j$ |
| 1   | KT 1        | B - 2 | 950 x 1600  | 1656,90       | 1,06                 | 8                        | 1                      | 0,000080                                |
| 2   | KT 1A       | C - 2 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 1,24                 | 8                        | 1                      | 0,000079                                |
| 3   | KT 1B       | D - 2 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 1,30                 | 8                        | 1                      | 0,000083                                |
| 4   | KT 1C       | E - 2 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 1,21                 | 8                        | 1                      | 0,000077                                |
| 5   | KT 1D       | B - 3 | 1100 x 2200 | 2579,73       | 1,42                 | 8                        | 1                      | 0,000069                                |
| 6   | KT 1D       | B - 4 | 1100 x 2200 | 2579,73       | 1,47                 | 8                        | 1                      | 0,000071                                |
| 7   | KT 2        | F - 2 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 1,18                 | 8                        | 1                      | 0,000075                                |
| 8   | KT 2        | G - 2 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 1,24                 | 8                        | 1                      | 0,000079                                |
| 9   | KT2A        | H - 2 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 1,30                 | 8                        | 1                      | 0,000083                                |
| 10  | KT 2B       | I - 2 | 950 x 1600  | 1656,90       | 1,11                 | 8                        | 1                      | 0,000084                                |
| 11  | KT 2C       | I - 3 | 1100 x 2200 | 2579,73       | 1,37                 | 8                        | 1                      | 0,000067                                |
| 12  | KT 2C       | I - 4 | 1100 x 2200 | 2579,73       | 1,46                 | 8                        | 1                      | 0,000071                                |
| 13  | KT 3        | C - 5 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 1,27                 | 8                        | 1                      | 0,000082                                |
| 14  | KT 3        | D - 5 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 1,21                 | 8                        | 1                      | 0,000077                                |
| 15  | KT 3        | E - 5 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 1,22                 | 8                        | 1                      | 0,000078                                |
| 16  | KT 3        | F - 5 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 1,18                 | 8                        | 1                      | 0,000076                                |
| 17  | KT 3A       | G - 5 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 1,30                 | 8                        | 1                      | 0,000083                                |
| 18  | KT 3A       | H - 5 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 1,25                 | 8                        | 1                      | 0,000080                                |

|                       |           |
|-----------------------|-----------|
| Total Koefisien       | 0,0013947 |
| Rata - Rata Koefisien | 0,0000775 |

Sumber : Berdasarkan Data Lapangan, Proyek Menara BRI Gatot Subroto Tahap 2, 2019

Dalam pekerjaan pembengkokan besi yang dilakukan oleh kepala tukang, total koefisien yang didapat adalah 0,0013947. Sedangkan untuk rata – rata koefisien yang didapat adalah 0,0000775. Untuk perhitungan produktivitas waktu tenaga kerja lainnya pada pembengkokan besi dapat dilihat pada lampiran.

### B. Pekerjaan Perakitan Tulangan Kolom

Perhitungan koefisien tenaga kerja pada pekerjaan perakitan tulangan pada kolom KT 1 yang berukuran 950 x 1600 mm terdapat beberapa tenaga kerja, yaitu 1 orang wakil mandor, 1 kepala tukang besi, dan 3 orang tukang besi. Waktu pekerja dalam melakukan pekerjaan perakitan tulangan antara lain, wakil mandor dengan waktu 5,29 jam, kepala tukang besi dengan waktu 5,29 jam dan 3 orang tukang besi dengan waktu 5,29 jam. Contoh perhitungan menggunakan kepala tukang yang mewakili perakitan tulangan.

#### a. Kepala Tukang

Kepala Tukang mengerjakan perakitan tulangan dengan waktu 5,29 jam dengan volume pekerjaan besi 1656,90 kg dengan bekerja 8 jam dalam sehari.

$$\text{Koefisien} = \frac{\text{Durasi Pekerjaan (jam)}}{\text{Volume (kg)} \times \text{Waktu bekerja dalam sehari (jam)}}$$

$$\text{Koefisien} = \frac{5,29 \text{ (jam)}}{1656,90 \text{ (kg)} \times 8 \text{ (jam)}}$$

$$\text{Koefisien} = 0,00040 \text{ hari/kg}$$

Agar nilai koefisien berubah menjadi satuan hari, oleh karena itu 0,00040 hari/kg dikalikan dengan 1 kg, sehingga koefisien menjadi 0,00040 hari.

Total keseluruhan waktu kerja kepala tukang adalah 0,00037 hari x jumlah orang kepala tukang = 0,00040 hari x 1 orang = 0,00040 OH.

Untuk perhitungan koefisien kepala tukang perakitan tulangan pada kolom lain dapat dilihat pada **Tabel 4.16**.

**Tabel 4.16 Durasi Kepala Tukang Pada Pekerjaan Perakitan Tulangan**

| No.                   | Jenis Kolom | AS    | Dimensi     | Vol Besi (kg) | Durasi Bekerja (Jam) | Waktu kerja 1 hari (jam) | Jumlah Pekerja (Orang) | Koefisien (OH)                          |
|-----------------------|-------------|-------|-------------|---------------|----------------------|--------------------------|------------------------|---|
| a                     | b           | c     | d           | e             | h                    | i                        | j                      | $k = \frac{h}{(e) \times (i)} \times j$ |
| 1                     | KT 1        | B - 2 | 950 x 1600  | 1656,90       | 5,29                 | 8                        | 1                      | 0,00040                                 |
| 2                     | KT 1A       | C - 2 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 5,39                 | 8                        | 1                      | 0,00034                                 |
| 3                     | KT 1B       | D - 2 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 5,42                 | 8                        | 1                      | 0,00035                                 |
| 4                     | KT 1C       | E - 2 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 5,39                 | 8                        | 1                      | 0,00034                                 |
| 5                     | KT 1D       | B - 3 | 1100 x 2200 | 2579,73       | 5,76                 | 8                        | 1                      | 0,00028                                 |
| 6                     | KT 1D       | B - 4 | 1100 x 2200 | 2579,73       | 5,74                 | 8                        | 1                      | 0,00028                                 |
| 7                     | KT 2        | F - 2 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 5,43                 | 8                        | 1                      | 0,00035                                 |
| 8                     | KT 2        | G - 2 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 5,40                 | 8                        | 1                      | 0,00035                                 |
| 9                     | KT2A        | H - 2 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 5,39                 | 8                        | 1                      | 0,00034                                 |
| 10                    | KT 2B       | I - 2 | 950 x 1600  | 1656,90       | 5,28                 | 8                        | 1                      | 0,00040                                 |
| 11                    | KT 2C       | I - 3 | 1100 x 2200 | 2579,73       | 5,75                 | 8                        | 1                      | 0,00028                                 |
| 12                    | KT 2C       | I - 4 | 1100 x 2200 | 2579,73       | 5,74                 | 8                        | 1                      | 0,00028                                 |
| 13                    | KT 3        | C - 5 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 5,37                 | 8                        | 1                      | 0,00034                                 |
| 14                    | KT 3        | D - 5 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 5,41                 | 8                        | 1                      | 0,00035                                 |
| 15                    | KT 3        | E - 5 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 5,39                 | 8                        | 1                      | 0,00034                                 |
| 16                    | KT 3        | F - 5 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 5,39                 | 8                        | 1                      | 0,00034                                 |
| 17                    | KT 3A       | G - 5 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 5,40                 | 8                        | 1                      | 0,00035                                 |
| 18                    | KT 3A       | H - 5 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 5,39                 | 8                        | 1                      | 0,00034                                 |
| Total Koefisien       |             |       |             |               |                      |                          |                        | 0,00605                                 |
| Rata - Rata Koefisien |             |       |             |               |                      |                          |                        | 0,00034                                 |

Sumber : Berdasarkan Data Lapangan, Proyek Menara BRI Gatot Subroto Tahap 2, 2019

Dalam pekerjaan perakitan tulangan yang dilakukan oleh kepala tukang, total koefisien yang didapat adalah 0,00605. Sedangkan untuk rata – rata koefisien yang didapat adalah 0,00034. Untuk perhitungan produktivitas waktu tenaga kerja lainnya pada perakitan tulangan dapat dilihat pada lampiran.

### C. Pekerjaan Pemasangan Tulangan Kolom

Perhitungan koefisien tenaga kerja pada pekerjaan pemasangan tulangan pada kolom KT1 yang berukuran 950 x 1600 mm terdapat beberapa tenaga kerja, yaitu 1 orang wakil mandor, 1 kepala tukang besi, 3 orang tukang besi dan 1 orang operator TC. Waktu pekerja dalam melakukan pekerjaan pemasangan tulangan antara lain, wakil mandor dengan waktu 0,17 jam, kepala tukang besi dengan waktu 0,17 jam, 3 orang tukang besi dengan waktu 0,17 jam dan 1 orang operator TC dengan waktu 0,17 jam. Contoh perhitungan menggunakan kepala tukang yang mewakili pemasangan tulangan.

#### a. Kepala Tukang

Kepala Tukang mengerjakan pemasangan tulangan dengan waktu 0,17 jam dengan volume pekerjaan besi 1656,90 kg dengan bekerja 8 jam dalam sehari.

$$\text{Koefisien} = \frac{\text{Durasi Pekerjaan (jam)}}{\text{Volume (kg) x Waktu bekerja dalam sehari (jam)}}$$

$$\text{Koefisien} = \frac{0,17 \text{ (jam)}}{1656,90 \text{ (kg) x } 8 \text{ (jam)}}$$

$$\text{Koefisien} = 0,000013 \text{ hari/kg}$$

Agar nilai koefisien berubah menjadi satuan hari, oleh karena itu 0,000013 hari/kg dikalikan dengan 1 kg, sehingga koefisien menjadi 0,000013 hari.

Total keseluruhan waktu kerja kepala tukang adalah 0,000013 hari x jumlah orang kepala tukang = 0,000013 hari x 1 orang = 0,000013 OH.

Untuk perhitungan koefisien kepala tukang pemasangan tulangan pada kolom lain dapat dilihat pada **Tabel 4.17**.

**Tabel 4.17 Durasi Kepala Tukang Pada Pekerjaan Pemasangan Tulangan**

| No.                   | Jenis Kolom | AS    | Dimensi     | Vol Besi (kg) | Durasi Bekerja (Jam) | Waktu kerja 1 hari (jam) | Jumlah Pekerja (Orang) | Koefisien (OH)              |
|-----------------------|-------------|-------|-------------|---------------|----------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------|
| a                     | b           | c     | d           | e             | h                    | i                        | j                      | $k = \frac{h}{(e)x(i)} x j$ |
| 1                     | KT 1        | B - 2 | 950 x 1600  | 1656,90       | 0,17                 | 8                        | 1                      | 0,000013                    |
| 2                     | KT 1A       | C - 2 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 0,22                 | 8                        | 1                      | 0,000014                    |
| 3                     | KT 1B       | D - 2 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 0,23                 | 8                        | 1                      | 0,000015                    |
| 4                     | KT 1C       | E - 2 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 0,22                 | 8                        | 1                      | 0,000014                    |
| 5                     | KT 1D       | B - 3 | 1100 x 2200 | 2579,73       | 0,29                 | 8                        | 1                      | 0,000014                    |
| 6                     | KT 1D       | B - 4 | 1100 x 2200 | 2579,73       | 0,27                 | 8                        | 1                      | 0,000013                    |
| 7                     | KT 2        | F - 2 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 0,23                 | 8                        | 1                      | 0,000014                    |
| 8                     | KT 2        | G - 2 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 0,24                 | 8                        | 1                      | 0,000015                    |
| 9                     | KT2A        | H - 2 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 0,22                 | 8                        | 1                      | 0,000014                    |
| 10                    | KT 2B       | I - 2 | 950 x 1600  | 1656,90       | 0,18                 | 8                        | 1                      | 0,000014                    |
| 11                    | KT 2C       | I - 3 | 1100 x 2200 | 2579,73       | 0,29                 | 8                        | 1                      | 0,000014                    |
| 12                    | KT 2C       | I - 4 | 1100 x 2200 | 2579,73       | 0,28                 | 8                        | 1                      | 0,000013                    |
| 13                    | KT 3        | C - 5 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 0,22                 | 8                        | 1                      | 0,000014                    |
| 14                    | KT 3        | D - 5 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 0,23                 | 8                        | 1                      | 0,000015                    |
| 15                    | KT 3        | E - 5 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 0,22                 | 8                        | 1                      | 0,000014                    |
| 16                    | KT 3        | F - 5 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 0,22                 | 8                        | 1                      | 0,000014                    |
| 17                    | KT 3A       | G - 5 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 0,23                 | 8                        | 1                      | 0,000014                    |
| 18                    | KT 3A       | H - 5 | 1100 x 1600 | 1953,93       | 0,24                 | 8                        | 1                      | 0,000015                    |
| Total Koefisien       |             |       |             |               |                      |                          |                        | 0,000255                    |
| Rata - Rata Koefisien |             |       |             |               |                      |                          |                        | 0,000014                    |

Sumber : Berdasarkan Data Lapangan, Proyek Menara BRI Gatot Subroto Tahap 2, 2019

Dalam pekerjaan pemasangan tulangan yang dilakukan oleh kepala tukang, total koefisien yang didapat adalah 0,000255. Sedangkan untuk rata – rata koefisien yang didapat adalah 0,000014. Untuk perhitungan produktivitas waktu tenaga kerja lainnya pada pemasangan tulangan dapat dilihat pada lampiran.

#### D. Pekerjaan Pemasangan Beton *Decking*

Perhitungan koefisien tenaga kerja pada pekerjaan pemasangan beton *decking* pada kolom KT 1 yang berukuran 950 x 1600 mm terdapat beberapa tenaga kerja, yaitu 1 kepala tukang dan 1 orang tukang. Waktu pekerja dalam melakukan pekerjaan pemasangan beton *decking* antara lain, kepala tukang besi dengan waktu 0,17 jam dan 1 orang tukang dengan waktu 0,17 jam. Contoh perhitungan menggunakan kepala tukang yang mewakili pemasangan beton *decking*.

##### a. Kepala Tukang

Kepala Tukang mengerjakan pemasangan beton *decking* dengan waktu 0,17 jam dengan volume pekerjaan *decking* 32 buah dengan bekerja 8 jam dalam sehari.

$$\text{Koefisien} = \frac{\text{Durasi Pekerjaan (jam)}}{\text{Volume (bh) x Waktu bekerja dalam sehari (jam)}}$$

$$\text{Koefisien} = \frac{0,17 \text{ (jam)}}{32 \text{ (bh) x 8 (jam)}}$$

$$\text{Koefisien} = 0,00066 \text{ hari/bh}$$

Agar nilai koefisien berubah menjadi satuan hari, oleh karena itu 0,00066 hari/bh dikalikan dengan 1 kg, sehingga koefisien menjadi 0,00066 hari.

Total keseluruhan waktu kerja kepala tukang adalah 0,00066 hari x jumlah orang kepala tukang = 0,00066 hari x 1 orang = 0,00066 OH.

Untuk perhitungan koefisien kepala tukang pemasangan beton *decking* pada kolom lain dapat dilihat pada **Tabel 4.18**.

**Tabel 4.18 Durasi Kepala Tukang Pada Pekerjaan Pemasangan Beton Decking**

| No.                   | Jenis Kolom | AS    | Dimensi     | Vol Decking (bh) | Durasi Bekerja (Jam) | Waktu kerja 1 hari (jam) | Jumlah Pekerja (Orang) | Koefisien (OH)                          |
|-----------------------|-------------|-------|-------------|------------------|----------------------|--------------------------|------------------------|---|
| a                     | b           | c     | d           | e                | h                    | i                        | j                      | $k = \frac{h}{(e) \times (i)} \times j$ |
| 1                     | KT 1        | B - 2 | 950 x 1600  | 32               | 0,17                 | 8                        | 1                      | 0,00066                                 |
| 2                     | KT 1A       | C - 2 | 1100 x 1600 | 32               | 0,20                 | 8                        | 1                      | 0,00080                                 |
| 3                     | KT 1B       | D - 2 | 1100 x 1600 | 32               | 0,22                 | 8                        | 1                      | 0,00085                                 |
| 4                     | KT 1C       | E - 2 | 1100 x 1600 | 32               | 0,21                 | 8                        | 1                      | 0,00081                                 |
| 5                     | KT 1D       | B - 3 | 1100 x 2200 | 32               | 0,24                 | 8                        | 1                      | 0,00094                                 |
| 6                     | KT 1D       | B - 4 | 1100 x 2200 | 32               | 0,25                 | 8                        | 1                      | 0,00099                                 |
| 7                     | KT 2        | F - 2 | 1100 x 1600 | 32               | 0,22                 | 8                        | 1                      | 0,00086                                 |
| 8                     | KT 2        | G - 2 | 1100 x 1600 | 32               | 0,21                 | 8                        | 1                      | 0,00080                                 |
| 9                     | KT2A        | H - 2 | 1100 x 1600 | 32               | 0,22                 | 8                        | 1                      | 0,00085                                 |
| 10                    | KT 2B       | I - 2 | 950 x 1600  | 32               | 0,17                 | 8                        | 1                      | 0,00068                                 |
| 11                    | KT 2C       | I - 3 | 1100 x 2200 | 32               | 0,25                 | 8                        | 1                      | 0,00098                                 |
| 12                    | KT 2C       | I - 4 | 1100 x 2200 | 32               | 0,24                 | 8                        | 1                      | 0,00094                                 |
| 13                    | KT 3        | C - 5 | 1100 x 1600 | 32               | 0,21                 | 8                        | 1                      | 0,00080                                 |
| 14                    | KT 3        | D - 5 | 1100 x 1600 | 32               | 0,22                 | 8                        | 1                      | 0,00085                                 |
| 15                    | KT 3        | E - 5 | 1100 x 1600 | 32               | 0,22                 | 8                        | 1                      | 0,00086                                 |
| 16                    | KT 3        | F - 5 | 1100 x 1600 | 32               | 0,21                 | 8                        | 1                      | 0,00081                                 |
| 17                    | KT 3A       | G - 5 | 1100 x 1600 | 32               | 0,21                 | 8                        | 1                      | 0,00081                                 |
| 18                    | KT 3A       | H - 5 | 1100 x 1600 | 32               | 0,22                 | 8                        | 1                      | 0,00087                                 |
| Total Koefisien       |             |       |             |                  |                      |                          |                        | 0,01516                                 |
| Rata - Rata Koefisien |             |       |             |                  |                      |                          |                        | 0,00084                                 |

Sumber : Berdasarkan Data Lapangan, Proyek Menara BRI Gatot Subroto Tahap 2, 2019

Dalam pekerjaan pemasangan beton *decking* yang dilakukan oleh kepala tukang, total koefisien yang didapat adalah 0,01516. Sedangkan untuk rata – rata





| a                     | b     | c     | d              | e    | h    | (jam) | i | j | $k = \frac{h}{(e)x(i)} x j$ |
|-----------------------|-------|-------|----------------|------|------|-------|---|---|-----------------------------|
| 1                     | KT 1  | B - 2 | 950 x<br>1600  | 1,48 | 0,12 | 8     | 8 | 1 | 0,010                       |
| 2                     | KT 1A | C - 2 | 1100 x<br>1600 | 1,48 | 0,15 | 8     | 8 | 1 | 0,013                       |
| 3                     | KT 1B | D - 2 | 1100 x<br>1600 | 1,48 | 0,14 | 8     | 8 | 1 | 0,012                       |
| 4                     | KT 1C | E - 2 | 1100 x<br>1600 | 1,48 | 0,15 | 8     | 8 | 1 | 0,013                       |
| 5                     | KT 1D | B - 3 | 1100 x<br>2200 | 1,48 | 0,17 | 8     | 8 | 1 | 0,014                       |
| 6                     | KT 1D | B - 4 | 1100 x<br>2200 | 1,48 | 0,16 | 8     | 8 | 1 | 0,013                       |
| 7                     | KT 2  | F - 2 | 1100 x<br>1600 | 1,48 | 0,14 | 8     | 8 | 1 | 0,011                       |
| 8                     | KT 2  | G - 2 | 1100 x<br>1600 | 1,48 | 0,14 | 8     | 8 | 1 | 0,012                       |
| 9                     | KT2A  | H - 2 | 1100 x<br>1600 | 1,48 | 0,15 | 8     | 8 | 1 | 0,013                       |
| 10                    | KT 2B | I - 2 | 950 x<br>1600  | 1,48 | 0,12 | 8     | 8 | 1 | 0,010                       |
| 11                    | KT 2C | I - 3 | 1100 x<br>2200 | 1,48 | 0,18 | 8     | 8 | 1 | 0,015                       |
| 12                    | KT 2C | I - 4 | 1100 x<br>2200 | 1,48 | 0,17 | 8     | 8 | 1 | 0,014                       |
| 13                    | KT 3  | C - 5 | 1100 x<br>1600 | 1,48 | 0,15 | 8     | 8 | 1 | 0,013                       |
| 14                    | KT 3  | D - 5 | 1100 x<br>1600 | 1,48 | 0,15 | 8     | 8 | 1 | 0,013                       |
| 15                    | KT 3  | E - 5 | 1100 x<br>1600 | 1,48 | 0,14 | 8     | 8 | 1 | 0,012                       |
| 16                    | KT 3  | F - 5 | 1100 x<br>1600 | 1,48 | 0,15 | 8     | 8 | 1 | 0,013                       |
| 17                    | KT 3A | G - 5 | 1100 x<br>1600 | 1,48 | 0,14 | 8     | 8 | 1 | 0,012                       |
| 18                    | KT 3A | H - 5 | 1100 x<br>1600 | 1,48 | 0,15 | 8     | 8 | 1 | 0,013                       |
| Total Koefisien       |       |       |                |      |      |       |   |   | 0,226                       |
| Rata - Rata Koefisien |       |       |                |      |      |       |   |   | 0,013                       |

Sumber : Berdasarkan Data Lapangan, Proyek Menara BRI Gatot Subroto Tahap 2, 2019

Dalam pekerjaan pemasangan sepatu kolom yang dilakukan oleh kepala tukang, total koefisien yang didapat adalah 0,226. Sedangkan untuk rata – rata koefisien yang didapat adalah 0,013. Untuk perhitungan produktivitas waktu tenaga kerja lainnya pada pemasangan sepatu kolom dapat dilihat pada lampiran.

#### 4.5.2 Pekerjaan Bekisting Kolom

Pada pekerjaan bekisting kolom terbagi menjadi beberapa pekerjaan yaitu, perakitan bekisting kolom, pengangkatan dan pemasangan bekisting kolom. Untuk perakitan bekisting kolom pada proyek tidak dapat diamati dan dihitung karena terkendala izin sub kontraktor oleh PT. PP Presisi. Pada pengamatan pekerjaan bekisting kolom yang dapat diamati adalah pekerjaan pengangkatan dan pemasangan bekisting kolom. Kolom yang digunakan adalah jenis ADMC.

##### A. Pekerjaan Pengangkatan dan Pemasangan Bekisting ADMC

Perhitungan koefisien tenaga kerja pada pekerjaan pengangkatan dan pemasangan bekisting ADMC pada kolom KT 1 yang berukuran 950 x 1600 mm terdapat beberapa tenaga kerja, yaitu 1 wakil mandor, 1 kepala tukang, 3 orang tukang dan 1 operator TC. Waktu pekerja dalam melakukan pekerjaan pengangkatan dan pemasangan bekisting ADMC antara lain, 1 orang wakil mandor dengan waktu 1,34 jam, 1 orang kepala tukang dengan waktu 1,34 jam, 3 orang tukang dengan waktu 1,34 jam dan 1 orang operator TC dengan waktu 1,34 jam. Contoh perhitungan menggunakan kepala tukang yang mewakili pekerjaan pengangkatan dan pemasangan bekisting ADMC.

##### a. Kepala Tukang

Kepala Tukang mengerjakan pengangkatan dan pemasangan bekisting ADMC dengan waktu 1,34 jam dengan volume pekerjaan bekisting 19,38 m<sup>2</sup> dengan bekerja 8 jam dalam sehari.

$$\text{Koefisien} = \frac{\text{Durasi Pekerjaan (jam)}}{\text{Volume (m}^2\text{) x Waktu bekerja dalam sehari (jam)}}$$

$$\text{Koefisien} = \frac{1,34 \text{ (jam)}}{19,38 \text{ (m}^2\text{) x 8 (jam)}}$$

$$\text{Koefisien} = 0,0086 \text{ hari/unit}$$

Agar nilai koefisien berubah menjadi satuan hari, oleh karena itu 0,0086 hari/m<sup>2</sup> dikalikan dengan 1 kg, sehingga koefisien menjadi 0,0086 hari.

Total keseluruhan waktu kerja kepala tukang adalah 0,0086 hari x jumlah orang kepala tukang = 0,0086 hari x 1 orang = 0,0086 OH.

Untuk perhitungan koefisien kepala tukang pada pekerjaan pengangkatan dan pemasangan bekisting ADMC pada kolom lain dapat dilihat pada **Tabel 4.20**.

**Tabel 4.20 Durasi Kepala Tukang Pada Pekerjaan Pengangkatan dan Pemasangan Bekisting ADMC**

| No. | Jenis Kolom | AS    | Dimensi     | Vol Bkisting (m <sup>2</sup> ) | Durasi Bekerja (Jam) | Waktu kerja 1 hari (jam) | Jumlah Pekerja (Orang) | Koefisien (OH)              |
|-----|-------------|-------|-------------|--------------------------------|----------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------|
| a   | b           | c     | d           | e                              | h                    | i                        | j                      | $k = \frac{h}{(e)x(i)} x j$ |
| 1   | KT 1        | B - 2 | 950 x 1600  | 19,38                          | 1,34                 | 8                        | 1                      | 0,0086                      |
| 2   | KT 1A       | C - 2 | 1100 x 1600 | 20,52                          | 1,41                 | 8                        | 1                      | 0,0086                      |
| 3   | KT 1B       | D - 2 | 1100 x 1600 | 20,52                          | 1,42                 | 8                        | 1                      | 0,0086                      |
| 4   | KT 1C       | E - 2 | 1100 x 1600 | 20,52                          | 1,43                 | 8                        | 1                      | 0,0087                      |
| 5   | KT 1D       | B - 3 | 1100 x 2200 | 25,08                          | 1,52                 | 8                        | 1                      | 0,0076                      |
| 6   | KT 1D       | B - 4 | 1100 x 2200 | 25,08                          | 1,50                 | 8                        | 1                      | 0,0075                      |
| 7   | KT 2        | F - 2 | 1100 x 1600 | 20,52                          | 1,41                 | 8                        | 1                      | 0,0086                      |
| 8   | KT 2        | G - 2 | 1100 x 1600 | 20,52                          | 1,41                 | 8                        | 1                      | 0,0086                      |
| 9   | KT2A        | H - 2 | 1100 x 1600 | 20,52                          | 1,44                 | 8                        | 1                      | 0,0087                      |
| 10  | KT 2B       | I - 2 | 950 x 1600  | 19,38                          | 1,32                 | 8                        | 1                      | 0,0085                      |
| 11  | KT 2C       | I - 3 | 1100 x 2200 | 25,08                          | 1,51                 | 8                        | 1                      | 0,0075                      |
| 12  | KT 2C       | I - 4 | 1100 x 2200 | 25,08                          | 1,52                 | 8                        | 1                      | 0,0076                      |
| 13  | KT 3        | C - 5 | 1100 x 1600 | 20,52                          | 1,42                 | 8                        | 1                      | 0,0087                      |
| 14  | KT 3        | D - 5 | 1100 x 1600 | 20,52                          | 1,41                 | 8                        | 1                      | 0,0086                      |
| 15  | KT 3        | E - 5 | 1100 x 1600 | 20,52                          | 1,44                 | 8                        | 1                      | 0,0088                      |

|                       |       |       |                |       |      |   |   |        |
|-----------------------|-------|-------|----------------|-------|------|---|---|--------|
| 16                    | KT 3  | F - 5 | 1100 x<br>1600 | 20,52 | 1,42 | 8 | 1 | 0,0087 |
| 17                    | KT 3A | G - 5 | 1100 x<br>1600 | 20,52 | 1,44 | 8 | 1 | 0,0088 |
| 18                    | KT 3A | H - 5 | 1100 x<br>1600 | 20,52 | 1,41 | 8 | 1 | 0,0086 |
| Total Koefisien       |       |       |                |       |      |   |   | 0,1510 |
| Rata - Rata Koefisien |       |       |                |       |      |   |   | 0,0084 |

Sumber : Berdasarkan Data Lapangan, Proyek Menara BRI Gatot Subroto Tahap 2, 2019

Dalam pekerjaan pengangkatan dan pemasangan bekisting ADMC kolom yang dilakukan oleh kepala tukang, total koefisien yang didapat adalah 0,1510. Sedangkan untuk rata-rata koefisien yang didapat adalah 0,0084. Untuk perhitungan produktivitas waktu tenaga kerja lainnya pada pekerjaan pengangkatan dan pemasangan bekisting ADMC dapat dilihat pada lampiran.

#### 4.5.3 Pekerjaan Pengecoran Kolom

Pada pekerjaan pengecoran kolom, waktu mulai dihitung ketika penuangan adukan beton kedalam bucket cor, pengangkatan bucket cor ke lokasi kolom, penuangan adukan dari bucket ke kolom, dan penggunaan vibrator. Salah satu perhitungan pengecoran adalah kolom KT 1 yang berukuran 950 x 1600 mm. Terdapat beberapa tenaga kerja yang terlibat dalam pengecoran, yaitu 1 orang kepala tukang, 3 orang tukang cor, dan 1 operator TC.

Waktu pekerja dalam pekerjaan pengecoran kolom antara lain, kepala tukang dengan waktu 0,59 jam, 3 orang tukang cor dengan waktu 0,59 jam dan 1 orang operator tc dengan waktu 0,59 jam. Contoh perhitungan menggunakan kepala tukang yang mewakili pengecoran kolom.

##### a. Kepala Tukang

Kepala Tukang mengerjakan pengecoran kolom dengan waktu 0,59 jam dengan volume pekerjaan cor 4,56 m<sup>3</sup> dengan bekerja 8 jam dalam sehari.

$$\text{Koefisien} = \frac{\text{Durasi Pekerjaan (jam)}}{\text{Volume (m}^3\text{) x Waktu bekerja dalam sehari (jam)}}$$

$$\text{Koefisien} = \frac{0,59 \text{ (jam)}}{4,56 \text{ (m}^3\text{) x 8 (jam)}}$$

$$\text{Koefisien} = 0,0161 \text{ hari/m}^3$$

Agar nilai koefisien berubah menjadi satuan hari, oleh karena itu 0,0161 hari/m<sup>3</sup> dikalikan dengan 1 kg, sehingga koefisien menjadi 0,0161 hari.

Total keseluruhan waktu kerja kepala tukang adalah 0,0161 hari x jumlah orang kepala tukang = 0,0161 hari x 1 orang = 0,0161 OH.

Untuk perhitungan koefisien kepala tukang pada pekerjaan pengecoran kolom pada kolom lain dapat dilihat pada **Tabel 4.21**.

**Tabel 4.21 Durasi Kepala Tukang Pada Pekerjaan Pengecoran Kolom**

| No. | Jenis Kolom | AS    | Dimensi     | Vol Cor (m <sup>3</sup> ) | Durasi Bekerja (Jam) | Waktu kerja 1 hari (jam) | Jumlah Pekerja (Orang) | Koefisien (OH)                          |
|-----|-------------|-------|-------------|---------------------------|----------------------|--------------------------|------------------------|---|
| a   | b           | c     | d           | e                         | h                    | i                        | j                      | $k = \frac{h}{(e) \times (i)} \times j$ |
| 1   | KT 1        | B - 2 | 950 x 1600  | 4,56                      | 0,59                 | 8                        | 1                      | 0,0161                                  |
| 2   | KT 1A       | C - 2 | 1100 x 1600 | 5,28                      | 0,64                 | 8                        | 1                      | 0,0151                                  |
| 3   | KT 1B       | D - 2 | 1100 x 1600 | 5,28                      | 0,65                 | 8                        | 1                      | 0,0154                                  |
| 4   | KT 1C       | E - 2 | 1100 x 1600 | 5,28                      | 0,67                 | 8                        | 1                      | 0,0158                                  |
| 5   | KT 1D       | B - 3 | 1100 x 2200 | 7,26                      | 0,79                 | 8                        | 1                      | 0,0136                                  |
| 6   | KT 1D       | B - 4 | 1100 x 2200 | 7,26                      | 0,82                 | 8                        | 1                      | 0,0141                                  |
| 7   | KT 2        | F - 2 | 1100 x 1600 | 5,28                      | 0,66                 | 8                        | 1                      | 0,0155                                  |
| 8   | KT 2        | G - 2 | 1100 x 1600 | 5,28                      | 0,64                 | 8                        | 1                      | 0,0151                                  |
| 9   | KT2A        | H - 2 | 1100 x 1600 | 5,28                      | 0,64                 | 8                        | 1                      | 0,0152                                  |
| 10  | KT 2B       | I - 2 | 950 x 1600  | 4,56                      | 0,61                 | 8                        | 1                      | 0,0166                                  |
| 11  | KT 2C       | I - 3 | 1100 x 2200 | 7,26                      | 0,83                 | 8                        | 1                      | 0,0142                                  |
| 12  | KT 2C       | I - 4 | 1100 x 2200 | 7,26                      | 0,81                 | 8                        | 1                      | 0,0139                                  |

|                       |       |       |                |      |      |   |   |        |
|-----------------------|-------|-------|----------------|------|------|---|---|--------|
| 13                    | KT 3  | C - 5 | 1100 x<br>1600 | 5,28 | 0,70 | 8 | 1 | 0,0166 |
| 14                    | KT 3  | D - 5 | 1100 x<br>1600 | 5,28 | 0,67 | 8 | 1 | 0,0159 |
| 15                    | KT 3  | E - 5 | 1100 x<br>1600 | 5,28 | 0,69 | 8 | 1 | 0,0162 |
| 16                    | KT 3  | F - 5 | 1100 x<br>1600 | 5,28 | 0,66 | 8 | 1 | 0,0156 |
| 17                    | KT 3A | G - 5 | 1100 x<br>1600 | 5,28 | 0,64 | 8 | 1 | 0,0152 |
| 18                    | KT 3A | H - 5 | 1100 x<br>1600 | 5,28 | 0,68 | 8 | 1 | 0,0160 |
| Total Koefisien       |       |       |                |      |      |   |   | 0,2760 |
| Rata - Rata Koefisien |       |       |                |      |      |   |   | 0,0153 |

Sumber : Berdasarkan Data Lapangan, Proyek Menara BRI Gatot Subroto Tahap 2, 2019

Dalam pekerjaan pengecoran kolom yang dilakukan oleh kepala tukang, total koefisien yang didapat adalah 0,2760. Sedangkan untuk rata – rata koefisien yang didapat adalah 0,0153. Untuk perhitungan produktivitas waktu tenaga kerja lainnya pada pekerjaan pengecoran kolom dapat dilihat pada lampiran.

#### 4.5.4 Pekerjaan Pembongkaran Bekisting dan Curing Kolom

Perhitungan koefisien tenaga kerja pada pekerjaan pembongkaran bekisting dan curing kolom pada kolom KT 1 yang berukuran 950 x 1600 mm terdapat beberapa tenaga kerja, yaitu 1 wakil mandor, 1 kepala tukang, 3 orang tukang dan 1 operator TC. Waktu pekerja dalam melakukan pekerjaan pembongkaran bekisting dan curing kolom antara lain, 1 orang wakil mandor dengan waktu 0,17 jam, 1 orang kepala tukang dengan waktu 0,17 jam, 2 orang tukang dengan waktu 0,17 jam dan 1 orang operator TC dengan waktu 0,05 jam. Contoh perhitungan menggunakan kepala tukang yang mewakili pekerjaan pembongkaran bekisting dan curing kolom.

##### a. Kepala Tukang

Kepala Tukang mengerjakan pembongkaran bekisting dan curing kolom dengan waktu 0,17 jam dengan volume pekerjaan bekisting 19,38 m<sup>2</sup> dengan bekerja 8 jam dalam sehari.

$$\text{Koefisien} = \frac{\text{Durasi Pekerjaan (jam)}}{\text{Volume (m}^2\text{) x Waktu bekerja dalam sehari (jam)}}$$

$$\text{Koefisien} = \frac{0,17 \text{ (jam)}}{19,38 \text{ (m}^2\text{) x 8 (jam)}}$$

$$\text{Koefisien} = 0,0011 \text{ hari/m}^2$$

Agar nilai koefisien berubah menjadi satuan hari, oleh karena itu 0,0011 hari/m<sup>2</sup> dikalikan dengan 1 kg, sehingga koefisien menjadi 0,0011 hari.

Total keseluruhan waktu kerja kepala tukang adalah 0,0011 hari x jumlah orang kepala tukang = 0,0011 hari x 1 orang = 0,0011 OH.

Untuk perhitungan koefisien kepala tukang pada pekerjaan pembongkaran bekisting dan curing kolom pada kolom lain dapat dilihat pada **Tabel 4.22**.

**Tabel 4.22 Durasi Kepala Tukang Pada Pekerjaan Pembongkaran Bekisting**

| No. | Jenis Kolom | AS    | Dimensi     | Vol Cor (m <sup>3</sup> ) | Durasi Bekerja (Jam) | Waktu kerja 1 hari (jam) | Jumlah Pekerja (Orang) | Koefisien (OH)                          |
|-----|-------------|-------|-------------|---------------------------|----------------------|--------------------------|------------------------|---|
| a   | b           | c     | d           | e                         | h                    | i                        | j                      | $k = \frac{h}{(e) \times (i)} \times j$ |
| 1   | KT 1        | B - 2 | 950 x 1600  | 19,38                     | 0,17                 | 8                        | 1                      | 0,0011                                  |
| 2   | KT 1A       | C - 2 | 1100 x 1600 | 20,52                     | 0,21                 | 8                        | 1                      | 0,0012                                  |
| 3   | KT 1B       | D - 2 | 1100 x 1600 | 20,52                     | 0,19                 | 8                        | 1                      | 0,0011                                  |
| 4   | KT 1C       | E - 2 | 1100 x 1600 | 20,52                     | 0,23                 | 8                        | 1                      | 0,0014                                  |
| 5   | KT 1D       | B - 3 | 1100 x 2200 | 25,08                     | 0,31                 | 8                        | 1                      | 0,0015                                  |
| 6   | KT 1D       | B - 4 | 1100 x 2200 | 25,08                     | 0,32                 | 8                        | 1                      | 0,0016                                  |
| 7   | KT 2        | F - 2 | 1100 x 1600 | 20,52                     | 0,20                 | 8                        | 1                      | 0,0012                                  |
| 8   | KT 2        | G - 2 | 1100 x 1600 | 20,52                     | 0,19                 | 8                        | 1                      | 0,0012                                  |
| 9   | KT2A        | H - 2 | 1100 x 1600 | 20,52                     | 0,20                 | 8                        | 1                      | 0,0012                                  |

|                       |       |       |                |       |      |   |   |        |
|-----------------------|-------|-------|----------------|-------|------|---|---|--------|
| 10                    | KT 2B | I - 2 | 950 x<br>1600  | 19,38 | 0,16 | 8 | 1 | 0,0010 |
| 11                    | KT 2C | I - 3 | 1100 x<br>2200 | 25,08 | 0,33 | 8 | 1 | 0,0016 |
| 12                    | KT 2C | I - 4 | 1100 x<br>2200 | 25,08 | 0,32 | 8 | 1 | 0,0016 |
| 13                    | KT 3  | C - 5 | 1100 x<br>1600 | 20,52 | 0,20 | 8 | 1 | 0,0012 |
| 14                    | KT 3  | D - 5 | 1100 x<br>1600 | 20,52 | 0,19 | 8 | 1 | 0,0012 |
| 15                    | KT 3  | E - 5 | 1100 x<br>1600 | 20,52 | 0,22 | 8 | 1 | 0,0013 |
| 16                    | KT 3  | F - 5 | 1100 x<br>1600 | 20,52 | 0,22 | 8 | 1 | 0,0014 |
| 17                    | KT 3A | G - 5 | 1100 x<br>1600 | 20,52 | 0,20 | 8 | 1 | 0,0012 |
| 18                    | KT 3A | H - 5 | 1100 x<br>1600 | 19,38 | 0,19 | 8 | 1 | 0,0012 |
| Total Koefisien       |       |       |                |       |      |   |   | 0,0233 |
| Rata - Rata Koefisien |       |       |                |       |      |   |   | 0,0013 |

Sumber : Berdasarkan Data Lapangan, Proyek Menara BRI Gatot Subroto Tahap 2, 2019

Dalam pekerjaan pembongkaran bekisting dan curing kolom yang dilakukan oleh kepala tukang, total koefisien yang didapat adalah 0,0233. Sedangkan untuk rata – rata koefisien yang didapat adalah 0,0013. Untuk perhitungan produktivitas waktu tenaga kerja lainnya pada pembongkaran bekisting dan curing kolom dapat dilihat pada lampiran.

#### 4.5.5 Pekerjaan Pengamatan Tambahan

Pekerjaan pengamatan tambahan terdiri dari pekerjaan pemasangan bekisting kepala kolom, pekerjaan pengecoran kepala kolom dan pembongkaran bekisting kepala kolom.

##### A. Pemasangan Bekisting Kepala Kolom

Pada pekerjaan pemasangan bekisting kepala kolom, salah satu contoh perhitungan pemasangan bekisting kepala kolom adalah kolom KT 1 yang berukuran 950 x 1600 mm. Terdapat beberapa tenaga kerja yang terlibat dalam pemasangan bekisting kepala kolom, yaitu 1 orang wakil mandor, 1 orang kepala



tukang dan 2 orang tukang bekisting. Waktu pekerja dalam pekerjaan pemasangan bekisting kepala kolom antara lain, wakil mandor dengan waktu 0,87 jam, kepala tukang dengan waktu 0,87 jam dan 2 orang tukang bekisting dengan waktu 0,87 jam. Contoh perhitungan menggunakan kepala tukang yang mewakili pemasangan bekisting kepala kolom.

a. Kepala Tukang

Kepala Tukang mengerjakan pemasangan bekisting kepala kolom KT 1 dengan waktu 0,87 jam dengan volume pekerjaan bekisting 2,85 m<sup>2</sup> dengan bekerja 8 jam dalam sehari.

$$\text{Koefisien} = \frac{\text{Durasi Pekerjaan (jam)}}{\text{Volume (m}^2\text{) x Waktu bekerja dalam sehari (jam)}}$$

$$\text{Koefisien} = \frac{0,87 \text{ (jam)}}{2,86 \text{ (m}^2\text{) x 8 (jam)}}$$

$$\text{Koefisien} = 0,038 \text{ hari/m}^2$$

Agar nilai koefisien berubah menjadi satuan hari, oleh karena itu 0,038 hari/m<sup>3</sup> dikalikan dengan 1 kg, sehingga koefisien menjadi 0,038 hari.

Total keseluruhan waktu kerja kepala tukang adalah 0,038 hari x jumlah orang kepala tukang = 0,038 hari x 1 orang = 0,038 OH.

Untuk perhitungan koefisien kepala tukang pada pekerjaan pemasangan bekisting kepala kolom KT 1 pada kolom lain dapat dilihat pada **Tabel 4.23**.

**Tabel 4.23 Durasi Kepala Tukang Pada Pekerjaan Pemasangan Bekisting Kepala Kolom**

| No. | Jenis Kolom | AS    | Dimensi    | Vol bkisting (m <sup>2</sup> ) | Durasi Bekerja (Jam) | Waktu kerja 1 hari (jam) | Jumlah Pekerja (Orang) | Koefisien (OH)                          |
|-----|-------------|-------|------------|--------------------------------|----------------------|--------------------------|------------------------|---|
| a   | b           | c     | d          | e                              | h                    | i                        | j                      | $k = \frac{h}{(e) \times (i)} \times j$ |
| 1   | KT 1        | B - 2 | 950 x 1600 | 2,86                           | 0,87                 | 8                        | 1                      | 0,038                                   |

|                       |       |       |                |      |      |   |   |       |
|-----------------------|-------|-------|----------------|------|------|---|---|-------|
| 2                     | KT 1A | C - 2 | 1100 x<br>1600 | 3,06 | 0,97 | 8 | 1 | 0,040 |
| 3                     | KT 1B | D - 2 | 1100 x<br>1600 | 3,06 | 0,99 | 8 | 1 | 0,040 |
| 4                     | KT 1C | E - 2 | 1100 x<br>1600 | 3,06 | 0,97 | 8 | 1 | 0,040 |
| 5                     | KT 1D | B - 3 | 1100 x<br>2200 | 3,86 | 1,18 | 8 | 1 | 0,038 |
| 6                     | KT 1D | B - 4 | 1100 x<br>2200 | 3,86 | 1,20 | 8 | 1 | 0,039 |
| 7                     | KT 2  | F - 2 | 1100 x<br>1600 | 3,06 | 0,98 | 8 | 1 | 0,040 |
| 8                     | KT 2  | G - 2 | 1100 x<br>1600 | 3,06 | 0,96 | 8 | 1 | 0,039 |
| 9                     | KT2A  | H - 2 | 1100 x<br>1600 | 3,06 | 0,99 | 8 | 1 | 0,040 |
| 10                    | KT 2B | I - 2 | 950 x<br>1600  | 2,86 | 0,84 | 8 | 1 | 0,037 |
| 11                    | KT 2C | I - 3 | 1100 x<br>2200 | 3,86 | 1,19 | 8 | 1 | 0,039 |
| 12                    | KT 2C | I - 4 | 1100 x<br>2200 | 3,86 | 1,18 | 8 | 1 | 0,038 |
| 13                    | KT 3  | C - 5 | 1100 x<br>1600 | 3,06 | 0,95 | 8 | 1 | 0,039 |
| 14                    | KT 3  | D - 5 | 1100 x<br>1600 | 3,06 | 0,99 | 8 | 1 | 0,040 |
| 15                    | KT 3  | E - 5 | 1100 x<br>1600 | 3,06 | 0,97 | 8 | 1 | 0,040 |
| 16                    | KT 3  | F - 5 | 1100 x<br>1600 | 3,06 | 0,96 | 8 | 1 | 0,039 |
| 17                    | KT 3A | G - 5 | 1100 x<br>1600 | 3,06 | 0,97 | 8 | 1 | 0,040 |
| 18                    | KT 3A | H - 5 | 1100 x<br>1600 | 3,06 | 0,96 | 8 | 1 | 0,039 |
| Total Koefisien       |       |       |                |      |      |   |   | 0,704 |
| Rata - Rata Koefisien |       |       |                |      |      |   |   | 0,039 |

Sumber : Berdasarkan Data Lapangan, Proyek Menara BRI Gatot Subroto Tahap 2, 2019

Dalam pekerjaan pemasangan bekisting kepala kolom yang dilakukan oleh kepala tukang, total koefisien yang didapat adalah 0,704. Sedangkan untuk rata – rata koefisien yang didapat adalah 0,039. Untuk perhitungan produktivitas waktu tenaga kerja lainnya pada pekerjaan pemasangan bekisting kepala kolom dapat dilihat pada lampiran.

#### B. Pekerjaan Pengecoran Kepala Kolom



| a                     | b     | c     | d              | e    | h    | i | j | $k = \frac{h}{(e)x(i)} x j$ |
|-----------------------|-------|-------|----------------|------|------|---|---|-----------------------------|
| 1                     | KT 1  | B - 2 | 950 x<br>1600  | 1,02 | 0,87 | 8 | 1 | 0,009                       |
| 2                     | KT 1A | C - 2 | 1100 x<br>1600 | 1,18 | 0,97 | 8 | 1 | 0,010                       |
| 3                     | KT 1B | D - 2 | 1100 x<br>1600 | 1,18 | 0,99 | 8 | 1 | 0,009                       |
| 4                     | KT 1C | E - 2 | 1100 x<br>1600 | 1,18 | 0,97 | 8 | 1 | 0,009                       |
| 5                     | KT 1D | B - 3 | 1100 x<br>2200 | 1,62 | 1,18 | 8 | 1 | 0,009                       |
| 6                     | KT 1D | B - 4 | 1100 x<br>2200 | 1,62 | 1,20 | 8 | 1 | 0,008                       |
| 7                     | KT 2  | F - 2 | 1100 x<br>1600 | 1,18 | 0,98 | 8 | 1 | 0,009                       |
| 8                     | KT 2  | G - 2 | 1100 x<br>1600 | 1,18 | 0,96 | 8 | 1 | 0,010                       |
| 9                     | KT2A  | H - 2 | 1100 x<br>1600 | 1,18 | 0,99 | 8 | 1 | 0,009                       |
| 10                    | KT 2B | I - 2 | 950 x<br>1600  | 1,02 | 0,84 | 8 | 1 | 0,009                       |
| 11                    | KT 2C | I - 3 | 1100 x<br>2200 | 1,62 | 1,19 | 8 | 1 | 0,008                       |
| 12                    | KT 2C | I - 4 | 1100 x<br>2200 | 1,62 | 1,18 | 8 | 1 | 0,009                       |
| 13                    | KT 3  | C - 5 | 1100 x<br>1600 | 1,18 | 0,95 | 8 | 1 | 0,011                       |
| 14                    | KT 3  | D - 5 | 1100 x<br>1600 | 1,18 | 0,99 | 8 | 1 | 0,009                       |
| 15                    | KT 3  | E - 5 | 1100 x<br>1600 | 1,18 | 0,97 | 8 | 1 | 0,009                       |
| 16                    | KT 3  | F - 5 | 1100 x<br>1600 | 1,18 | 0,96 | 8 | 1 | 0,011                       |
| 17                    | KT 3A | G - 5 | 1100 x<br>1600 | 1,18 | 0,97 | 8 | 1 | 0,009                       |
| 18                    | KT 3A | H - 5 | 1100 x<br>1600 | 1,18 | 0,96 | 8 | 1 | 0,010                       |
| Total Koefisien       |       |       |                |      |      |   |   | 0,168                       |
| Rata - Rata Koefisien |       |       |                |      |      |   |   | 0,009                       |

Sumber : Berdasarkan Data Lapangan, Proyek Menara BRI Gatot Subroto Tahap 2, 2019

Dalam pekerjaan pengecoran kolom yang dilakukan oleh kepala tukang, total koefisien yang didapat adalah 0,168. Sedangkan untuk rata – rata koefisien yang didapat adalah 0,009. Untuk perhitungan produktivitas waktu tenaga kerja lainnya pada pekerjaan pengecoran kolom dapat dilihat pada lampiran.

Pada semua tabel diatas menggunakan kepala tukang sebagai contoh perhitungan koefisien karena kepala tukang mewakili semua pekerjaan yang ada dalam mengerjakan pekerjaan kolom. Tabel – tabel diatas sebelumnya membahas koefisien berdasarkan tiap tiap pekerjaan dalam pekerjaan struktur kolom. Untuk memudahkan dalam membaca koefisien tiap pekerjaannya, dibuatlah tabel rekapitulasi yang berisi semua tenaga kerja yang terlibat di masing – masing pekerjaan struktur kolom pada proyek Menara BRI Gatot Subroto. Berikut ini adalah tabel rekapitulasi koefisien waktu tenaga kerja struktur kolom lantai 5 pada Proyek Menara BRI Gatot Subroto.



Tabel 4.25 Rekapitulasi Koefisien Waktu Tenaga Kerja Pekerjaan Kolom

| No                               | Uraian Pekerjaan       | Tenaga Kerja  | Koefisien |
|----------------------------------|------------------------|---------------|-----------|
| 1                                | Pemotongan Besi        | Wakil Mandor  | 0,000038  |
|                                  |                        | Kepala Tukang | 0,000038  |
|                                  |                        | Tukang        | 0,000113  |
| 2                                | Pembengkokan Besi      | Wakil Mandor  | 0,000077  |
|                                  |                        | Kepala Tukang | 0,000077  |
|                                  |                        | Tukang        | 0,000155  |
| 3                                | Perakitan Tulangan     | Wakil Mandor  | 0,000336  |
|                                  |                        | Kepala Tukang | 0,000336  |
|                                  |                        | Tukang        | 0,001009  |
| 4                                | Pemasangan Tulangan    | Wakil Mandor  | 0,000014  |
|                                  |                        | Kepala Tukang | 0,000014  |
|                                  |                        | Tukang        | 0,000043  |
|                                  |                        | Operator TC   | 0,000014  |
| 5                                | Beton Decking          | Kepala Tukang | 0,0008    |
|                                  |                        | Tukang        | 0,0008    |
| 6                                | Sepatu Kolom           | Kepala Tukang | 0,0126    |
|                                  |                        | Tukang        | 0,0126    |
| 7                                | Pemasangan Bekisting   | Wakil Mandor  | 0,00839   |
|                                  |                        | Kepala Tukang | 0,00839   |
|                                  |                        | Tukang        | 0,02517   |
|                                  |                        | Operator TC   | 0,00042   |
| 8                                | Pengecoran             | Kepala Tukang | 0,0153    |
|                                  |                        | Tukang        | 0,0460    |
|                                  |                        | Operator TC   | 0,0153    |
| 9                                | Pembongkaran Bekisting | Wakil Mandor  | 0,0013    |
|                                  |                        | Kepala Tukang | 0,0013    |
|                                  |                        | Tukang        | 0,0026    |
|                                  |                        | Operator TC   | 0,0006    |
| Pengamatan Tambahan Kepala Kolom |                        |               |           |
| 10                               | Pemasangan Bekisting   | Wakil Mandor  | 0,0391    |
|                                  |                        | Kepala Tukang | 0,0391    |
|                                  |                        | Tukang        | 0,0782    |
| 11                               | Pengecoran             | Kepala Tukang | 0,0093    |
|                                  |                        | Tukang        | 0,0186    |
|                                  |                        | Operator TC   | 0,0093    |
| 12                               | Curing                 | Tukang        | 0,0011    |

Sumber : Berdasarkan Data Lapangan, Proyek Menara BRI Gatot Subroto Tahap 2

Untuk acuan yang digunakan pada perhitungan produktivitas tenaga kerja adalah Peraturan Menteri Pekerjaan Umum (Permen) No.11/PRT/M/2013 berdasarkan pengamatan di lapangan. Namun dikarenakan berbedanya tenaga kerja yang ada pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum (permen) dengan tenaga kerja yang terlibat langsung di proyek, menyebabkan nilai perbandingan koefisien yang cukup besar pada tiap – tiap pekerjaannya.

Sebagai contoh pertama perbedaan pada aturan permen yang memuat koefisien pekerjaan pembesian yang tidak dijabarkan terlebih dahulu dibandingkan dengan perhitungan produktivitas waktu berdasarkan dilapangan. Contoh kedua adalah berbedanya tingkatan pekerjaan antara Permen dengan tenaga kerja yang terlibat langsung dilapangan. Tenaga kerja yang terlibat dilapangan terdiri dari wakil mandor, kepala tukang dan tukang. Sedangkan untuk Permen berisi mandor, kepala tukang, tukang dan pekerja. Sehingga perbedaan tersebut yang menyebabkan perbedaan nilai koefisien yang cukup besar, sehingga nilai koefisien berdasarkan hasil pengamatan langsung dilapangan tidak dapat dibandingkan dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum (Permen) No.11/PRT/M/2013.