

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan Gedung RSPON Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono Jakarta Sebagai RS Pendidikan Menjadi Institut Neurosains Nasional (INN) tepatnya di Gedung Pelayanan. Proyek RSPON ini bertujuan untuk menjadikannya sebagai Rumah Sakit Pendidikan dan menjadi Institut Neurosains Nasional (INN).



Gambar 3.1 Lokasi Proyek Pembangunan Gedung RSPON Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono Jakarta Sebagai RS Pendidikan Menjadi Institut Neurosains Nasional (INN)

3.2 Data Proyek

Data umum proyek dari Pembangunan Gedung RSPON Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono Jakarta Sebagai RS Pendidikan Menjadi Institut Neurosains Nasional (INN) sebagai berikut:

Nama Proyek : Proyek Pembangunan Gedung RSPON Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono Jakarta Sebagai RS Pendidikan Menjadi Institut Neurosains Nasional (INN)

Lokasi Proyek	: Jl. Letjen M.T. Haryono No.Kav.11, Cawang, Kec. Kramat jati, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta
Pemilik Pekerjaan	: Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Prof.Dr.dr Mahar Mardjono Jakarta
Kontraktor Pelaksana	: PT. Pembangunan Perumahan (Persero) Tbk Divisi Gedung dan PT. Wijaya Karya (Persero) Tbk
Konsultan Perencana	: PT. Insan Mandiri Konsultan
Konsultan Pengawas	: PT. Yodya Karya (Persero) KSO
Nilai Proyek	: Rp. 957.486.000.000,00,- (<i>Sembilan Ratus Lima Puluh Tujuh Miliar Empat Ratus Delapan Puluh Enam Juta</i>).
Jenis Kontrak	: Lump Sump
Sumber Dana	: APBN 2024 dan APBN 2023
Waktu Pelaksanaan	: 383 Hari Kalender
Waktu Pemeliharaan	: 365 Hari Kalender
Luas Bangunan	: 2.835 m ²

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam proses penelitian ini antara lain:

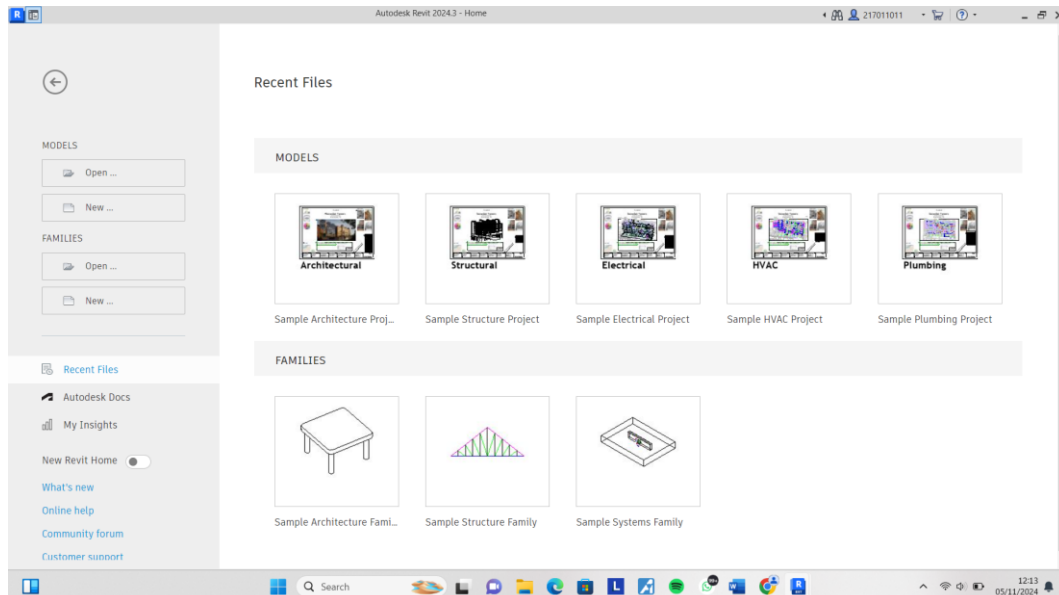
1. Laptop

Laptop digunakan sebagai media untuk merancang pemodelan dan simulasi menggunakan perangkat lunak bantuan yang sudah diunduh di dalamnya. Untuk menginstal perangkat lunak tersebut digunakan laptop dengan spesifikasi berikut:

- a. Merek : LENOVO LOQ 15IRX9-83DV00A8ID
- b. *Processor* : Intel Core i5 12450HX
- c. *Installed memory* (RAM) : 12 GB
- d. *System Type* : 64-bit
- e. *GRAFIC CARD* : Geforce RTX 3050

2. Perangkat Lunak Autodesk Revit *Student Version* 2024

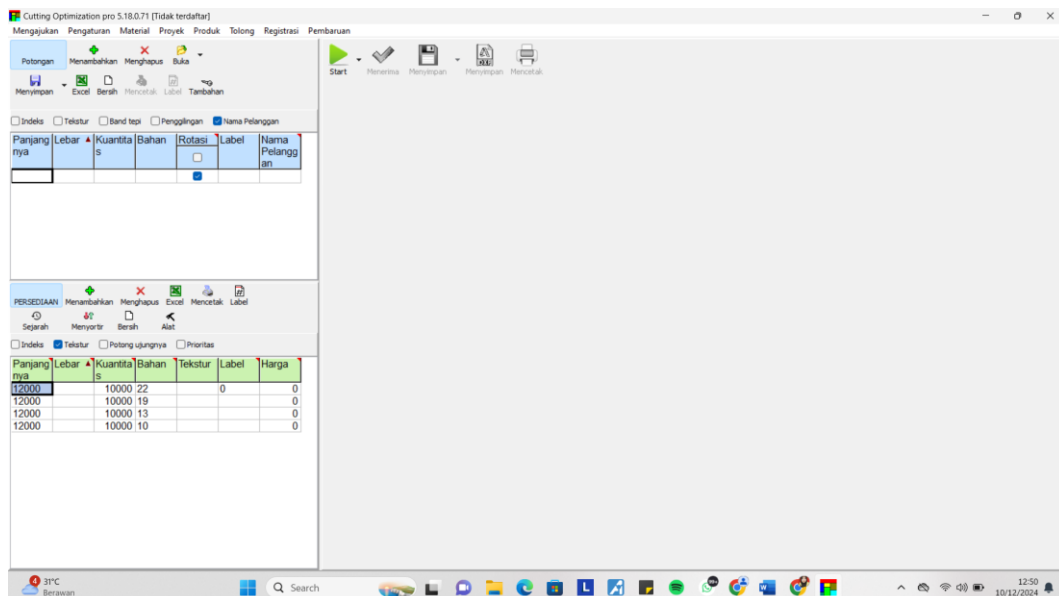
Autodesk Revit digunakan untuk memodelkan 3D struktur yang terdiri dari baja tulangan, beton dan bekisting serta memberikan hasil *output* volume total material.



Gambar 3.2 Tampilan Menu Utama Autodesk Revit 2024

3. Perangkat Lunak Cutting Optimization Pro Versi 5.17.2.0

Cutting Optimization Pro digunakan untuk optimasi pemotongan baja tulangan.



Gambar 3.3 Tampilan Utama Cutting Optimization Pro Versi 5.17.2.0

3.4 Analisis Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan menekan limbah struktural konstruksi menggunakan metode *Building Information Modeling* (BIM) pada proyek dengan bantuan perangkat lunak yang biasa digunakan dalam penerapan *Building Information Modeling* (BIM). Untuk mencapai tujuan tersebut, tahapan penelitian pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

3.4.1 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data kuantitatif berupa *Shop drawing* dan *bill of quantity* yang diterbitkan oleh proyek terkait, *shop drawing* digunakan untuk diolah pada program *Building Information Modeling* (BIM) yaitu Autodesk Revit guna mengetahui volume material pada proyek tersebut. Selanjutnya dengan data *waste* material dari proyek terkait dilakukan perbandingan antara metode konvensional dan BIM.

Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperuntukkan dalam keperluan analisis yang didapat dari dokumen proyek. Dibawah ini merupakan data yang diperlukan:

1. *Shop Drawing* diperoleh dari *drafter* pada proyek terkait. *Shop Drawing* diperlukan untuk mengetahui detail komponen struktur serta menghitung volume material terpasang pada proyek terkait.
2. *Bill of quantity* (BOQ) dan laporan material dari divisi Administrasi Kontrak dimana tercantum jumlah material yang direncanakan dan jumlah material yang terpasang, data tersebut digunakan untuk perbandingan volume *waste* material.
3. *Bar Bending Schedule* (BBS) diperoleh dari *Quantity Surveyor* yang ada pada proyek terkait. Diperlukan untuk mengetahui jumlah kebutuhan baja tulangan dan *waste* tulangan pada objek penelitian.
4. Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) diperoleh dari proyek terkait. Diperlukan untuk mengetahui harga pekerjaan pada objek penelitian.

3.4.2 Penerapan Metode *Building Information Modeling* (BIM)

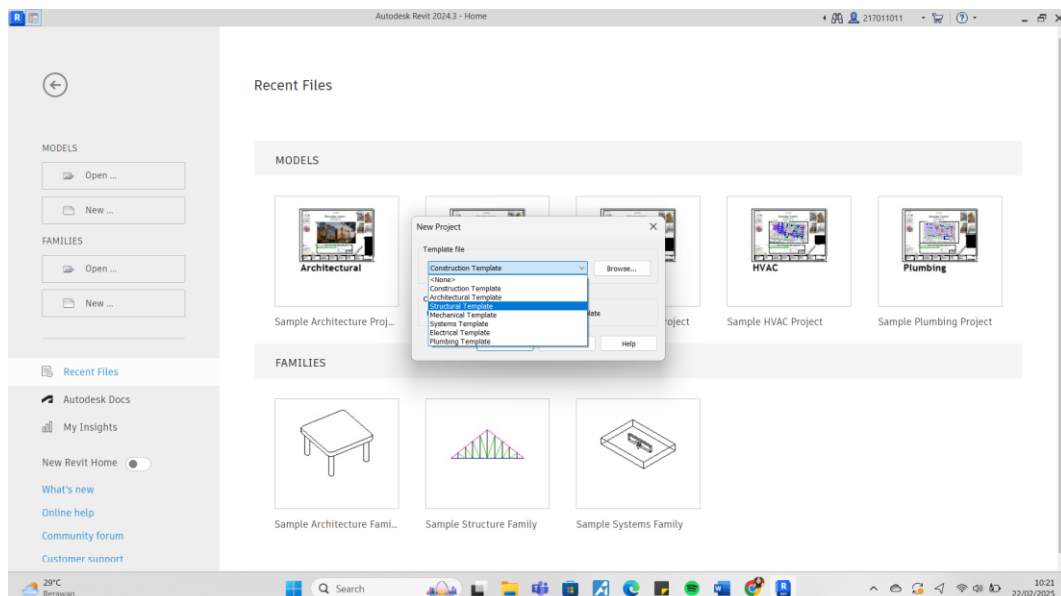
Penerapan metode *Building Information Modeling* (BIM) yang dilakukan yaitu dengan melakukan pemodelan menggunakan Autodesk Revit serta

mengeluarkan *output quantity take off* dan menganalisis *waste material* menggunakan *software* Cutting Optimization Pro, dengan tahapan sebagai berikut:

3.4.2.1 Tahapan Pemodelan Dengan Autodesk Revit

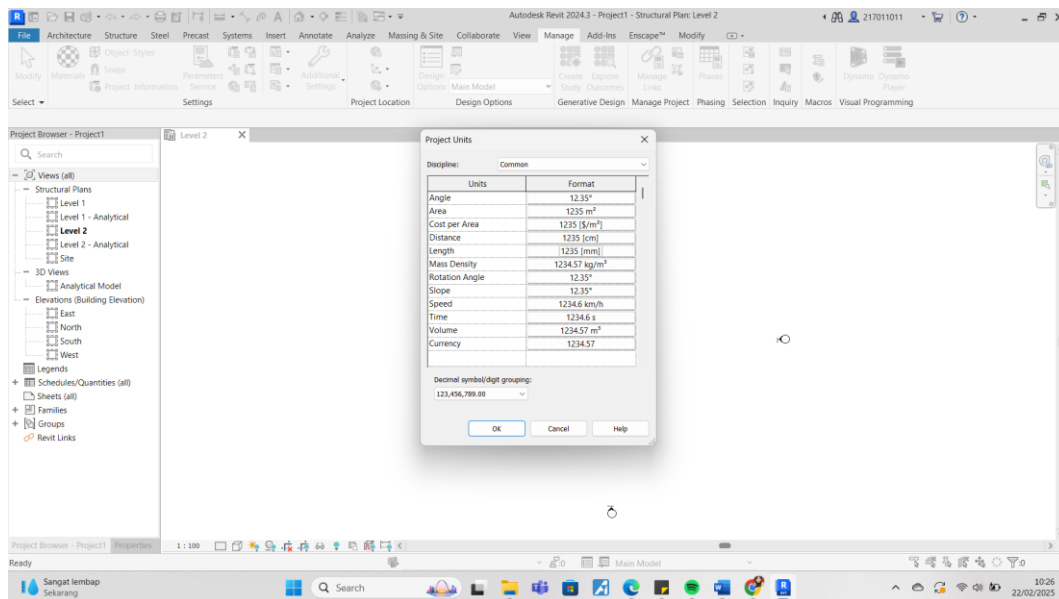
Pada tahapan pemodelan 3D dan penulisan elemen struktur bangunan, penelitian ini menggunakan Autodesk Revit 2024. Gambar kerja pada pelaksanaan proyek digunakan sebagai bahan acuan untuk pemodelan 3D agar dapat terintegrasi dengan berbagai tahapan pengerjaan lainnya.

1. Buka perangkat lunak Autodesk Revit versi 2024, Kemudian akan muncul tampilan awal program. Kemudian, memulai *file project* baru dengan memilih *new* lalu *file template* yang akan digunakan yaitu *structural template* untuk penempatan dengan bangunan keseluruhan.



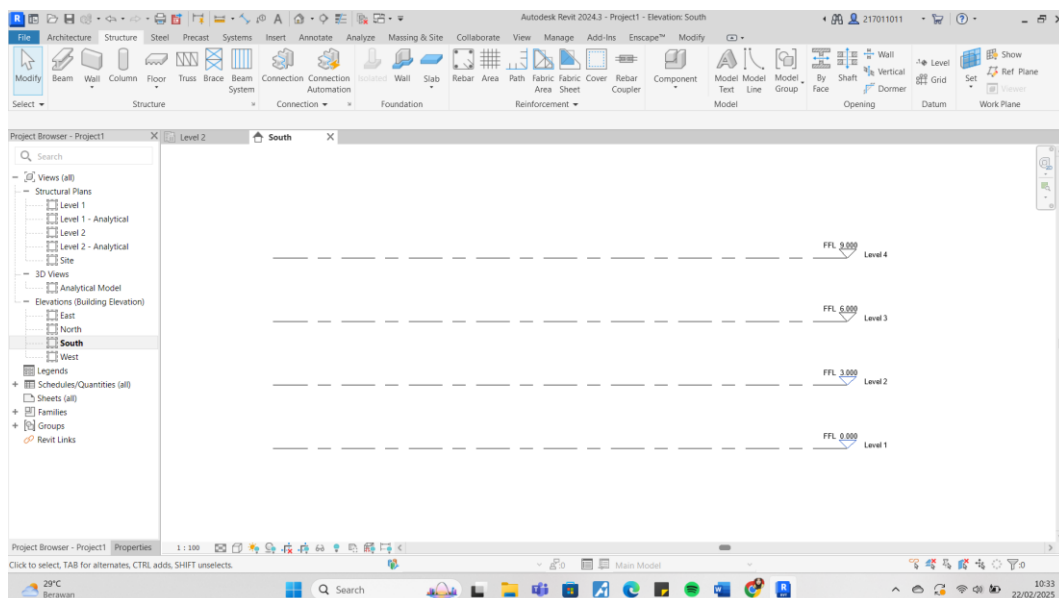
Gambar 3.4 Tampilan *Project Properties* Autodesk Revit 2024

2. Pada tampilan *toolbar* pilih *manage* dan pilih *project unit* untuk menyesuaikan satuan yang akan digunakan.



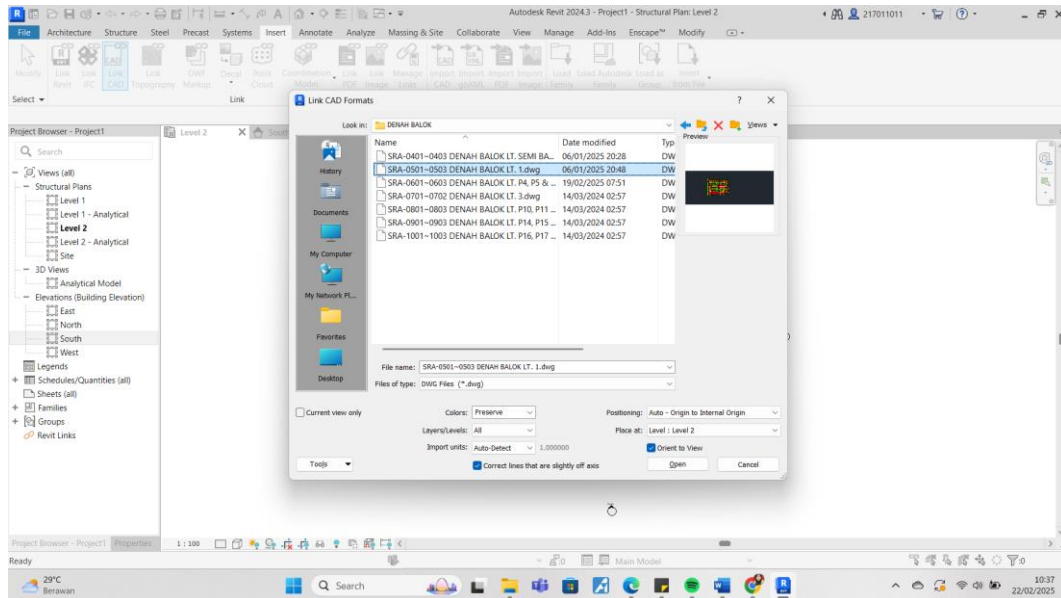
Gambar 3.5 Penyesuaian Satuan Panjang Pada *Project Unit*

3. Pada *project browser* terdapat *elevation*, pilih tampilan *south* untuk mengatur *level* sesuai dengan gambar kerja dengan menyesuaikan seperti pada gambar kerja. Selanjutnya, buka panel *title view*, pilih *plan view* pada *structural plan* untuk menampilkan level baru di *project browser*.



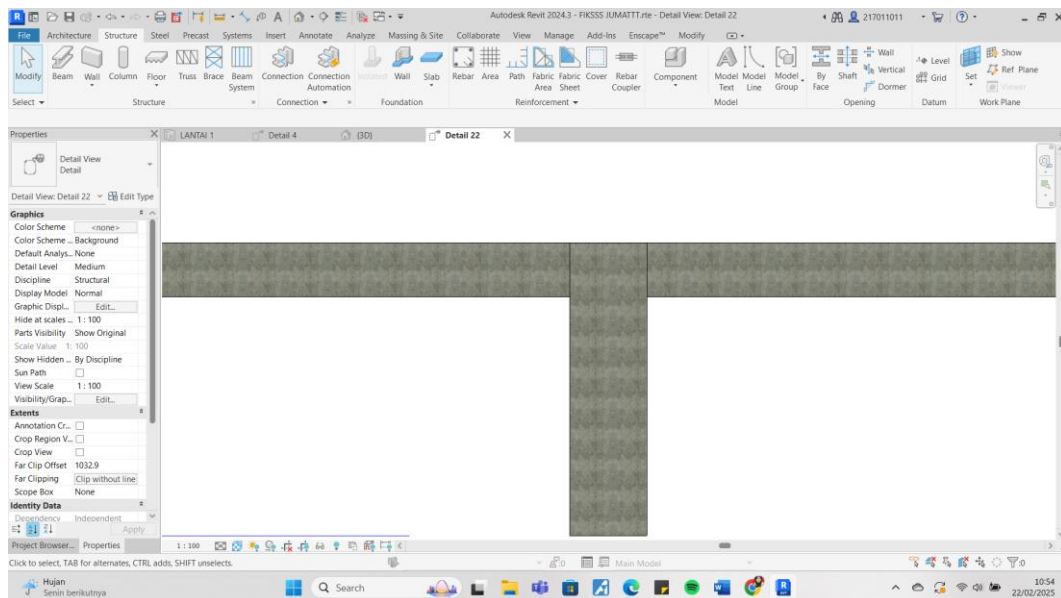
Gambar 3.6 Mengatur *Level*

4. Melakukan *link* CAD untuk memasukkan gambar CAD sebagai acuan untuk melakukan pekerjaan pemodelan 3D dan melakukan penulangan komponen elemen struktur dan simpan pada laman kerja *structural plan* dengan *level* mengikuti gambar kerja.



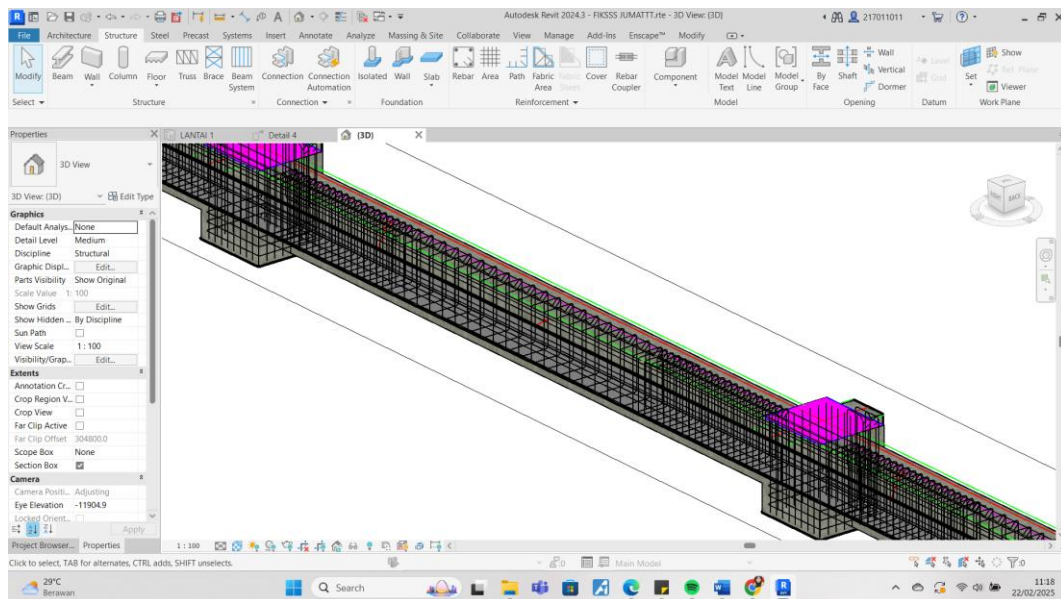
Gambar 3.7 Membuat *Template* Dengan *Link* CAD

5. Pilih *toolbar structure* untuk membuat elemen struktur yaitu kolom, balok, dan pelat lantai.



Gambar 3.8 Membuat Elemen Struktur Dengan *Toolbar Struct*

6. Memasukan tulangan pada kolom, balok, dan pelat lantai meliputi diameter tulangan dan jarak selimut beton.

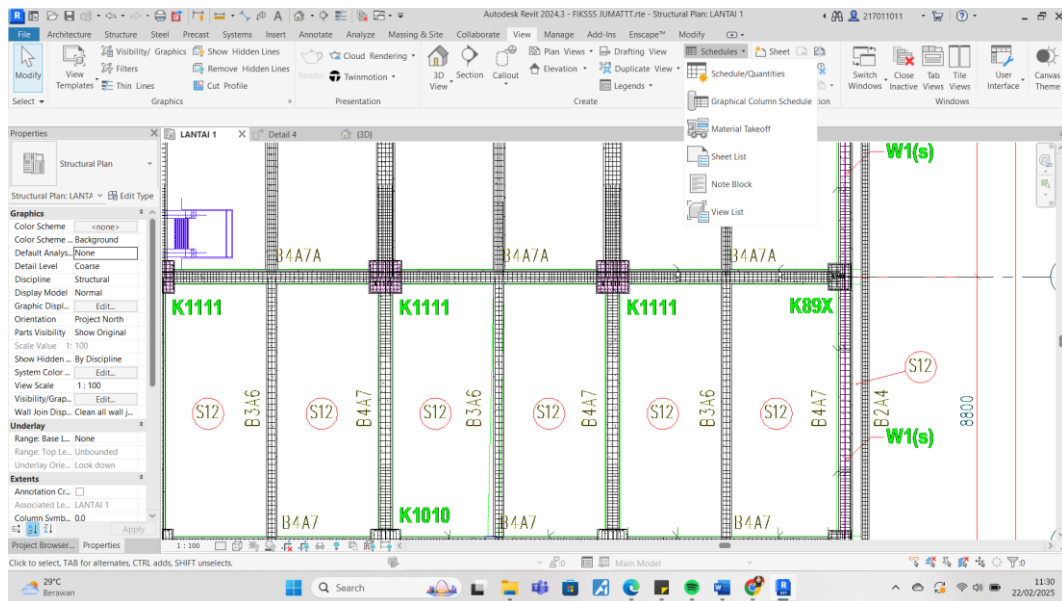


Gambar 3.9 Pemodelan Penulangan Struktur

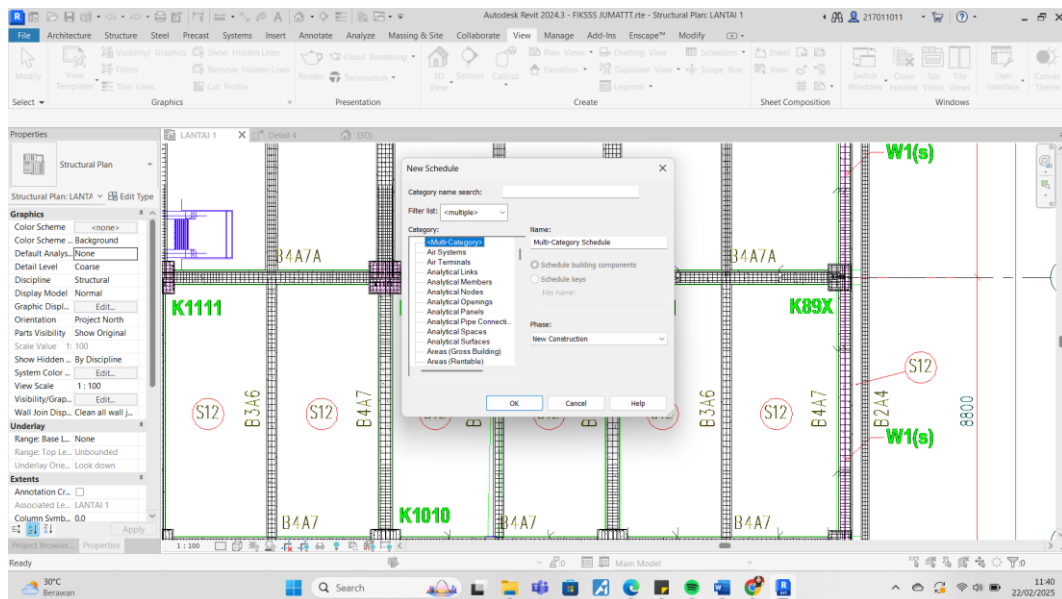
3.4.2.2 *Quantity take-off*

Setelah melakukan pemodelan elemen struktur, maka Autodesk Revit akan secara otomatis memberikan data hasil ataupun *output* data pemodelan dan *rebar* yang sudah dimodelkan.

1. Membuka *show panel titles view* lalu *schedules* dan pilih *schedules/quantities*.

Gambar 3.10 Tampilan *Show Panel Titles*

2. Menyesuaikan *schedules fields* sesuai keperluan penelitian.

Gambar 3.11 Tampilan *Schedules Fields*

3. Tampilan hasil *schedules* sesuai *schedules field*

<Structural Framing Schedule 6>					
A	B	C	D	E	F
Family and Type	KELILING BALOK	Length	Volume	LUAS BEKISTING	L BEKISTING
Concrete-Rectangular Beam: BALOK B4A7	1850	7500	2.01 m³		14 m²
Concrete-Rectangular Beam: BALOK B4A7	1850	7500	2.07 m³		14 m²
Concrete-Rectangular Beam: BALOK B4A7	1850	7500	2.07 m³		14 m²
Concrete-Rectangular Beam: BALOK B4A7	1850	7500	2.07 m³		14 m²
Concrete-Rectangular Beam: BALOK B4A7	1850	7500	2.01 m³		14 m²
Concrete-Rectangular Beam: BALOK B4A7	1850	7500	2.07 m³		14 m²
Concrete-Rectangular Beam: BALOK B4A7	1850	7500	1.57 m³		14 m²
Concrete-Rectangular Beam: BALOK B4A7	1850	7500	1.57 m³		14 m²
Concrete-Rectangular Beam: BALOK B4A7	1850	15000	3.32 m³		28 m²
Concrete-Rectangular Beam: BALOK B4A7	1850	15000	3.32 m³		28 m²
Concrete-Rectangular Beam: BALOK B4A7	1850	7498	2.02 m³		14 m²
Concrete-Rectangular Beam: BALOK B4A7	1850	7500	2.03 m³		14 m²
Concrete-Rectangular Beam: BALOK B4A7A	1950	7500	1.86 m³		15 m²
Concrete-Rectangular Beam: BALOK B4A7A	1950	7500	1.86 m³		15 m²
Concrete-Rectangular Beam: BALOK B4A7A	1950	7500	1.83 m³		15 m²
Concrete-Rectangular Beam: BALOK B4A7	1850	7500	1.71 m³		14 m²
Concrete-Rectangular Beam: BALOK B4A7	1850	7500	1.71 m³		14 m²
Concrete-Rectangular Beam: BALOK B4A7	1850	7500	1.71 m³		14 m²
Concrete-Rectangular Beam: BALOK B4A7	1850	7500	1.71 m³		14 m²

Gambar 3.12 Tampilan *Schedule*.

3.4.2.3 Penggunaan Cutting Optimization Pro

Setelah didapatkan *output* volume total material dari Autodesk Revit, akan diekspor ke perangkat lunak Cutting Optimization Pro. Berikut adalah tahapan penggunaan *software* Cutting Optimization Pro:

1. Buka program Cutting Optimization Pro dan klik panah ke bawah disamping *icon file* buka lalu pilih buka untuk mengambil data yang sudah kita masukkan pada perangkat lunak Microsoft Excel. Kemudian muncul *input* data seperti Gambar 3.13.

Gambar 3.13 *Input* Data Aplikasi Cutting Optimization Pro

2. Setelah membuka data yang diinginkan, sesuaikan label kolom dengan isi pada Microsoft Excel agar peng-*input*-an perhitungan data bisa dilakukan.

Cutting Optimization pro 5.18.0.71 [Tidak terdaftar]

Mengajukan Pengaturan Material Proyek Produk Tolong Registrasi Pembaruan

Potongan Menambahkan Menghapus Buka Menyimpan Excel Bersih Mencetak Label Tambahan

☐ Indeks ☐ Tekstur ☐ Band tepi ☐ Penggilingan ☒ Nama Pelanggan

Panjang nya	Lebar ▲	Kuantita s	Bahan	Rotasi □	Label	Nama Pelangg an
49,48		5	10	☒	B4A7	
133,8		12	10	☒	B4A7	
75,85		7	10	☒	B4A9	
12,06		2	10	☒	B4A9	
194,41		17	10	☒	B4A9	
257,81		22	10	☒	B59A	
678,47		57	10	☒	B59A	
83,84		7	10	☒	B59A	
220,64		19	10	☒	B59A	
53,82		5	10	☒	B59A	
41,69		4	10	☒	B2A4	

Gambar 3.14 *Input Data*

3. Setelah selesai memasukan data dari Microsoft Excel lanjut mengisi ketersediaan stock bahan untuk memonitoring *stock*.

PERSEDIAAN Menambahkan Menghapus Excel Mencetak Label Sejarah Menyortir Bersih Alat

☐ Indeks ☒ Tekstur ☐ Potong ujungnya ☐ Prioritas

Panjang nya	Lebar ▲	Kuantita s	Bahan	Tekstur	Label	Harga
12000		200000	22		0	0
12000		200000	19			0
12000		200000	13			0
12000		200000	10			0

Gambar 3.15 *Input Stock Bahan*

3.4.3 Pengolahan Data Perhitungan Tulangan Baja dan Bekisting dengan *Building Information Modeling* (BIM)

Perhitungan pemotongan besi dilakukan menggunakan *software* Cutting Optimization Pro setelah proses menampilkan data *Rebar Schedule* pada Autodesk Revit, maka dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Pengolahan data pada material tulangan

a. Mendapatkan total volume tulangan

Untuk mendapatkan total volume tulangan yang diperoleh dari metode *Building Information Modeling* (BIM) menggunakan *software* Autodesk Revit dilakukan pemodelan pada *rebar* dan akan menghasilkan *Total bar length*. *Total bar length* dikonversi ke dalam satuan (Kg) untuk mendapatkan total volume berat baja tulangan.

b. Mendapatkan Total Volume *Waste*

Untuk mendapatkan total volume *Waste* yang didapat dari input data *rebar schedule* dari *software* Autodesk Revit dengan proses olah data yang dimasukan untuk melakukan olah perhitungan dengan *software* Cutting Optimization Pro, data yang di masukan kedalam tabel olah perhitungan berupa data *Bar length* (mm), *Quantity* dan Jenis Diameter Tulangan. Sehingga menghasilkan jumlah yang dibatalkan berupa *waste material* yang didapat.

2. Pengolahan data pada material triplek bekisting.

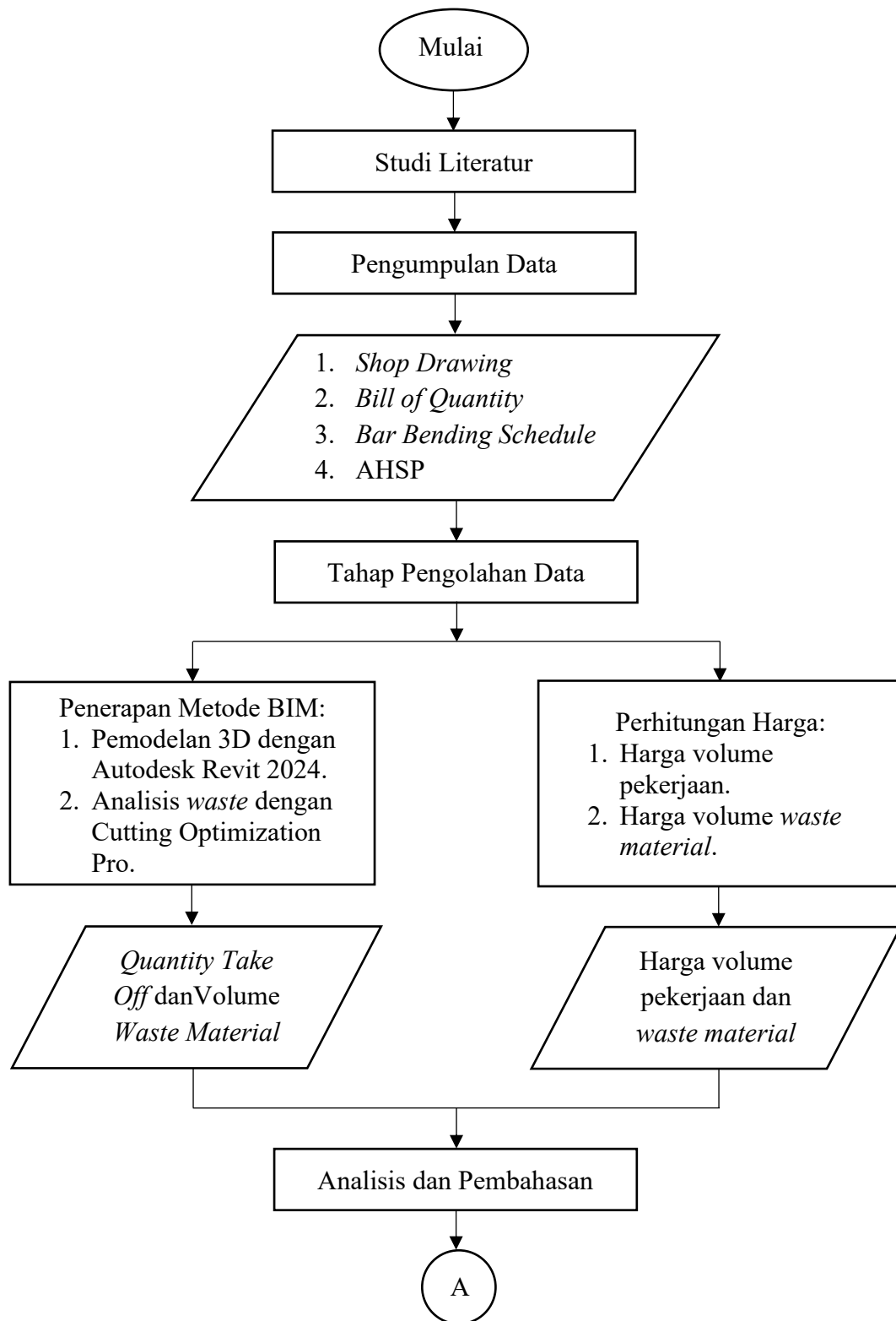
a. Mendapatkan Total Luas Bekisting

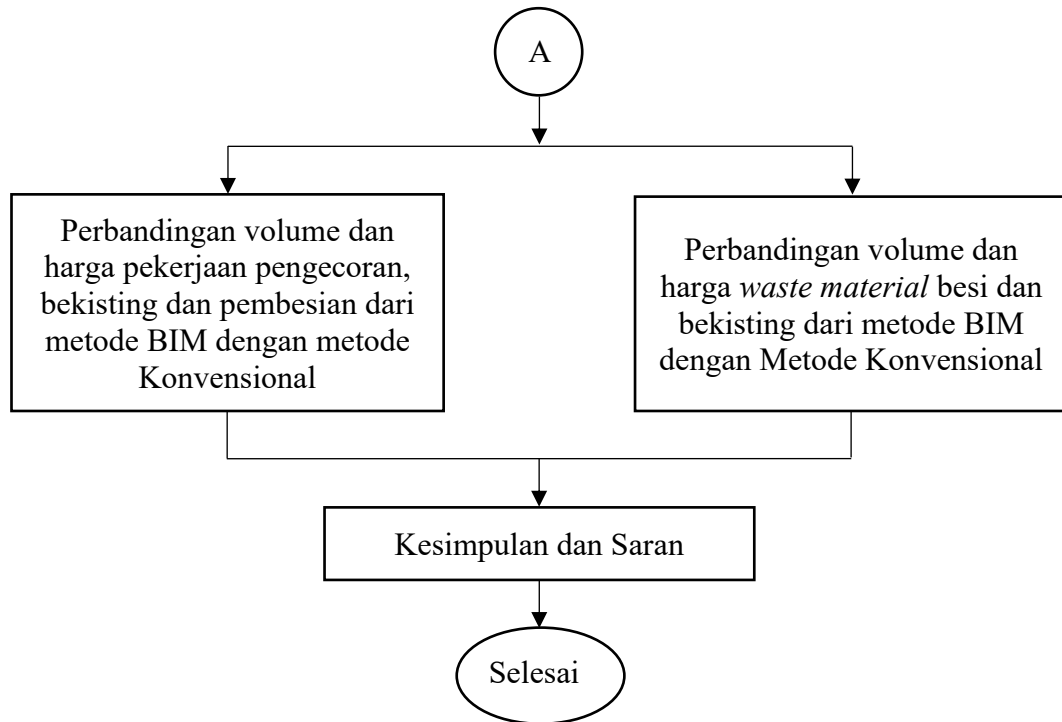
Untuk mendapatkan total luas bekisting yang diperoleh dari metode *Building Information Modeling* (BIM) menggunakan *software* Autodesk Revit dilakukan perhitungan pada *tools project parameter* dan akan menghasilkan total luas bekisting yang didapat dengan satuan (m²).

b. Mendapatkan Total Volume *Waste*

Untuk mendapatkan total volume *Waste* yang didapat, data Luas Bekisting (m²) dan *Quantity* dari *software* Autodesk Revit dimasukan pada *software* Cutting Optimization Pro sehingga menghasilkan jumlah *waste material* yang optimal. Data *waste* yang dihasilkan pada *software* Cutting Optimization Pro berupa panjang.

3.5 Bagan Alir Penelitian





Gambar 3.18 Bagan Alir Penelitian

Penjelasan alur penelitian dari Gambar 3.18:

1. Melakukan studi literatur yaitu dengan melakukan pencarian terkait penelitian terdahulu yang membahas tentang *waste material*, *Building Information Modeling* (BIM), *software* Autodesk Revit dan *Cutting Optimization Pro*.
2. Data yang diperlukan pada penelitian ini yaitu:
 - a. *Shop drawing* yaitu gambar teknis yang dibuat sebelum konstruksi dimulai yang berfungsi sebagai dasar landasan pengerjaan proyek konstruksi.
 - b. *Bill of quantity* yaitu daftar yang berisi rincian kebutuhan bahan, tenaga kerja, dan peralatan untuk proyek konstruksi.
 - c. *Bar Bending Schedule* yaitu dokumen untuk mempermudah proses kebutuhan tulangan/pembesian.
3. Pemodelan 3D dilakukan pada *software* Autodesk Revit dengan memodelkan kolom, balok, dan pelat lantai. Kemudian, akan menghasilkan *quantity take-off* atau volume beton, bekisting, dan baja tulangan.

4. Perhitungan *waste material* dilakukan pada *software* Cutting Optimization Pro dengan memasukkan total panjang tulangan yang didapat dari pemodelan *software* Autodesk Revit. Hasil dari perhitungan yang dilakukan pada *software* Cutting Optimization Pro akan menghasilkan panjang *waste* dan akan dikoversi menjadi satuan berat (kg) dengan cara:

$$\text{Volume (kg)} = \text{Luas Tulangan} \times \text{Panjang} \times \text{BJ Baja}$$

5. Melakukan perhitungan untuk mengetahui *waste cost material* yang dihasilkan dari metode *Building Information Modeling* (BIM) dan metode konvensional, dengan cara:

$$\text{Waste cost} = \text{Persentase waste} \times \text{Harga satuan}$$

6. Harga satuan pekerjaan adalah biaya yang ditetapkan untuk menyelesaikan satu unit pekerjaan atau aktivitas tertentu dalam sebuah proyek. Harga satuan pekerjaan sering digunakan dalam kontrak konstruksi atau proyek untuk menentukan biaya tiap-tiap jenis pekerjaan. Harga satuan pekerjaan dihasilkan dengan rumus:

$$\text{Harga satuan pekerjaan} = \text{Volume} \times \text{Analisa Harga Satuan}$$

4. Analisa Harga Satuan yaitu perhitungan harga satuan dilakukan dengan cara mengalikan kebutuhan bahan bangunan, upah kerja, dan peralatan dengan harga bangunan, standar pengupahan pekerja, dan harga sewa/beli peralatan.
7. Analisis perbandingan volume dan *waste* yang dihasilkan pada metode *Building Information Modeling* (BIM) dan metode konvensional. Kemudian, dilakukan perbandingan pada *waste cost* dan harga satuan pekerjaan yang dihasilkan.

3.6 Data Teknis Proyek

Nama Gedung : Gedung Pelayanan Institut Neurosains Nasional Jakarta

Luas Gedung Pelayanan : 2.835 m²

Tinggi Gedung Pelayanan : 19,7 m (4 Lantai + Semi Basement)

Tebal Pelat Lantai : 12 mm

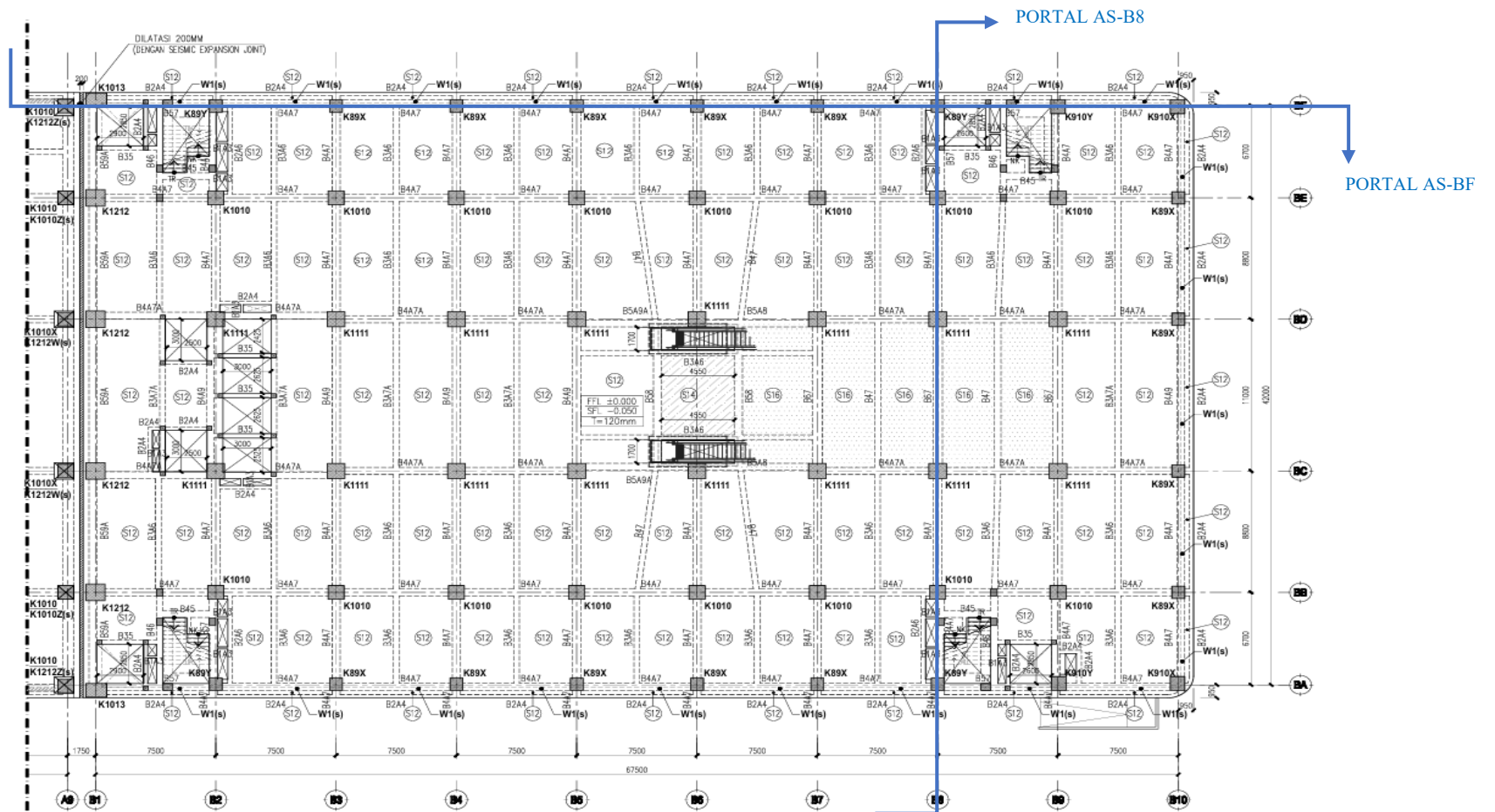
Mutu Beton Kolom : $f_c' 40 \text{ MPa}$

Mutu Beton Balok dan Pelat Lantai : $f_c' 30 \text{ MPa}$

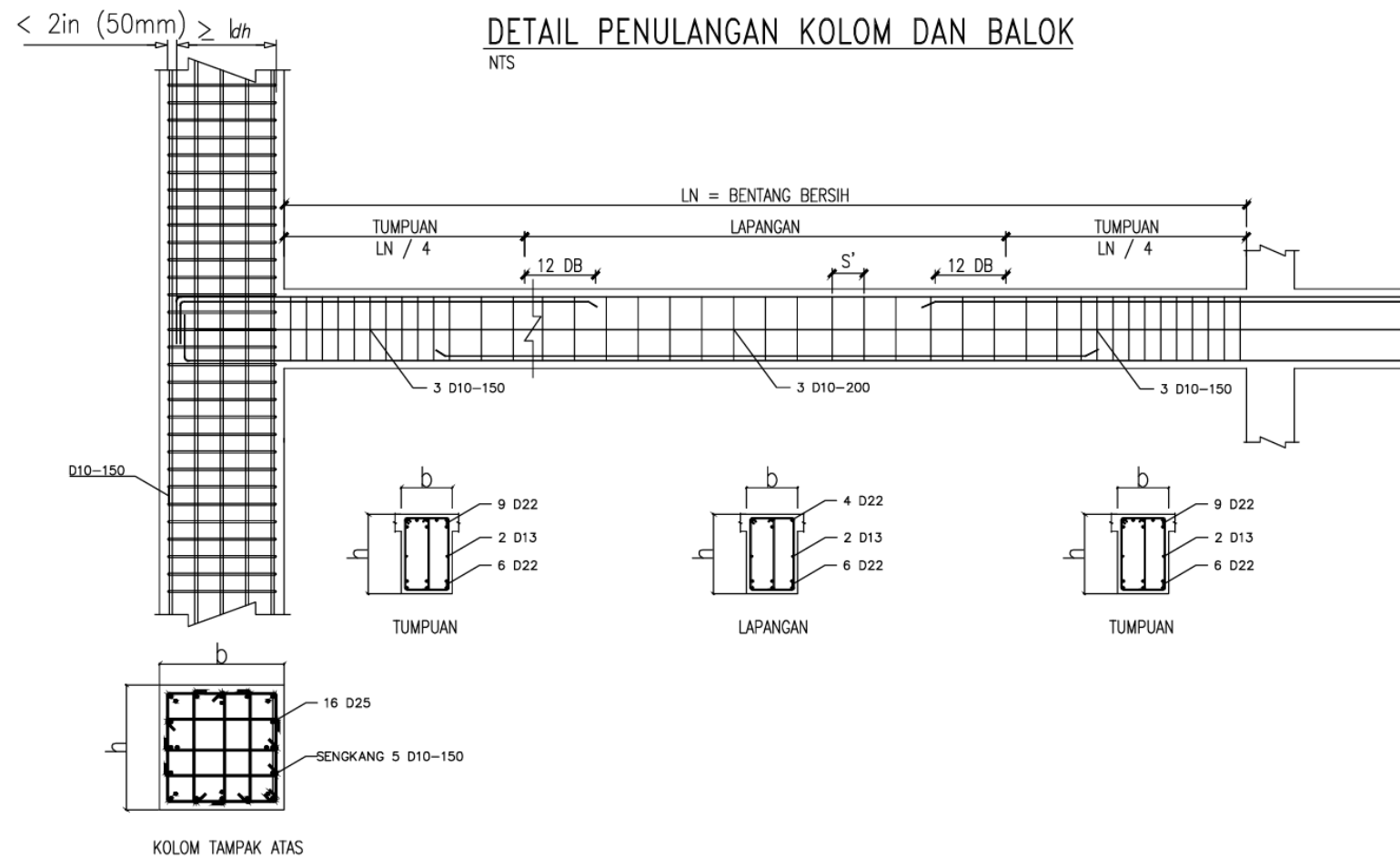
Penulangan : BJTS 420, BJTS 420 B, dan BJTS 520
(D10, D13, D16, D19, D22, D25)

Triplek Bekisting Kolom : Phenolic $t = 18 \text{ mm}$

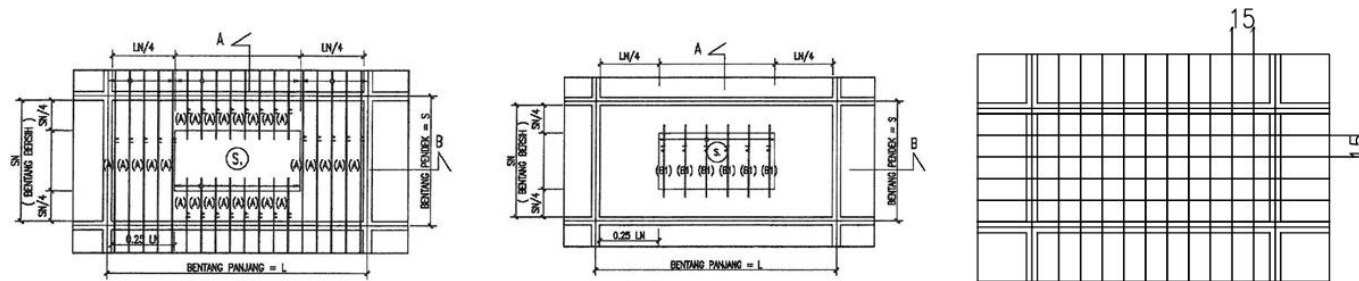
Triplek Bekisting Balok dan Pelat Lantai : Polyfilm $t = 12 \text{ mm}$



Gambar 3.19 Denah Gedung Pelayanan



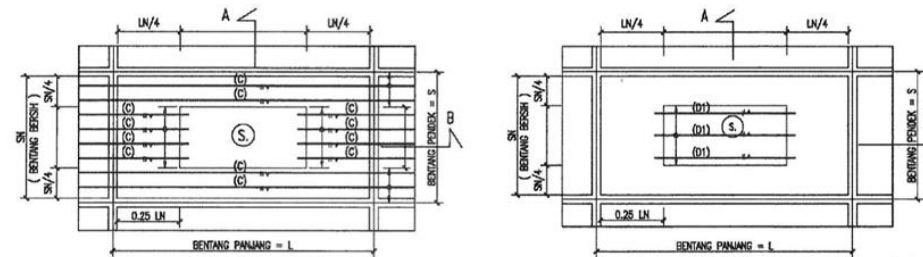
Gambar 3.21 Detail Penulangan Kolom dan Balok



DETAIL PENULANGAN EKSTRA (A)

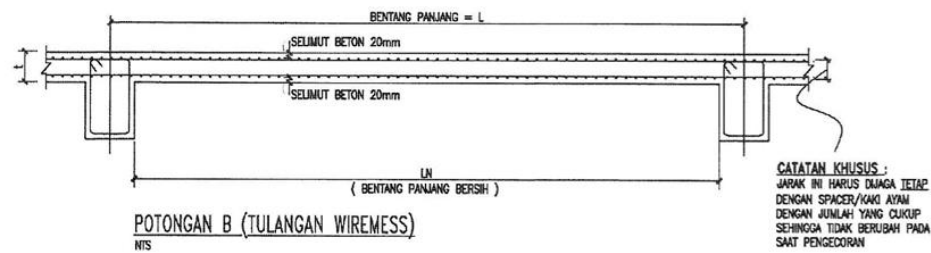
DETAIL PENULANGAN EKSTRA (B)

DETAIL PENULANGAN WIREMESS



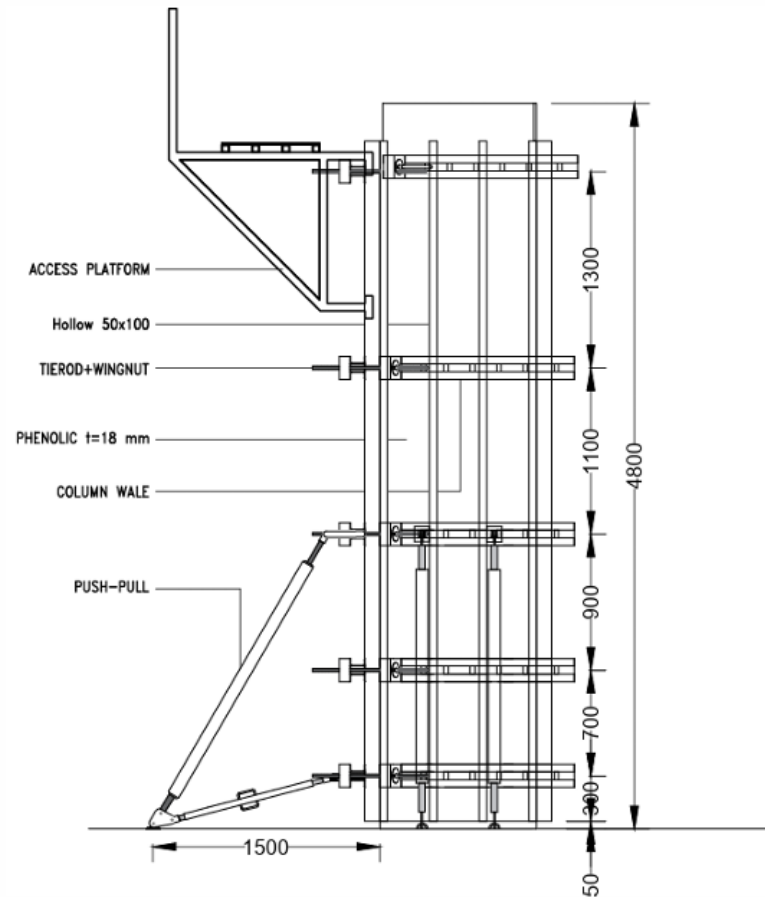
DETAIL PENULANGAN EKSTRA (C)

DETAIL PENULANGAN EKSTRA (D)

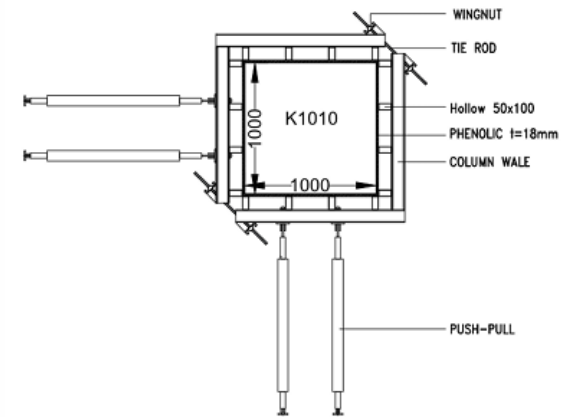


Gambar 3.22 Detail Penulangan Pelat Lantai

Tampak Bekisting Kolom



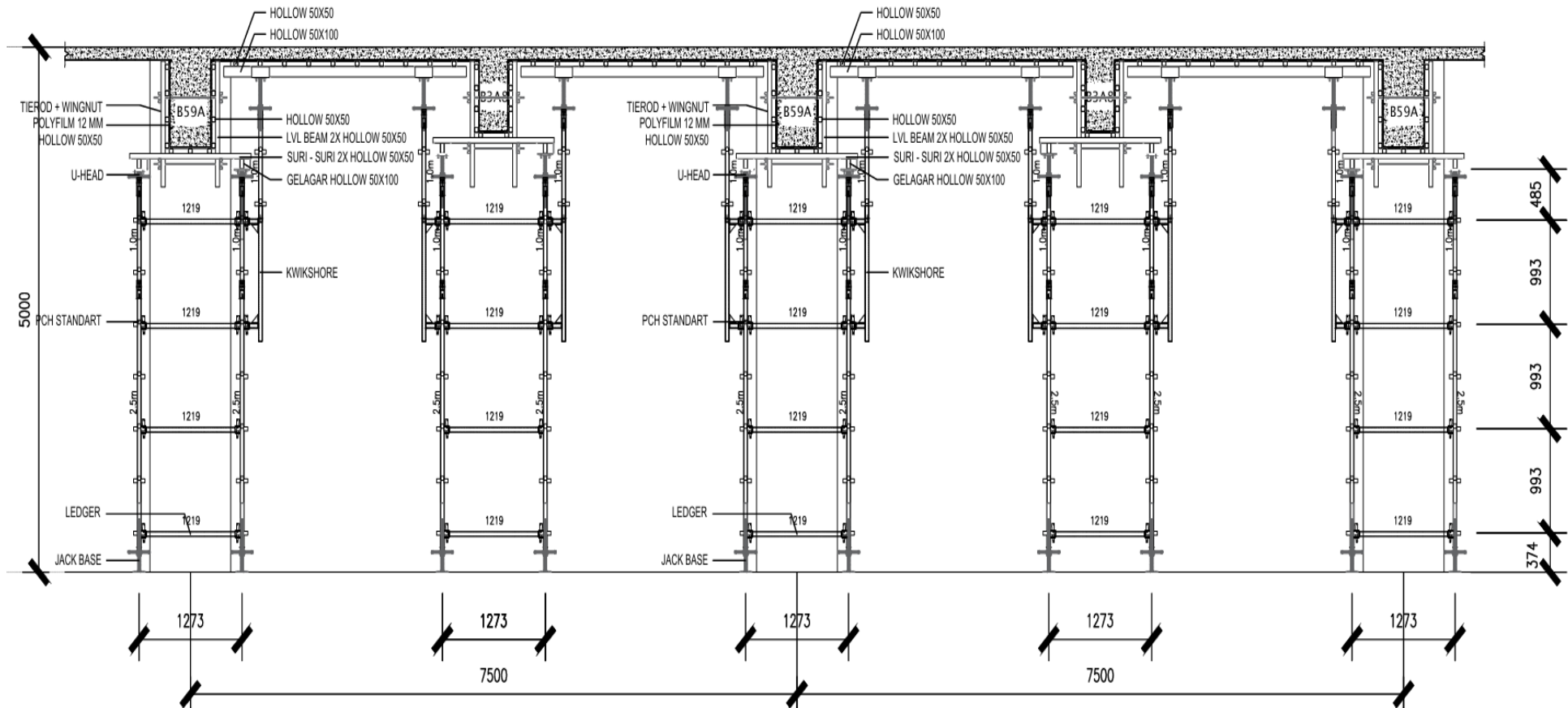
Detail Bekisting Kolom



***Phenolic dapat dipakai sebanyak 6 kali**

Gambar 3.23 Detail Bekisting Kolom

***Polyfilm dapat dipakai sebanyak 3 kali**



Gambar 3.24 Detail Bekisting Balok dan Pelat Lantai

3.7 Metode Pelaksanaan Konstruksi

Dalam kajian pekerjaan konstruksi, sangat penting untuk memperhatikan metode pelaksanaan konstruksi, bukan hanya fokus pada manajemen tenaga kerja, alat, dan bahan material. Metode Pelaksanaan yang digunakan dalam tinjauan penelitian ini meliputi pekerjaan penulangan, bekisting, dan pengecoran. Analisis terhadap metode pelaksanaan dapat mengidentifikasi faktor-faktor yang dapat menyebabkan terjadinya limbah atau *waste* konstruksi pada proyek.

3.7.1 Pekerjaan Penulangan

Pekerjaan pembesian adalah proses pemasangan tulangan atau besi beton dalam konstruksi, yang bertujuan untuk memberikan kekuatan dan kestabilan pada struktur bangunan. Pembesian biasanya dilakukan pada elemen-elemen struktur kolom, balok, dan pelat lantai. Pekerjaan ini mencakup pengadaan dan pemasangan baja tulangan sesuai dengan *Bar Bending Schedule* (BBS) dan *Shop Drawing*.

3.7.1.1 Daftar Alat, Bahan, dan Tenaga Kerja

Tabel 3.1 Daftar Alat Pekerjaan Penulangan

No.	Alat Kerja	Fungsi
1.	<i>Bar cutter</i>	Alat pemotong besi
2.	<i>Bar Bender</i>	Alat penekuk besi
3.	<i>Tower Crane</i>	Alat angkut Material
4.	Genset Cummins IPC275 <i>Silent Type</i> (250 Kva)	Sumber listrik

Tabel 3.2 Daftar Bahan Pekerjaan Penulangan

No.	Bahan	Satuan
1.	Baja Tulangan	Kg
2.	Kawat Beton	Kg

Tabel 3.3 Daftar Tenaga Kerja Pekerjaan Penulangan

No.	Tenaga Kerja
1.	Pelaksana
2.	<i>Quality Control (QC)</i>
3.	Health, Safety and Environment (HSE)
4.	Mandor
5.	Pekerja
6.	Tukang

3.7.1.2 Metode Kerja

1. Pekerjaan Persiapan

Sebelum melaksanakan pekerjaan, divisi pengadaan harus merencanakan pekerjaan baja tulangan dengan meninjau metode kerja, kebutuhan alat, tenaga kerja, spesifikasi, dan rencana mutu sesuai dokumen kontrak.

2. Persiapan lokasi fabrikasi

Lokasi fabrikasi dilakukan di *workshop* dan pada *site* untuk mengefisiensikan waktu.

3. Pemotongan dan pembengkokan besi

Pemotongan dan pembengkokan besi menggunakan *bar bender* dan *bar cutter* dilakukan di area fabrikasi. Pekerjaan ini dilakukan sesuai dengan *Shop Drawing* dan *Bar Bending Schedule*. Baja tulangan dipotong dan dibengkokkan sesuai dengan daftar BBS.

4. Pemasangan besi

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pelaksanaan pemasangan besi:

- a. Tulangan harus dibersihkan sesaat sebelum pemasangan untuk menghilangkan kotoran, lumpur, oli, cat karat dan kerak, percikan adukan atau lapisan lain yang dapat mengurangi atau merusak pelekatan dengan beton.
- b. Pasang/rakit potongan besi sesuai gambar pelaksanaan (*shop drawing*) dengan memperhatikan jarak dan diameter yang dipasang. Periksa panjang tulangan lewatan sesuai dengan aturan panjang lewatan yang ditentukan.

- c. Bila melakukan penyambungan besi tulangan maka ujung yang menjorok keluar tidak boleh menimbulkan bahaya.
- d. Batang tulangan harus diikat kencang dengan menggunakan kawat pengikat sehingga tidak tergeser pada saat pengecoran. Simpul dari kawat pengikat diarahkan membelakangi permukaan beton sehingga tidak akan terekspos.
- e. Metode pemasangan harus dibuat sekokoh mungkin agar tulangan bisa berdiri dengan tegak dan kuat sesuai *shop drawing*.

3.7.2 Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan bekisting adalah proses pembuatan dan pemasangan cetakan sementara untuk menahan beton dalam bentuk yang diinginkan hingga beton mengeras dan mencapai kekuatan yang cukup. Bekisting berfungsi untuk membentuk struktur beton seperti kolom, balok, plat lantai, atau dinding pada saat proses pengecoran.

3.7.2.1 Daftar Alat, Bahan, dan Tenaga Kerja

Tabel 3.4 Daftar Alat Pekerjaan Bekisting

No.	Alat Kerja	Fungsi
1.	Gergaji Mekanis	Alat pemotong material
2.	<i>Tie Rod</i>	Alat penguat bekisting
3.	Besi Hollow	Alat pembuat bekisting
4.	<i>U-Jack & Jack Base</i>	Alat tambahan perancah
5.	Suri-suri	Alat penguat bekisting
6.	Perancah	Alat penahan beban

Tabel 3.5 Daftar Bahan Pekerjaan Bekisting

No.	Bahan	Satuan
1.	Phenolic	Lembar
2.	Polyfilm	Lembar
3.	Paku	Kg
4.	Minyak Bekisting	Liter

Tabel 3.6 Daftar Tenaga Kerja Pekerjaan Bekisting

No.	Tenaga Kerja
1.	Pelaksana
2.	<i>Quality Control (QC)</i>
3.	Healt, Safety and Environment (HSE)
4.	Mandor
5.	Pekerja
6.	Tukang

3.7.2.2 Metode Kerja

Terdapat 3 tahapan pekerjaan bekisting yaitu pembuatan (fabrikasi), pemasangan, dan pembongkaran.

1. Fabrikasi

Fabrikasi bekisting adalah pembuatan bekisting sebelum dirakit di lapangan. Sebelum fabrikasi dimulai, disiapkan terlebih dahulu material yang akan digunakan. Kemudian melakukan pemotongan triplek (phenolic dan polyfilm) dan besi *hollow* sesuai dengan dimensi yang ada pada gambar kerja. . Setelah dipotong sesuai dengan kebutuhan, lembaran–lembaran multiplek tersebut akan dirakit menjadi satu dengan menggunakan pengaku besi *hollow*.

2. Pemasangan

a. Pemasangan bekisting pada pekerjaan kolom:

- 1) Membuat marking posisi
- 2) Memasang panel bekisting
- 3) Memasang *tie rod* dan *wing nut*
- 4) Memasang beton decking

- 5) Pengecekan garis marking
- 6) Pengecekan kesikuan bekisting
- 7) Pengecekan ketegaklurusan bekisting
- 8) Penguncian penyangga bekisting
- b. Pemasangan bekisting pada pekerjaan balok dan pelat lantai:
 - 1) Pemasangan *base jack*
 - 2) Pemasangan perancah dan *U-head* untuk bekisting balok
 - 3) Pemasangan gelagar dan suri-suri
 - 4) Pemasangan kepala kolom
 - 5) Pemasangan bekisting balok
 - 6) Pemasangan perancah dan bekisting lantai
 - 7) Pemasangan multiplek
3. Pembongkaran
 - a. Pembongkaran bekisting diawali dengan mengendorkan *wing nut*
 - b. Melepaskan *lock beam* satu per satu kemudian disimpan atau ditumpuk di tempat yang telah disediakan.
 - c. Mengendorkan *push pull prop* dan *kicker brace*, kemudian dilepas dan ditumpuk di tempat yang telah disediakan secara hati-hati.
 - d. Kemudian melepaskan multiplek bekisting secara satu per satu dan hati-hati agar multiplek dapat digunakan kembali.

3.7.3 Pekerjaan Pengecoran

Proses pengecoran menggunakan beton *ready mix* dengan mutu beton F_c' 30 MPa untuk balok dan pelat lantai, mutu beton F_c' 40 MPa untuk kolom. Dilakukan pengecekan mutu oleh QC dengan tes slump dan uji tekan.

3.7.3.1 Daftar Alat, Bahan, dan Tenaga Kerja

Berikut merupakan daftar kebutuhan alat, bahan, dan tenaga kerja pada pekerjaan pengecoran Gedung Pelayanan:

Tabel 3.7 Daftar Alat Pekerjaan Pengecoran

No.	Alat Kerja	Fungsi
1.	<i>Truk Mixer</i>	Alat angkut beton
2.	<i>Concrete Pump</i>	Alat angkut beton
3.	Vibrator Eksternal	Alat pemadat beton dari luar bekisting
4.	Kompresor	Alat pembersih
5.	Vibrator	Alat pemadat beton

Tabel 3.8 Daftar Bahan Pekerjaan Pengecoran

No.	Bahan	Satuan
1.	Beton <i>ready mix</i>	m ³

Tabel 3.9 Daftar Tenaga Kerja Pekerjaan Pengecoran

No.	Tenaga Kerja
1.	Pelaksana
2.	<i>Quality Control (QC)</i>
3.	Healt, Safety and Environment (HSE)
4.	Mandor
5.	Pekerja
6.	Tukang

3.7.3.2 Metode Kerja

1. Pekerjaan pengecoran kolom:
 - a. Bekisting yang telah difabrikasi kemudian dipasang atau ditempatkan sesuai dengan lokasi yang telah di *stake out* dan dilakukan penguncian penyangga bekisting.
 - b. Penuangan adonan beton dapat dilakukan saat area kolom siap untuk di cor. Sebelum dilakukan penuangan adonan beton dilakukan uji slump dan diambil sampel untuk diuji.
 - c. Penuangan adonan beton menggunakan *bucket* cor dan selang tremi yang kemudian diangkat menggunakan *tower crane*. Adonan beton

- yang telah dituang ke cetakan kemudian digetarkan menggunakan alat penggetar eksternal dan celup untuk mendapatkan hasil pengecoran beton yang padat dan tidak keropos.
- d. Batas pengecoran pada elevasi top cor adalah *bottom* elevasi balok terbesar sebagai dasar kepala kolom.
 - e. Pembongkaran bekisting dapat dilakukan minimum 12 jam dari waktu selesainya pengecoran.
2. Curing beton dilakukan setelah proses pengecoran selesai.
 3. Pekerjaan pengecoran balok dan pelat lantai:
 - a. Bekisting yang telah difabrikasi kemudian dipasang atau ditempatkan sesuai dengan lokasi yang telah di *stake out* dan dilakukan penguncian penyangga bekisting. Dilakukan pemasangan *decking* beton pada bagian atas bekisting agar terbentuk selimut beton.
 - b. Penuangan adonan beton dapat dilakukan saat area balok dan pelat lantai siap untuk di cor. Sebelum dilakukan penuangan adonan beton dilakukan uji slump dan diambil beberapa sampel untuk di uji.
 - c. Adonan beton yang telah dituang ke cetakan kemudian digetarkan menggunakan alat penggetar untuk mendapatkan hasil pengecoran beton yang padat dan tidak keropos.
 - d. Pengetesan hammer akan dilakukan pada balok dan pelat lantai di umur beton 7 hari dengan metode pengambilan sampel acak.
 - e. Bongkar bekisting balok dapat dilakukan minimum setelah 5 hari dari waktu selesainya pengecoran dan bongkar bekisting pelat lantai dapat dilakukan minimum setelah 3 hari dari waktu selesainya pengecoran.
 - f. Setelah bekisting dibongkar perlu dipasang reshore (penahan) dengan jarak maksimum 1,8 meter selama 28 hari.
 - g. Curing beton dilakukan setelah proses pengecoran selesai. Untuk pekerjaan balok, curing dilakukan sebanyak 3 kali sehari selama tujuh hari pertama setelah pengecoran selesai dengan menyemprotkan air ke permukaan balok dan pelat lantai.