

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

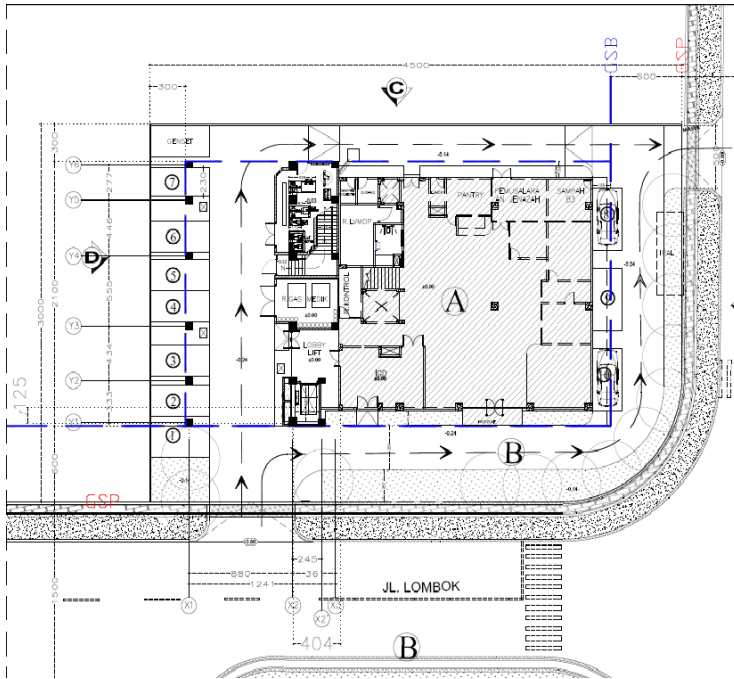
Permodelan ini menggunakan data dari proyek konstruksi gedung Rumah Sakit Lombok Dua-dua yang berada di Surabaya. Dalam permodelan ini diperlukan data berupa *Shop drawing* yang didapat langsung dari kantor lokasi proyek. Permodelan ini menggunakan *software Revit Architecture 2020*. Banyak kelebihan dari *software* ini, salah satunya adalah dapat terintegrasi dengan *software* permodelan lain dengan format IFC (*Industry Foundation Class*), DWG dan BCF (*Bim Collaboration Format*) yang membuat kolaborasi yang efisien serta efektif dan semua *Stake Holder* dapat terlibat aktif untuk menyelesaikan pekerjaan (*project*) tersebut. Permodelan ini dimaksudkan untuk mendapatkan visual 3D dari gedung Rumah Sakit Lombok Dua-dua, dengan tambahan informasi didalamnya seperti volume pekerjaan, dan biaya. Dalam tahap penjadwalan data yang digunakan ialah data RAB (Rencana Anggaran Biaya), dari konsultan proyek konstruksi gedung Rumah Sakit Lombok Dua-dua. dalam tahap ini saya menggunakan *software Excel* untuk tahap perhitungan produktivitas pekerjaan dan durasi pekerjaan. *Microsoft Project* digunakan mencari total durasi keseluruhan proyek gedung Rumah Sakit Lombok Dua-dua.

3.1 Gambar 3D Perspective



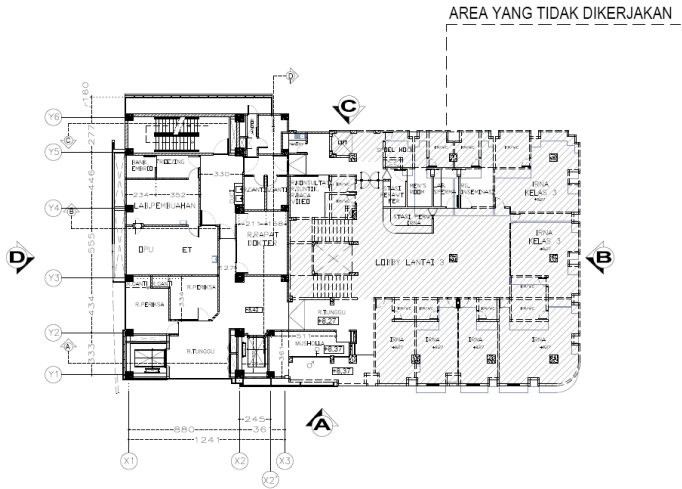
Gambar 4. 1 3D Perspective Revit

4.2 Denah Lantai 1



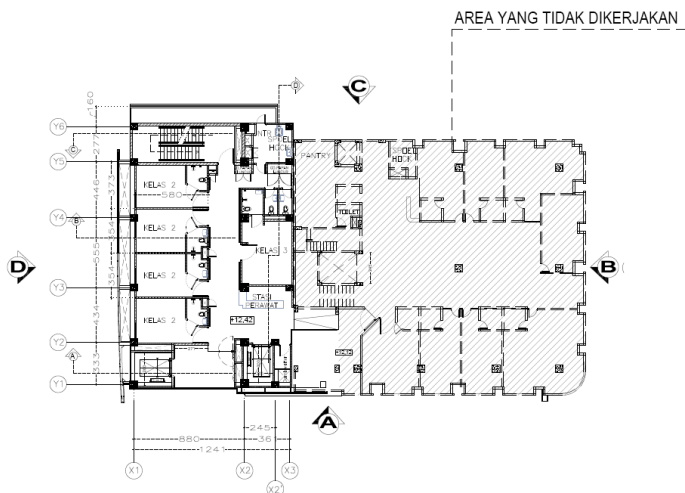
Gambar 4. 2 Denah lantai 1

4.4 Denah Lantai 3



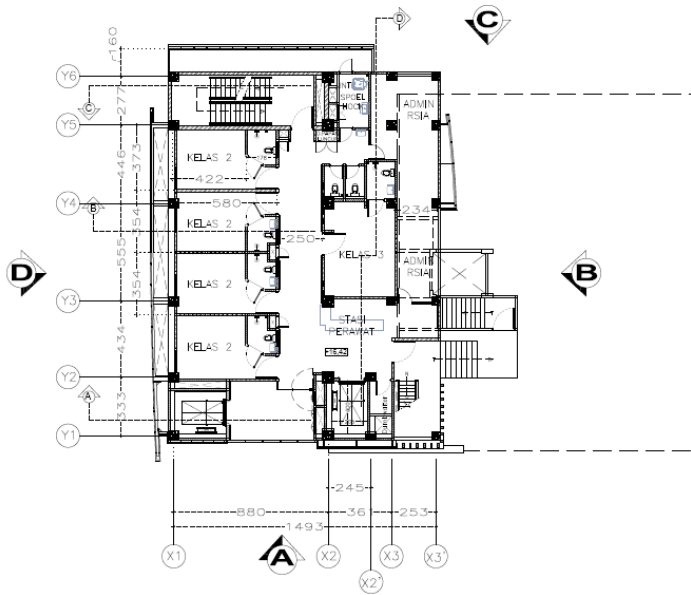
Gambar 4. 4 Denah Lantai 3

4.5 Denah Lantai 4



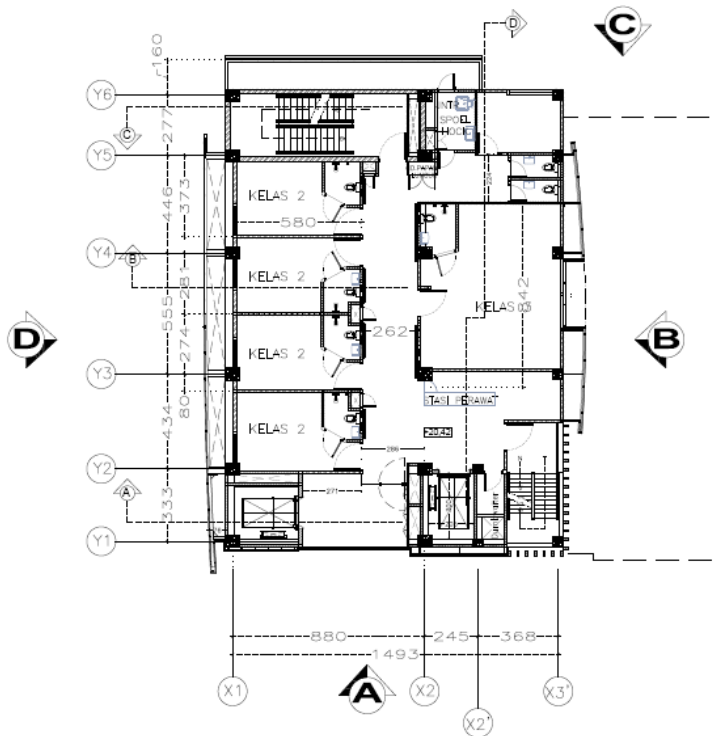
Gambar 4. 5 Denah Lantai 4

4.6 Denah Lantai 5



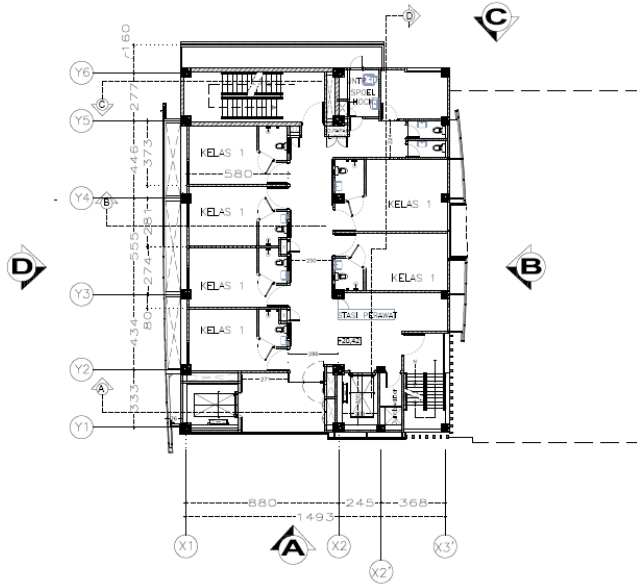
Gambar 4. 6 Denah Lantai 5

4.7 Denah Lantai 6



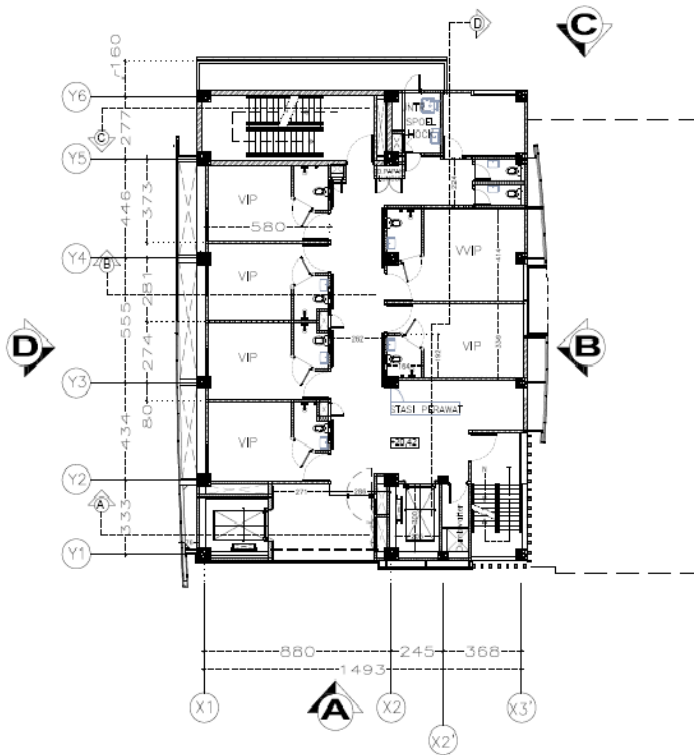
Gambar 4. 7 Denah Lantai

4.8 Denah Lantai 7



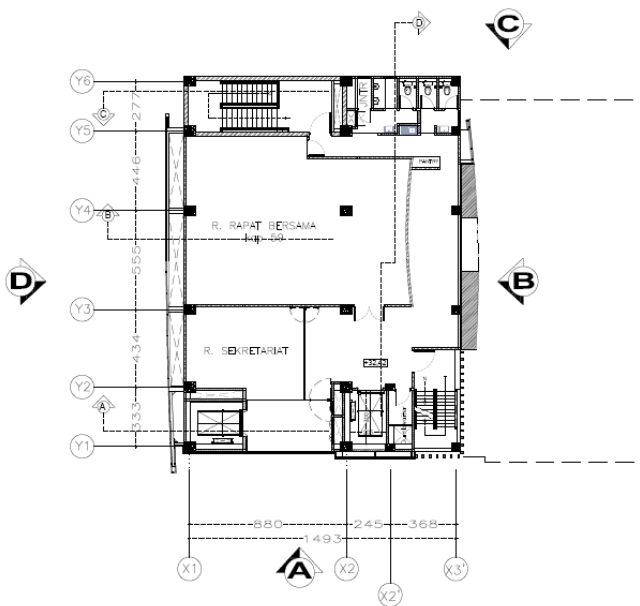
Gambar 4. 8 Denah lantai 7

4.1 Denah Lantai 8



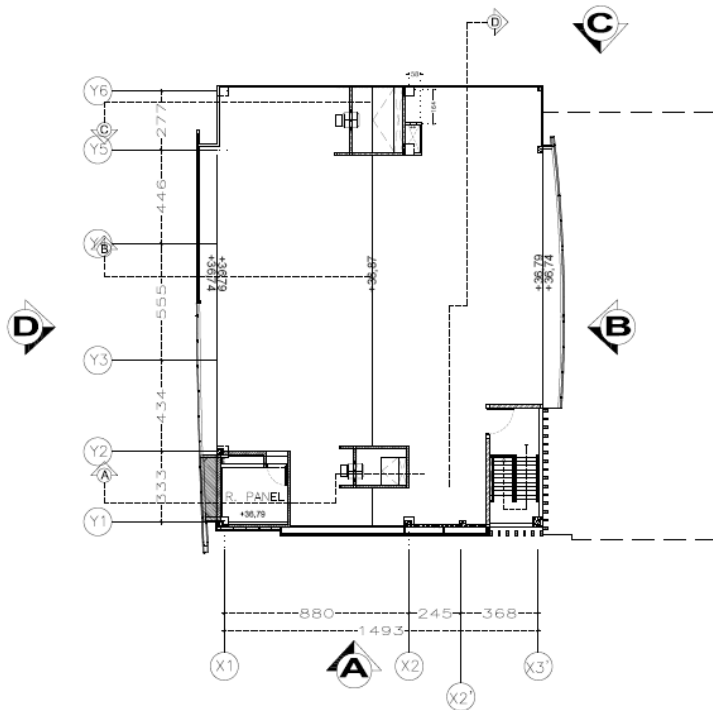
Gambar 4. 9 Denah lantai 8

4.10 Denah Lantai 9



Gambar 4. 10 Denah lantai 9

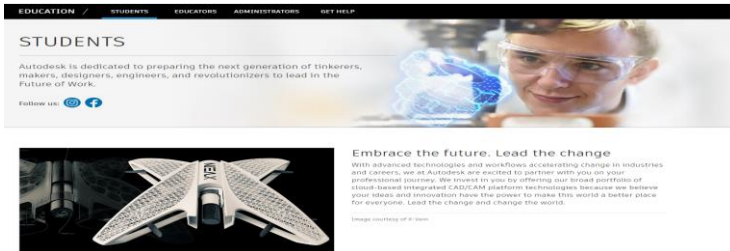
4.11 Denah Lantai Atap



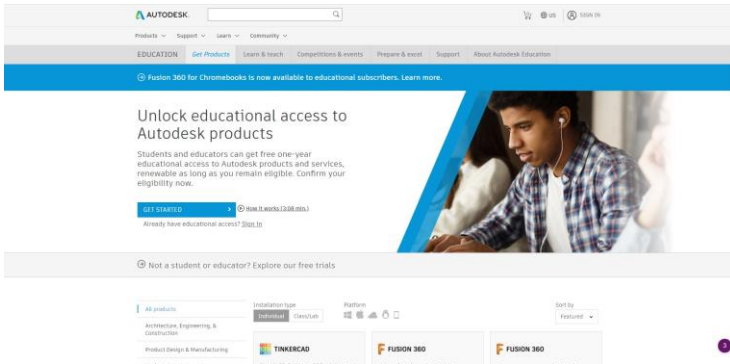
Gambar 4. 11 Denah lantai Atap

4.12 Login Revit Architecture

Langkah pertama yang dilakukan sebelum melakukan permodelan dengan menggunakan *Software Revit Architecture* adalah dengan membuat lisensi dari *Revit Architecture*. Lisensi yang didapat adalah *Student Version* yang didapat dengan cara mendaftarkan diri di *web resmi Autodesk Revit Architecture*. Seperti pada gambar5.1 dan 5.2.

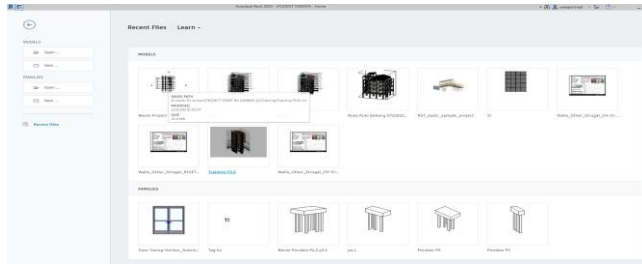


Gambar 5. 1 *Web Student Version Autodesk*



Gambar 5. 2 *Web Autodesk Revit Architecture*

Sesudah memiliki akun lisensi resmi dari *Autodesk Revit Student Version*, buka *Software Revit Architecture 2020* yang sudah ter-*install*. Setelah *Software Revit Architecture* akan muncul beberapa tampilan yang dapat di lihat pada gambar 4.2.



Gambar 5. 3 Tampilan awal *Autodesk Revit Architecture*

Project (.rvt)* : Bagian untuk memulai dan membuka *Revit Project*, yang berisi model bangunan yang terdiri dari berbagai elemen bangunan.

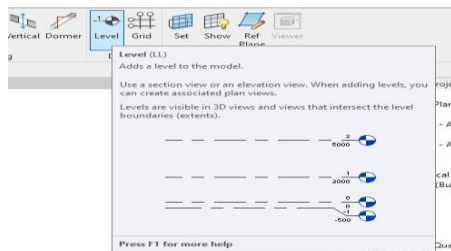
Families (.rfa)* : Bagian untuk memulai dan membuka *Revit Project*, yang berisi suatu elemen yang terdiri dari kumpulan geometri tiga dimensi. File ini dapat di panggil ke dalam file RVT.

4.13 Permodelan Struktur Beton

4.13.1 Pembuatan Level dan Grid

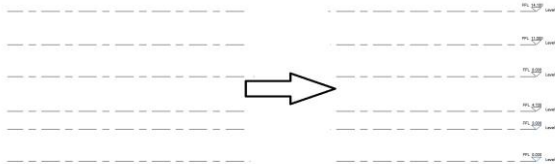
Permodelan pada *Revit Architecture* diawali dengan pembuatan *grid* dan *Level*, *grid* dan *Level* dibuat secara manual langsung dari *Revit Architecture 2020* dengan cara sebagai berikut:

- a. Buka salah satu *Elevation View*.
- b. Klik *Architecture* atau *Structure Tab*>*Datu panel*>*Level*.



Gambar 5. 4 *Tools level datum panel* dalam *Architecture tab*

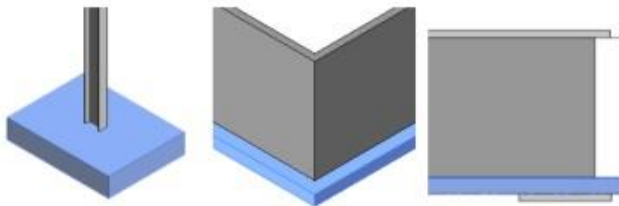
- c. Pada *option bar*, klik *plan view types* untuk memilih jenis *plan view* yang akan dibuat: *Ceiling plan/ Floor plan* dan *Structural plan*.
- d. Tarik garis *level* pada gambar area dari kiri ke kanan.



Gambar 5. 5 Cara menarik garis *level* agar rata dengan garis *level* lain

4.13.2 Permodelan Pondasi

Setelah pembuatan *level* dan *grid* selesai maka dilakukan tahap permodelan selanjutnya, yaitu pembuatan struktur pondasi. Pembuatan struktur pondasi beton dengan cara memilih *toolbar foundation* di *tab structure*. Ada tiga jenis pondasi dalam *Revit*:



Gambar 5. 6 *Isolated Foundation* (kiri), *Wall Foundation* (tengah) dan *Slab Foundation* (kanan)

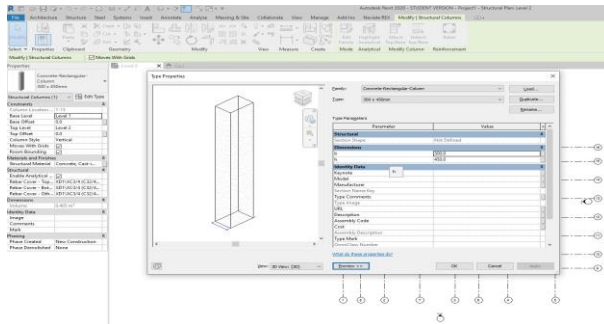
Isolated Foundation : Pondasi setempat yang dibuat dibawah kolom struktur.

Wall Foundation : Pondasi lajur yang dibuat sepanjang bagian bawah dinding struktur/arsitektur.

Slab Foundation : *Slab-on-grade* pada *site* yang berdiri lepas/bebas dan tidak memerlukan *support* dari elemen struktur lainnya.

4.13.3 Permodelan struktur kolom

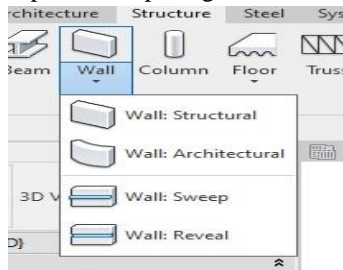
Setelah pondasi selesai, dilanjutkan dengan permodelan struktur kolom, pembuatan kolom beton dengan cara memilih *toolbar column* pada *tab View Architecture / Structural*, kemudian klik pada pertemuan *grid* dimana kolom itu akan didirikan. Kolom berdiri dengan ukuran *default*. Pada *Software Revit Architecture 2020*, untuk mengatur ukuran, jenis material, dan nama suatu elemen struktur caranya dengan mengklik *edit type* pada menu *Properties* dapat dilihat pada gambar 5.7.



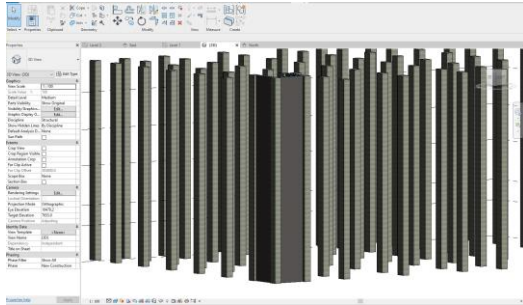
Gambar 5. 7 Menu *properties* dan *edit type* pada *Revit*

4.13.4 Permodelan *Shearwall*

Setelah kolom, dilanjutkan ke permodelan *shearwall*, dengan cara memilih *Tab Structure>Structure panel>Wall drop-down>Wall structure*, dapat dilihat pada gambar 5.8.



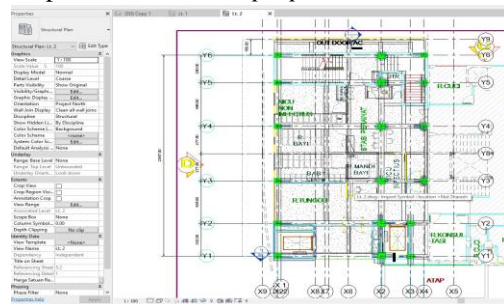
Gambar 5. 8 *Tools Wall Structure* pada *structure panel*



Gambar 5. 9 Hasil permodelan kolom dan *shearwall*

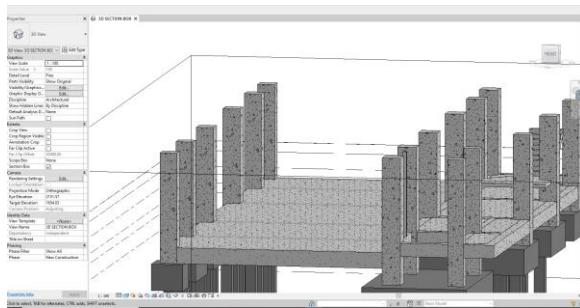
4.13.5 Permodelan balok dan pelat

Permodelan selanjutnya yaitu permodelan lantai dasar, pada lantai dasar ada dua komponen yang harus di modelkan yaitu balok dan pelat. Pembuatan balok dilakukan dengan cara memilih *Tools Beam* pada *Tab Structure*, kemudian lakukan modeling balok sesuai dengan gambar teknik yang sudah diberikan dalam bentuk file .DWG, file tersebut dimasukkan ke dalam *Revit Architecture* sebagai *refrence model* seperti gambar 5.10. Balok memiliki ukuran yang berbeda yang harus disesuaikan pada menu *properties* dari balok tersebut. Selanjutnya diteruskan ke permodelan pelat, dengan cara memilih menu *slab* pada *tab structure* dan pilih *Slab*. Ketebalan *Slab* dapat di atur di menu *properties*.

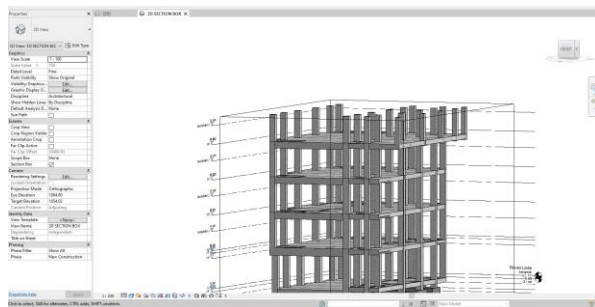


Gambar 5. 10 File DWG yang dimasukkan ke aplikasi *Revit Architecture*

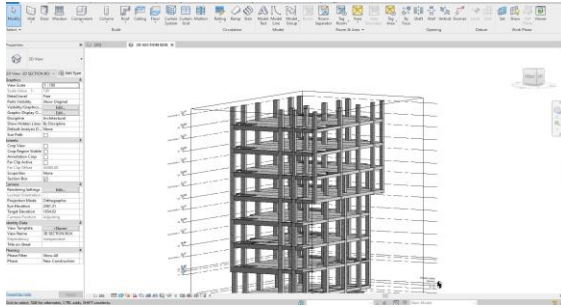
Hasil dari permodelan lantai dasar bisa dilihat pada gambar 5.11. lantai dua dan lantai berikutnya menggunakan metode yang sama seperti pada lantai dasar dalam memodelkan balok dan plat, serta untuk menghindari untuk mengurangi kesalahan design lantai dua dan lantai berikutnya menggunakan *reference model* dari file *Shopdrawing* proyek Gedung Rumah Sakit Lombok Dua-dua. Permodelan bisa dilihat dari gambar 5.12 sampai gambar 5.14.



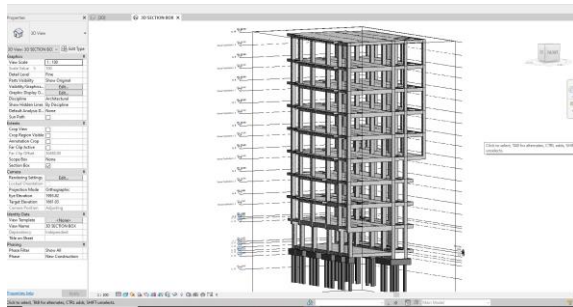
Gambar 5. 11 Permodelan lantai dasar gedung Rumah Sakit Lombok Dua-dua



Gambar 5. 12 Permodelan lantai 5 Gedung Rumah Sakit Lombok Dua-dua



Gambar 5. 13 Permodelan lantai 9 Gedung Rumah Sakit Lombok Dua-dua



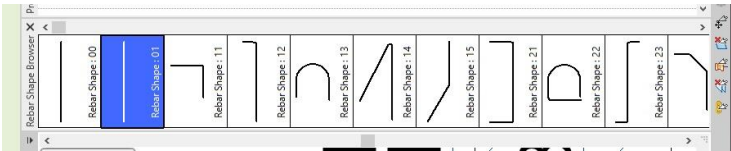
Gambar 5. 14 Permodelan struktur beton Gedung Rumah Sakit Lombok Dua-dua

4.14 Permodelan Pembesian struktur

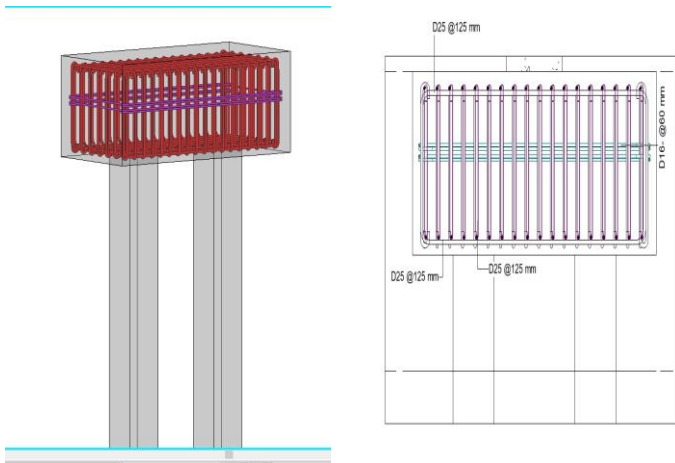
Tahap selanjutnya setelah melakukan permodelan struktur beton gedung Rumah Sakit Lombok Dua-dua dalam bentuk 3D, kemudian dilanjutkan ketahap *detailing* yaitu memodelkan pembesian pada beton. Tulangan dimodelkan untuk keempat elemen struktur yaitu kolom, balok, pelat dan *Shearwall*. Dalam *Revit Architecture* sudah menyediakan berbagai cara untuk memodelkan tulangan suatu elemen struktur, bisa dibuat secara manual atau memakai bantuan *Plugin Software* lainnya. Menu ini dibuat untuk membantu memudahkan permodelan tulangan.

1. Permodelan Tulangan Pondasi

Permodelan penulangan struktur diawali dengan permodelan tulangan pondasi. Permodelan dilakukan dengan cara membuat potongan (*section*) pada pondasi, kemudian pilih tipe tulangan dan diameter tulangan, pemilihan tipe tulangan dapat dilihat pada gambar 6.1. contoh gambar detail penulangan yang akan dimodelkan kedalam model gedung ini beserta *properties* nya dapat dilihat pada gambar 6.2.



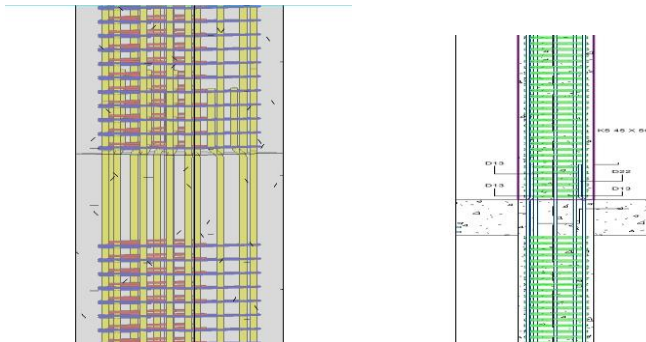
Gambar 6. 1 Contoh model penulangan di Revit



Gambar 6. 2 Contoh gambar penulangan poer P2

2. Permodelan Tulangan Kolom

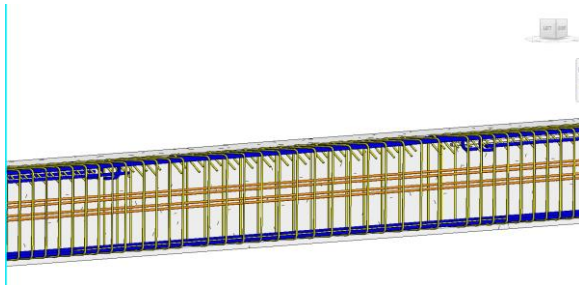
Permodelan penulangan struktur kolom dilakukan dengan cara membuat potongan (*section*) pada kolom, kemudian pilih tipe tulangan. Contoh gambar tulangan dan detail penulangan kolom k5 dapat dilihat pada gambar 6.3.



Gambar 6. 3 Contoh detail penulangan kolom k5

3. Permodelan Tulangan Balok

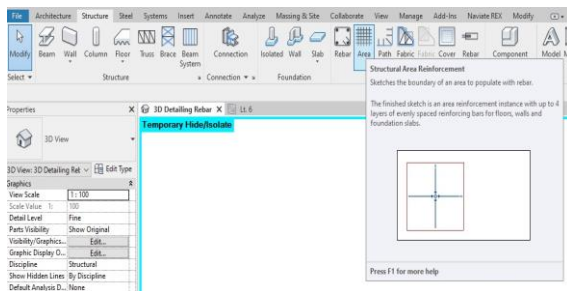
Setelah permodelan kolom selesai, dilanjutkan ke permodelan tulangan balok, setiap balok memiliki dua tipe tulangan, yaitu tulangan lapangan dan tulangan tumpuhan. Tulangan balok dimodelkan dengan cara klik pada balok yang ingin dimodelkan selanjutnya membuat gambar potongan (*section*) dan selanjutnya memilih tipe diameter dan model tulangan. Contoh gambar penulangan balok dapat dilihat pada gambar 4.3.5.



Gambar 6. 4 Contoh permodelan penulangan balok B1

4. Permodelan Tulangan Pelat

Setelah semua tipe tulangan kolom dan balok selesai dimodelkan, lalu dilakukan permodelan tulangan pelat. Tulangan pelat yang dimodelkan sesuai dengan gambar *shopdrawing* yang didapat dari konsultan. Tulangan pelat dimodelkan dengan cara pilih menu struktur dan pilih menu area, dapat dilihat pada gambar 4.3.6. kemudian, mengatur dimensi tulangan dan jarak tulangan pada menu *properties*. Contoh permodelan tulangan pelat dapat dilihat pada gambar 6.5.



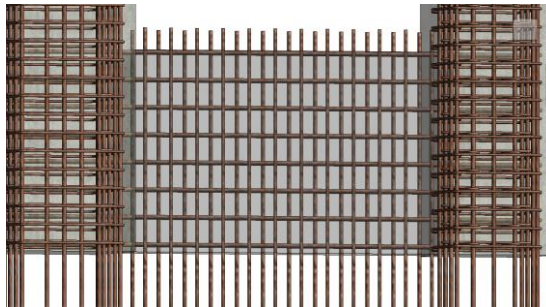
Gambar 6. 5 Menu *tab Structure Area Reinforcement*



Gambar 6. 6 Contoh gambar penulangan pelat lantai

5. Permodelan Tulangan *Shearwall*

Permodelan tulangan *Shearwall* dengan cara manual, tulangan dimodelkan dengan cara memilih dinding yang akan diberi tulangan dan membuat potongan (*section*) pada dinding, selanjutnya memilih diameter tulangan dan langkah terakhir membuat garis tulangan secara manual. Contoh gambar permodelan tulangan *shearwall* dapat dilihat pada gambar 6.7.



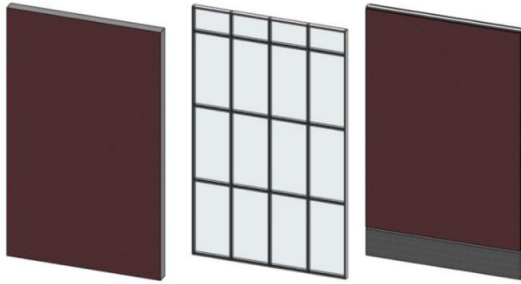
Gambar 6. 7 Contoh gambar penulangan *shearwall*

4.15 Permodelan *Arsitektur*

1. Permodelan Dinding

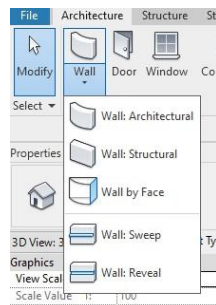
Setelah permodelan struktur selesai, selanjutnya permodelan arsitektur, yaitu dinding. Dinding merupakan elemen bangunan yang paling dasar yang menjadi pemisah dan mendefinisikan suatu ruangan. Dalam *Revit*, dinding dibedakan menjadi dinding arsitektural dan dinding struktur. Terdapat 3

sistem *family* untuk dinding arsitektural yaitu, *Basic wall*, *Curtain wall*, dan, *Stacked wall*, seperti gambar 7.1.



Gambar 7. 1 *Basic wall* (kiri), *Curtain Wall* (tengah), dan *Stacked Wall* (kanan)

Basic Wall merupakan dinding arsitektural atau struktural dasar terdiri dari beberapa lapisan material seperti dinding dan finishing. *Curtain Wall* merupakan dinding selimut atau kulit bangunan yang didalamnya terdiri dari tiga elemen yaitu, *Curtain grid*, *Curtain Panel*, dan *Mullion*. *Stacked Wall* Merupakan *Basic Wall* yang ditumpuk secara vertical. Cara permodelan dinding pilih menu arsitektural dan klik *wall* kemudian pilih *wall Architectural*, dapat dilihat pada gambar 7.2. Permodelan dinding pada gedung Rumah Sakit Lombok Dua-dua menggunakan tipe *Curtain Wall* dan *Basic Wall* yang di beri susunan material bata, acian dan cat Permodelan dinding dapat dilihat pada gambar 7.3.



Gambar 7. 2 Menu *toolbar Wall Architectural*



Gambar 7. 3 Permodelan dinding *Curtain Wall* dan *Basic Wall*

2. Permodelan Pintu dan Jendela

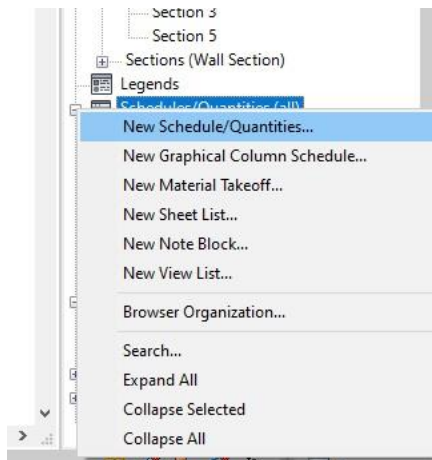
Tahap selanjutnya yaitu pemodelan pintu dan jendela. Cara memodelkan pintu dan jendela dengan memilih menu *Architecture* dan klik pada *toolbar Doors* dan *Windows*. Permodelan pintu dan jendela dapat dilihat pada gambar 7.4.



Gambar 7. 4 Permodelan jendela dan pintu dengan *Revit Architecture*

4.16 Volume Pekerjaan

Setelah selesai memodelkan Gedung Rumah Sakit Lombok Dua-dua, tahap selanjutnya yaitu, pengeluaran volume dan rencana anggaran biaya di *Revit Architecture 2020*. Pengeluaran volume pekerjaan dan rencana anggaran biaya dapat dilakukan dengan cara memilih menu *Schedule* pada *tab project view* yang dapat dilihat pada gambar 7.5. *tools schedule properties* pada *Revit Architecture* dapat mengeluarkan berbagai macam hasil pekerjaan modeling struktur atau arsitektur, seperti volume pekerjaan, tipe material dan bisa memasukan harga satuan pada *Revit* untuk membuat rencana anggaran biaya. pada gambar 7.6 merupakan volume dan biaya pekerjaan kolom di lantai 1 dan lantai 2. Sisanya akan dicantumkan pada lampiran.



Gambar 7. 5 Menu *Schedule* Pada *Tab Project View*

A	B	C	D	E	F	G	H
Lt	Type	Hight	Count	Column Location M	Volume	Harga Satuan	Total harga
Kolom Lt.1	K1 65 X 70	531.30	1	X2-Y6	2.42 m ³	1228000	2968000
Kolom Lt.1	K1 65 X 70	531.30	1	X2-Y5	2.42 m ³	1228000	2968000
Kolom Lt.1	K1 65 X 70	531.30	1	X2-Y4	2.42 m ³	1228000	2968000
Kolom Lt.1	K1 65 X 70	531.30	1	X2-Y3	2.42 m ³	1228000	2968000
Kolom Lt.1	K1 65 X 70	594.30	1	X2-Y1	2.70 m ³	1228000	3320000
Kolom Lt.1	K1 65 X 70	594.30	1	X2-Y2	2.70 m ³	1228000	3320000
K1 65 X 70: 6			6		15.08 m³		18515000
Kolom Lt.1	K2 55 X 65	441.30	1	X1-Y1	1.58 m ³	1228000	1937000
Kolom Lt.1	K2 55 X 65	441.30	1	X1-Y2	1.58 m ³	1228000	1937000
Kolom Lt.1	K2 55 X 65	441.30	1	X1-Y5	1.58 m ³	1228000	1937000
Kolom Lt.1	K2 55 X 65	441.30	1	X1-Y6	1.58 m ³	1228000	1937000
K2 55 X 65: 4			4		6.31 m³		7749000
Kolom Lt.1	K3 50 X 60	531.30	1	X4-Y5	1.59 m ³	1228000	1957000
Kolom Lt.1	K3 50 X 60	594.30	1	X3-Y1	1.78 m ³	1228000	2189000
Kolom Lt.1	K3 50 X 60	594.30	1	X3-Y2	1.78 m ³	1228000	2189000
Kolom Lt.1	K3 50 X 60	434.00	1	X4-Y6	1.30 m ³	1228000	1599000
K3 50 X 60: 4			4		6.46 m³		7935000
Kolom Lt.1	K6 65 X 65	441.30	1	X1-Y3	1.86 m ³	1228000	2290000
Kolom Lt.1	K6 65 X 65	441.30	1	X1-Y4	1.86 m ³	1228000	2290000
Kolom Lt.1	K6 65 X 65	531.30	1	X4-Y4	2.24 m ³	1228000	2756000
Kolom Lt.1	K6 65 X 65	531.30	1	X4-Y3	2.24 m ³	1228000	2756000
K6 65 X 65: 4			4		8.22 m³		10092000
Kolom Lt.1: 18			18		36.07 m³		44291000
Kolom Lt.2	K1 65 X 70	400.00	1	X2-Y6	1.82 m ³	1228000	2235000
Kolom Lt.2	K1 65 X 70	400.00	1	X2-Y5	1.82 m ³	1228000	2235000
Kolom Lt.2	K1 65 X 70	400.00	1	X2-Y4	1.82 m ³	1228000	2235000
Kolom Lt.2	K1 65 X 70	400.00	1	X2-Y3	1.82 m ³	1228000	2235000
Kolom Lt.2	K1 65 X 70	400.00	1	X2-Y2	1.82 m ³	1228000	2235000
Kolom Lt.2	K1 65 X 70	400.00	1	X2-Y1	1.82 m ³	1228000	2235000
K1 65 X 70: 6			6		10.92 m³		13409000
Kolom Lt.2	K2 55 X 65	400.00	1	X1-Y1	1.43 m ³	1228000	1756000
Kolom Lt.2	K2 55 X 65	400.00	1	X1-Y2	1.43 m ³	1228000	1756000
Kolom Lt.2	K2 55 X 65	400.00	1	X1-Y3	1.43 m ³	1228000	1756000
Kolom Lt.2	K2 55 X 65	400.00	1	X1-Y4	1.43 m ³	1228000	1756000
Kolom Lt.2	K2 55 X 65	400.00	1	X1-Y5	1.43 m ³	1228000	1756000
Kolom Lt.2	K2 55 X 65	400.00	1	X1-Y6	1.43 m ³	1228000	1756000
K2 55 X 65: 6			6		8.58 m³		10536000

Gambar 7. 6 Schedule volume dan biaya pekerjaan kolom lantai 1

4.16.1 Volume Pekerjaan Pondasi

<Volume Pile Cap>			
A	B	C	D
Tipe	Pekerjaan	Jumlah	Volume
PC1 120x120x100	Pekerjaan Pile Cap	1	1.44 m ³
PC2 120x240x100	Pekerjaan Pile Cap	1	2.88 m ³
PC3 360x120x100	Pekerjaan Pile Cap	1	4.32 m ³
PC3 360x120x100	Pekerjaan Pile Cap	1	4.32 m ³
PC2 120x240x100	Pekerjaan Pile Cap	1	2.88 m ³
PC2 120x240x100	Pekerjaan Pile Cap	1	2.88 m ³
PC4.2 PC 3.1 400x565x100	Pekerjaan Pile Cap	1	22.60 m ³
PC5 495X305X100	Pekerjaan Pile Cap	1	15.05 m ³
PC5 495X305X100	Pekerjaan Pile Cap	1	15.05 m ³
PC 4.1 495x240x100	Pekerjaan Pile Cap	1	11.88 m ³
PC4 220x220x100	Pekerjaan Pile Cap	1	4.84 m ³

<Volume Tiang Pancang>			
A	B	C	D
Tipe	Pekerjaan	Jumlah	Volume
PC1 120x120x100	Pekerjaan Pancang	1	0.79 m ³
PC2 120x240x100	Pekerjaan Pancang	6	4.76 m ³
PC3 360x120x100	Pekerjaan Pancang	6	4.76 m ³
PC4 220x220x100	Pekerjaan Pancang	4	3.17 m ³
PC4.2 PC 3.1 400x565x100	Pekerjaan Pancang	7	5.61 m ³
PC5 495X305X100	Pekerjaan Pancang	10	7.94 m ³
PC 4.1 495x240x100	Pekerjaan Pancang	4	3.17 m ³

Gambar 7. 7 Volume pilecap dan tiang pancang

4.16.2 Volume Tulangan Pilecap

A	B	C	D	E	F	G
Bar Diameter	Pekerjaan	Bar Length	Total Bar Length	Reinforcement Volume	Berat Besi	Jumlah Besi
25 mm	PC1. Pekerjaan tulangan ulir pondasi	2.93 m	29.50 m	14480.78 cm ³	113.67 kg	2.458
25 mm	PC1. Pekerjaan tulangan ulir pondasi	2.87 m	25.88 m	12701.36 cm ³	99.71 kg	2.156
16 mm	PC1. Pekerjaan tulangan ulir pondasi	1.04 m	2.10 m	422.23 cm ³	3.31 kg	0.175
16 mm	PC1. Pekerjaan tulangan ulir pondasi	1.04 m	2.10 m	422.23 cm ³	3.31 kg	0.175
25 mm	PC1. Pekerjaan tulangan ulir pondasi	2.86 m	25.88 m	12701.36 cm ³	99.71 kg	2.156
25 mm	PC1. Pekerjaan tulangan ulir pondasi	2.94 m	26.55 m	13032.70 cm ³	102.31 kg	2.213

Gambar 7. 8 Volume tulangan pilecap tipe pcl

4.16.3 Volume Pelat Lantai 10

A	B	C	D
Level	Core Thickn	Area	Volume
Lt. 10	15.00	3 m ²	0.46 m ³
Lt. 10	15.00	3 m ²	0.47 m ³
Lt. 10	15.00	2 m ²	0.24 m ³
Lt. 10	15.00	8 m ²	1.16 m ³
Lt. 10	15.00	8 m ²	1.17 m ³
Lt. 10	15.00	10 m ²	1.52 m ³
Lt. 10	15.00	10 m ²	1.52 m ³
Lt. 10	15.00	8 m ²	1.22 m ³
Lt. 10	15.00	8 m ²	1.20 m ³
Lt. 10	15.00	11 m ²	1.58 m ³
Lt. 10	15.00	3 m ²	0.45 m ³
Lt. 10	15.00	13 m ²	1.92 m ³
Lt. 10	15.00	8 m ²	1.15 m ³
Lt. 10	15.00	8 m ²	1.17 m ³
Lt. 10	15.00	10 m ²	1.52 m ³
Lt. 10	15.00	10 m ²	1.52 m ³
Lt. 10	15.00	8 m ²	1.21 m ³
Lt. 10	15.00	8 m ²	1.20 m ³
Lt. 10	15.00	10 m ²	1.56 m ³
Lt. 10	15.00	7 m ²	1.03 m ³
Lt. 10	15.00	5 m ²	0.76 m ³
Lt. 10	15.00	5 m ²	0.79 m ³
Lt. 10	15.00	7 m ²	0.98 m ³
Lt. 10	15.00	7 m ²	0.98 m ³
Lt. 10	15.00	5 m ²	0.76 m ³
Lt. 10	15.00	5 m ²	0.75 m ³
Lt. 10	15.00	6 m ²	0.96 m ³
Lt. 10	15.00	3 m ²	0.46 m ³
Lt. 10	15.00	5 m ²	0.81 m ³
Lt. 10	15.00	7 m ²	1.05 m ³
Lt. 10	15.00	7 m ²	1.04 m ³
Lt. 10	15.00	6 m ²	0.84 m ³
Lt. 10	15.00	6 m ²	0.83 m ³
Lt. 10	15.00	7 m ²	1.08 m ³
Lt. 10	15.00	4 m ²	0.60 m ³
Lt. 10	15.00	3 m ²	0.38 m ³
Lt. 10	15.00	2 m ²	0.37 m ³
Lt. 10	15.00	4 m ²	0.61 m ³
Lt. 10	15.00	1 m ²	0.12 m ³

Gambar 7. 9 Volume pelat lantai 10

4.16.4 Volume Balok

A	B	C	D	E
Comments	Type	Length	Cut Length	Volume
Pekerjaan Balok Lt.2	B1 40X75	424.00	379.14	1.14 m ³
Pekerjaan Balok Lt.2	B1 40X75	554.92	499.92	1.50 m ³
Pekerjaan Balok Lt.2	B1 40X75	445.94	390.94	1.17 m ³
Pekerjaan Balok Lt.2	B1 40X75	433.69	368.69	1.11 m ³
Pekerjaan Balok Lt.2	B1 40X75	555.38	490.38	1.47 m ³
Pekerjaan Balok Lt.2	B1 40X75	445.94	380.94	1.14 m ³
Pekerjaan Balok Lt.2	B1B 55X90	907.50	877.50	4.34 m ³
Pekerjaan Balok Lt.2	B1B 55X90	907.50	877.50	4.34 m ³
Pekerjaan Balok Lt.2	B1B 55X90	910.00	877.50	4.34 m ³
Pekerjaan Balok Lt.2	B1B 55X90	912.50	877.50	4.34 m ³
Pekerjaan Balok Lt.2	B1B 55X90	912.50	877.50	4.34 m ³
Pekerjaan Balok Lt.2	B1B 55X90	907.50	877.50	4.34 m ³
Pekerjaan Balok Lt.2	B2 1 50X60	369.00	295.50	0.89 m ³
Pekerjaan Balok Lt.2	B2 40X60	245.00	180.00	0.43 m ³
Pekerjaan Balok Lt.2	B2 40X60	245.00	180.00	0.43 m ³
Pekerjaan Balok Lt.2	B2 40X60	138.00	115.50	0.28 m ³
Pekerjaan Balok Lt.2	B2 40X60	138.00	115.50	0.28 m ³
Pekerjaan Balok Lt.2	B2 40X60	378.00	290.50	0.70 m ³
Pekerjaan Balok Lt.2	B2 40X60	186.78	166.78	0.40 m ³
Pekerjaan Balok Lt.2	B2 40X60	378.40	290.50	0.70 m ³
Pekerjaan Balok Lt.2	B3 25X50	425.94	388.44	0.49 m ³
Pekerjaan Balok Lt.2	B3 25X50	396.19	376.19	0.47 m ³
Pekerjaan Balok Lt.2	B3 25X50	555.38	490.38	0.61 m ³
Pekerjaan Balok Lt.2	B3 25X50	912.50	852.50	1.07 m ³
Pekerjaan Balok Lt.2	B4 25X40	365.50	345.50	0.35 m ³
Pekerjaan Balok Lt.2	B5 25X30	280.00	230.00	0.17 m ³
Pekerjaan Balok Lt.2	B5 25X30	365.50	345.50	0.26 m ³
Pekerjaan Balok Lt.2	B5 25X30	332.50	277.50	0.21 m ³

Gambar 7. 10 Volume balok

4.16.5 Volume Sloof

A	B	C	D	E
Comments	Type	Length	Cut Length	Volume
Pekerjaan Sloof	SL1 30x60	850.00	782.50	1.41 m ³
Pekerjaan Sloof	SL1 30x60	850.00	782.50	1.41 m ³
Pekerjaan Sloof	SL2 25x40	335.00	285.00	0.28 m ³
Pekerjaan Sloof	SL2 25x40	433.69	391.19	0.39 m ³
Pekerjaan Sloof	SL3 35x50	345.00	277.50	0.49 m ³
Pekerjaan Sloof	SL3 35x50	434.14	374.14	0.63 m ³
Pekerjaan Sloof	SL3 35x50	554.36	489.36	0.83 m ³
Pekerjaan Sloof	SL3 35x50	446.50	386.50	0.68 m ³
Pekerjaan Sloof	SL3 35x50	277.50	222.50	0.39 m ³
Pekerjaan Sloof	SL3 35x50	850.00	782.50	1.32 m ³
Pekerjaan Sloof	SL3 35x50	850.00	782.50	1.27 m ³
Pekerjaan Sloof	SL3 35x50	850.00	782.50	1.32 m ³
Pekerjaan Sloof	SL3 35x50	850.00	782.50	1.37 m ³
Pekerjaan Sloof	SL3 35x50	345.00	262.50	0.46 m ³
Pekerjaan Sloof	SL3 35x50	434.14	368.69	0.63 m ³
Pekerjaan Sloof	SL3 35x50	554.36	490.38	0.84 m ³
Pekerjaan Sloof	SL3 35x50	446.50	380.94	0.67 m ³
Pekerjaan Sloof	SL3 35x50	277.50	207.50	0.36 m ³
Pekerjaan Sloof	SL3 35x50	360.00	295.50	0.52 m ³
Pekerjaan Sloof	SL3 35x50	360.00	290.50	0.51 m ³
Pekerjaan Sloof	SL3 35x50	375.50	290.50	0.51 m ³
Pekerjaan Sloof	SL3 35x50	240.00	180.00	0.31 m ³
Pekerjaan Sloof	SL3 35x50	133.00	115.50	0.20 m ³
Pekerjaan Sloof	SL3 35x50	555.38	490.38	0.86 m ³
Pekerjaan Sloof	SL3 35x50	776.19	726.19	1.27 m ³
Pekerjaan Sloof	SL3 35x50	445.94	388.44	0.68 m ³
Pekerjaan Sloof	SL3 35x50	373.00	355.50	0.62 m ³
Pekerjaan Sloof	SL3 35x50	287.50	245.00	0.40 m ³
Pekerjaan Sloof	SL3 35x50	240.00	180.00	0.31 m ³
Pekerjaan Sloof	SL3 35x50	128.00	80.50	0.14 m ³

Gambar 7. 11 Volume sloof

4.16.6 Volume Tulangan Pelat Atap

Volume Tulangan Pelat Lantai 10							Volume Tulangan Pelat Lantai 10								
Bar Dia mm	Pekerjaan	Quantity	Bar Length	Total Bar Length	Reinforcement Volume	Weight	Total	Bar Dia mm	Pekerjaan	Quantity	Bar Length	Total Bar Length	Reinforcement Volume	Weight	Total
10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	29	9.10 m	264.03 m	20793.00 cm ³	163.15 kg	22.052	10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	21	2.10 m	44.10 m	3483.81 cm ³	27.19 kg	3.275
10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	61	4.43 m	271.45 m	21310.63 cm ³	167.36 kg	22.621	10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	23	9.09 m	209.30 m	16433.58 cm ³	130.94 kg	17.442
10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	29	8.86 m	257.38 m	20214.10 cm ³	158.86 kg	21.446	10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	60	3.48 m	210.20 m	16493.36 cm ³	130.47 kg	17.500
10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	61	4.19 m	256.20 m	20121.60 cm ³	157.06 kg	21.350	10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	23	8.84 m	203.55 m	15888.78 cm ³	125.50 kg	16.963
10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	38	8.06 m	343.90 m	27008.94 cm ³	212.03 kg	28.858	10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	60	3.24 m	195.00 m	15315.26 cm ³	120.22 kg	16.250
10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	60	5.67 m	340.50 m	26742.81 cm ³	208.93 kg	28.376	10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	23	2.57 m	56.23 m	4661.52 cm ³	36.51 kg	4.935
10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	38	8.80 m	335.35 m	26333.33 cm ³	206.76 kg	27.946	10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	17	3.51 m	59.63 m	4706.50 cm ³	36.85 kg	4.994
10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	60	5.43 m	327.00 m	25662.52 cm ³	201.81 kg	27.250	10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	23	2.33 m	54.05 m	4245.08 cm ³	33.32 kg	4.504
10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	31	9.07 m	281.33 m	22095.21 cm ³	173.45 kg	23.444	10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	17	3.27 m	55.68 m	4372.70 cm ³	34.33 kg	4.640
10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	60	4.62 m	277.50 m	21704.80 cm ³	171.09 kg	23.125	10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	23	1.50 m	34.50 m	2709.62 cm ³	21.27 kg	2.875
10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	31	8.83 m	274.35 m	21547.40 cm ³	169.15 kg	22.863	10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	10	3.49 m	35.00 m	2748.89 cm ³	21.58 kg	2.917
10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	60	4.38 m	264.00 m	20734.51 cm ³	162.77 kg	22.000	10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	23	1.25 m	29.33 m	2303.18 cm ³	18.08 kg	2.444
10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	20	8.00 m	160.00 m	14137.17 cm ³	110.96 kg	15.000	10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	10	3.25 m	32.75 m	2672.18 cm ³	20.19 kg	2.729
10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	60	2.96 m	180.00 m	14137.17 cm ³	110.96 kg	15.000	10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	49	1.29 m	63.70 m	5002.99 cm ³	39.27 kg	5.308
10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	20	8.76 m	175.50 m	13783.74 cm ³	108.20 kg	14.825	10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	8	7.37 m	59.00 m	4833.85 cm ³	36.38 kg	4.917
10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	60	2.74 m	165.00 m	13050.07 cm ³	101.73 kg	13.750	10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	49	1.04 m	51.45 m	4040.87 cm ³	31.72 kg	4.288
10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	49	6.37 m	312.38 m	24533.88 cm ³	192.59 kg	26.031	10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	8	7.12 m	57.00 m	4476.77 cm ³	35.14 kg	4.750
10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	42	7.37 m	309.75 m	24327.71 cm ³	190.97 kg	25.813	10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	48	1.29 m	62.40 m	4900.88 cm ³	38.47 kg	5.200
10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	49	6.13 m	301.35 m	23697.97 cm ³	186.79 kg	25.113	10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	8	7.30 m	58.40 m	4586.73 cm ³	36.01 kg	4.867
10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	42	7.13 m	300.30 m	23585.51 cm ³	185.15 kg	25.022	10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	48	1.05 m	51.00 m	4052.65 cm ³	31.81 kg	4.300
10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	38	6.22 m	236.55 m	18578.59 cm ³	145.84 kg	19.713	10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	8	7.06 m	56.60 m	4445.35 cm ³	34.90 kg	4.717
10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	41	5.72 m	234.73 m	18435.26 cm ³	144.72 kg	19.560	10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	24	9.05 m	217.20 m	17055.85 cm ³	133.91 kg	18.100
10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	38	5.68 m	233.00 m	17907.09 cm ³	140.57 kg	19.000	10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	60	3.67 m	220.50 m	17318.03 cm ³	136.95 kg	18.376
10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	41	5.46 m	225.50 m	17710.73 cm ³	139.03 kg	18.792	10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	24	8.81 m	211.80 m	16684.73 cm ³	130.56 kg	17.650
10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	15	6.34 m	95.25 m	7480.92 cm ³	58.73 kg	7.938	10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	60	3.43 m	207.00 m	16257.74 cm ³	127.62 kg	17.250
10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	15	3.24 m	48.75 m	3828.82 cm ³	30.06 kg	4.063	10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	24	2.54 m	61.20 m	4808.84 cm ³	37.73 kg	5.100
10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	21	4.54 m	95.65 m	7628.48 cm ³	58.91 kg	7.963	10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	17	3.57 m	60.78 m	4773.26 cm ³	37.47 kg	5.065
10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	21	2.34 m	49.35 m	3879.54 cm ³	30.43 kg	4.113	10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	24	2.30 m	55.80 m	4382.82 cm ³	34.40 kg	4.650
10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	15	8.10 m	91.50 m	7189.38 cm ³	56.41 kg	7.626	10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	17	3.33 m	56.05 m	4472.84 cm ³	35.11 kg	4.746
10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	15	3.00 m	45.00 m	3534.26 cm ³	27.74 kg	3.750	10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	60			76803.58 cm ³	603.55 kg	802.676
10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	21	4.30 m	90.30 m	7092.15 cm ³	55.67 kg	7.828	10	Pekerjaan Tulangan Pelat Atap	60			76803.58 cm ³	603.55 kg	802.676

Gambar 7. 12 Tabel volume tulangan pelat atap

4.17 Pembuatan WBS (*Work Breackdown Structure*)

4.17.1 Penyusunan WBS (*Work Breackdown Structure*)

WBS (*Work Breackdown Structur*) adalah aktivitas-aktivitas kegiatan proyek yang digunakan sebagai acuan untuk membuat penjadwalan dan membagi pekerjaan yang ada di proyek hingga *level* aktivitas (Felix, 2010).



Gambar 7. 13 Contoh gambar WBS

4.17.2 Produktivitas Tenaga Kerja

Dalam bidang konstruksi produktivitas merupakan perbandingan antara keluaran berupa volume hasil pekerjaan yang diselesaikan dengan masukan yang dapat berupa tenaga kerja yang digunakan (*man-days*) atau dapat berupa waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Untuk perhitungan produktivitas tenaga kerja dapat dilihat dibawah ini:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Jumlah Pekerja Tak Terampil}}{\text{Koefisien Satuan}}$$

4.17.3 Durasi Pekerjaan

Durasi pekerjaan dihitung berdasarkan jumlah volume suatu item pekerjaan. Durasi pekerjaan berbeda-beda sesuai dengan item pekerjaan dan volumenya. Alat yang digunakan dalam perhitungan durasi pekerjaan ialah *software Excel*. Perhitungan durasi pekerjaan per hari dapat dilihat di bawah ini:

$$\text{Durasi Pekerjaan} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas pekerjaan}}$$

No.	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SAT	KOEFISIENSI PK		SAT	JUMLAH PEKERJA		PRODUKTIVITAS	SAT	DURASI	SAT
				Mandar	Pekerja		Mandar	Pekerja				
1	Dier Type P1											
	-Tulangan Ubr	422,02	kg	0,007			3	428,574286	kg	1	hari	
	-Rebetting	28,80	m ²	0,26			2	1,09237092	m ²	4	hari	
	-Ccr beton K 400	1,44	m ³	2,1			2	0,65280952	m ³	2	hari	
2	Dier Type P2											
	-Tulangan Ubr	2052,33	kg	0,007			5	714,2857143	kg	3	hari	
	-Rebetting	14,40	m ²	0,26			2	1,09237092	m ²	2	hari	
	-Ccr beton K 400	8,64	m ³	2,1			6	2,857142857	m ³	3	hari	
3	Dier Type P3											
	-Tulangan Ubr	2052,33	kg	0,007			5	714,2857143	kg	3	hari	
	-Rebetting	16,68	m ²	0,26			4	1,538461538	m ²	1	hari	
	-Ccr beton K 400	8,64	m ³	2,1			4	1,904761905	m ³	5	hari	
4	Dier Type P4,6, & 1											
	-Tulangan Ubr	1297,56	kg	0,007			7	1000	kg	3	hari	
	-Rebetting	50,80	m ²	0,26			4	1,538461538	m ²	2	hari	
	-Ccr beton K 400	16,72	m ³	2,1			8	1,80952381	m ³	4	hari	
5	Dier Type P5											
	-Tulangan Ubr	5314,75	kg	0,007			9	1285,714286	kg	4	hari	
	-Rebetting	20,80	m ²	0,26			8	0,76923077	m ²	1	hari	
	-Ccr beton K 400	30,16	m ³	2,1			12	5,714285714	m ³	5	hari	
6	Dier Type P4,2 & P5,1											
	-Tulangan Ubr	3654,40	kg	0,007			7	1000	kg	4	hari	
	-Rebetting	26,20	m ²	0,26			4	1,538461538	m ²	2	hari	
	-Ccr beton K 400	23,60	m ³	2,1			10	4,761904762	m ³	5	hari	
B												
Lantai 1												
1	K1 65-70											
	-Tulangan Ubr	2741,94	kg	0,007			11	1571,428571	kg	2	hari	
	-Rebetting	72,41	m ²	0,13			8	28,24242424	m ²	3	hari	
	-Ccr beton K 350	15,08	m ³	2,1			12	5,714285714	m ³	3	hari	
2	K2 55-65											
	-Tulangan Ubr	2741,94	kg	0,007			7	1000	kg	3	hari	
	-Rebetting	72,41	m ²	0,13			6	18,18181818	m ²	4	hari	
	-Ccr beton K 350	6,31	m ³	2,1			8	1,80952381	m ³	2	hari	
3	K3 50-60											
	-Tulangan Ubr	2741,94	kg	0,007			6	857,1428571	kg	3	hari	
	-Rebetting	72,41	m ²	0,13			6	18,18181818	m ²	4	hari	
	-Ccr beton K 350	6,31	m ³	2,1			5	2,80952381	m ³	3	hari	
4	SL 1 50-60											
	-Tulangan Ubr	1412,13	kg	0,007			2	285,7142857	kg	5	hari	
	-Tulangan Pulos	662,86	kg	0,007			2	285,7142857	kg	2	hari	
	-Rebetting	17,66	m ²	0,26			4	1,538461538	m ²	1	hari	
	-Ccr beton K 350	2,82	m ³	2,1			4	1,904761905	m ³	1	hari	
5	SL 2 25-40											
	-Tulangan Ubr	1412,13	kg	0,007			3	428,574286	kg	3	hari	
	-Tulangan Pulos	662,86	kg	0,007			2	285,7142857	kg	2	hari	
	-Rebetting	115,20	m ²	0,26			8	0,76923077	m ²	4	hari	
	-Ccr beton K 350	2,82	m ³	2,1			2	0,65280952	m ³	3	hari	
6	SL 3 35-50											
	-Tulangan Ubr	1411,57	kg	0,007			2	285,7142857	kg	0	hari	
	-Tulangan Pulos	111,84	kg	0,007			2	285,7142857	kg	0	hari	
	-Rebetting	11,96	m ²	0,26			2	1,09237092	m ²	2	hari	
	-Ccr beton K 350	17,59	m ³	2,1			7	3,333333333	m ³	5	hari	
7	Slr Lantai T-15Cm											
	-Tulangan Pulos	1888,88	kg	0,007			5	714,2857143	m ³	3	hari	
	-Ccr beton K 350	17,05	m ³	2,1			10	4,761904762	m ³	4	hari	
8	Dinding Beton Pr Lbr T. 30cm & Lantai Lbr											
	-Tulangan Ubr	997,00	kg	0,007			5	714,2857143	kg	1	hari	
	-Rebetting	20,25	m ²	0,66			6	0,60000000	m ²	2	hari	
	-Ccr beton K 350	3,80	m ³	2,1			5	2,80952381	m ³	2	hari	

Gambar 7. 14 Perhitungan durasi produktivitas pekerjaan dan durasi pekerjaan menggunakan *software Excel*



Gambar 7. 16 Menu Mengatur kalender proyek di *Ms Project*

4.17.6 Input item pekerjaan dan durasi pekerjaan di *Ms Project*

Untuk menyusun hubungan antar kegiatan kita dapat menyusun di kolom *Task Name*, dan untuk durasi pekerjaan, pada kolom durasi di *Ms Project*.

4.17.7 Menentukan Predecessor

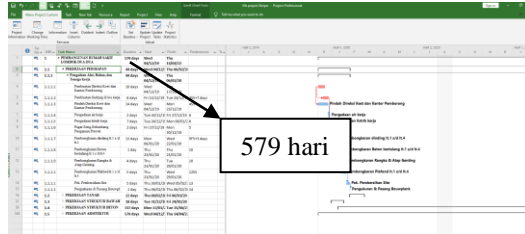
Langka selanjut setelah input durasi pekerjaan, menentukan hubungan pekerjaan satu dengan pekerjaan lain pada kolom *Predecessor*.

Task ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
1	PEMBANGUNAN BUMAH SAKIT LOMBOK TO A SIDA	439 days	04/12/19	02/09/21	
2	Pekerjaan Perintis	46 days	04/12/19	06/02/20	
3	Pengadaan Alat, Bahan, dan Tenaga kerja	46 days	04/12/19	06/02/20	
4	Pembuatan Dinding Kret dan Kantor Pembarong	10 days	04/12/19	17/12/19	
5	Pembuatan Dinding & Ins Jenes	8 days	Fri 13/12/19	Tue 24/12/19	455+7 days
6	Pondasi Dinding Kret dan Kantor Pembarong	18 days	04/12/19	23/12/19	
7	Pengadaan air tenaga	2 days	Tue 24/12/19	Fri 27/12/19	6
8	Pengadaan listrik tenaga	7 days	Tue 24/12/19	Mon 05/01/20	6
9	Pagar Seng Gelombang Pengaman Proyek	2 days	Fri 27/12/19	Mon 30/12/19	5
10	Pembongkaran dinding B1 1 x 4 B1	13 days	Mon 06/01/20	22/01/20	9/3+3 days
11	Pembongkaran Beton bertulang B1 1 x 4 B1	1 day	Thu 23/01/20	Thu 23/01/20	10
12	Pembongkaran Rangka & Atap Gunung	4 days	Thu 23/01/20	Tue 28/01/20	10
13	Pembongkaran Platfond B1 1 x 4 B1	5 days	Thu 23/01/20	29/01/20	12/5
14	Pk. Pembarahan Site	5 days	Thu 30/01/20	Wed 05/02/20	13
15	Pengaturan & Pemasang Becept	1 day	Thu 06/02/20	Thu 06/02/20	14

Gambar 7. 17 Tabel Pedessesor di *Ms Project*

4.17.8 Hasil Perencanaan Penjadwalan

Hasil di dapat setelah meyusun hubungan antar kegiatan satu dengan kegiatan lain dan memasukan jumlah durasi adalah:



Gambar 7. 18 Rencana Jadwal Proyek

Total durasi proyek berdasarkan perencanaan adalah 579 hari yang dimulai pada tanggal 04 desember 2019. Total durasi dibagi menjadi beberapa item pekerjaan sebagai berikut:

1. Pekerjaan persiapan : 44 hari
2. Pekerjaan tanah : 22 hari
3. Pekerjaan struktur bawah : 18 hari
4. Pekerjaan struktur beton : 337 hari
5. Pekerjaan arsitektur : 579 hari