



Optimalisasi desain struktur gedung *interdisciplinary engineering* (IDE)- fakultas teknik Universitas Indonesia dengan memanfaatkan BIM (*building information modelling*)

Citra Anindya Larasati ^{a*}, Dendi Ahmad Dzaky^b, Asri Nurdiana^c, Bambang Setiabudi^d

^{a*, b, c, d} Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro, Indonesia

ARTICLE INFO

Corresponding author:

Email:
dendiahmad1414@gmail.com

Article history:

Received : 13 June 2024
Accepted : 19 September 2024
Publish : 30 September 2024

Keywords:

BIM, Building, Construction, Modelling,
Navisworks, Revit

ABSTRACT

Project design is a step in the construction process that determines the technical requirements to be applied when the project is constructed. BIM (Building Information Modeling) is a form of technological innovation used in project design. BIM (Building Information Modeling) has become the main factor for increasing efficiency and accuracy; using BIM, everything related to design, construction, scheduling, and costs can be integrated into one digital platform that all stakeholders can access. In this paper, the structural planning optimization of the Interdisciplinary Engineering (IDE) Building - Faculty of Engineering, University of Indonesia, will be carried out. This building planning refers to (SNI-2847-2019) concerning Structural Concrete Requirements for Buildings and (SNI-1726-2019) concerning Procedures for Planning for Earthquake Resistance of Structures. Outputs are generated through superstructure and substructure plans, the design of foundation structures, columns, beams, and plates, 2D Detail Engineering Design (DED), 3D modeling, and construction management plans in the form of Budget Plans and scheduling.

Copyright © 2024 PILARS-UNDIP

1. Pendahuluan

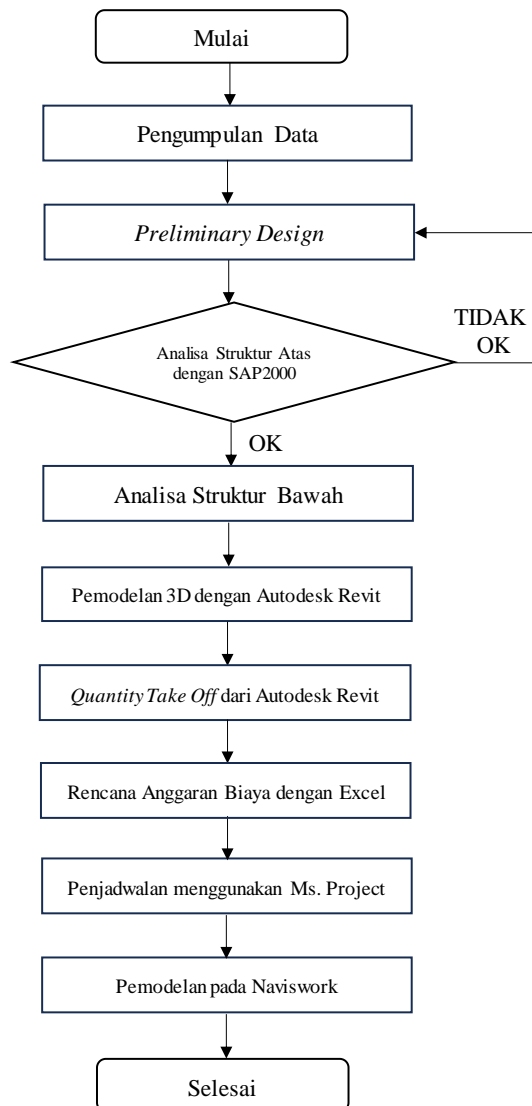
Ilmu pengetahuan dan teknologi memaksa masyarakat hidup berdampingan dengan teknologi, tetapi hal ini juga mendorong cara berpikir dan pola hidup masyarakat supaya lebih modern. Kemajuan teknologi dirancang untuk memudahkan aktivitas manusia agar lebih optimal. Teknologi digital pun memberikan dampak yang besar dalam melakukan percepatan pembangunan infrastruktur sehingga menjadi lebih efisien dan produktif salah satunya dengan *Building Information Modelling* (BIM) (Tim BIM PUPR dan Institut BIM Indonesia, 2018). BIM (Building Information Modeling) merupakan sebuah pendekatan untuk desain bangunan, konstruksi, dan manajemen, ruang lingkup BIM ini mendukung dari desain proyek, jadwal, dan informasi-informasi lainnya secara terkoordinasi dengan baik (Soemardi, 2014). Pembangunan yang kompleks dari sektor swasta dan pemerintah tentunya juga menuntut perencanaan yang baik agar tidak terjadi penyimpangan. (Hutama & Sekarsari, 2018). Building Information Modelling (BIM) memiliki konsep modelling 3D, menganalisa struktur dengan maksud minimalisasi adanya human error dalam menghasilkan *quantity take off* dan mempermudah pertukaran informasi konstruksi (Apriansyah, 2021).

Pada perencanaan kali ini dilakukan perencanaan ulang struktur dengan mengoptimalkan penerapan sistem BIM. Perencanaan ulang pada bangunan gedung *interdisciplinary engineering* (IDE) – Fakultas Teknik Universitas Indonesia dilakukan melalui analisa struktur menggunakan software SAP2000 dengan penerapan pembebanan SRPMK, Tujuan perencanaan bangunan gedung akan menghasilkan perencanaan struktur atas maupun bawah yang meliputi struktur pondasi tiang

pancang, *pile cap*, kolom, balok dan plat, pemodelan 3D, Rencana Anggaran Biaya (RAB), dan penjadwalan.

2. Data dan metode

Penelitian ini dilakukan perencanaan ulang bangunan Gedung *Interdisciplinary Engineering* (IDE) Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Gedung yang terletak di Kota Depok, Jawa Barat tersebut memiliki fungsi sebagai laboratorium. Bangunan yang terdiri dari 8 lantai ini dirancang menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus (SPRMK). SRPMK sendiri meninjau komponen struktur dan joint-jointnya yang dapat menahan gaya bekerja melalui aksi lentur, geser, dan aksial. (Mahendrayu & Kartini, 2019). Perencanaan struktur gedung berpedoman pada SNI 2847:2019 terkait persyaratan beton structural pada beton bertulang, SNI 1726:2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung, serta SNI 1727:2020 terkait perhitungan beban yang dapat diterima oleh bangunan gedung. Tahapan perencanaan bangunan gedung memiliki 6 fase utama, yaitu perencanaan struktur menggunakan SAP2000, perencanaan struktur bawah, pemodelan 3D, Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB), Penjadwalan, dan RKS. Gambar 1 merupakan alur diagram penelitian.



Gambar 1. Alur diagram penelitian

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Preliminary design

3.1.1. Preliminary design balok

Berdasarkan syarat pada SNI 2847-2019 tabel 9.3.1.1, balok non prategang harus memenuhi syarat ketebalan minimum seperti yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Syarat *pleminary balok*

Kondisi Perletakan	h minimum
Perletakan Sederhana	$l / 16$
Menerus Satu Sisi	$l / 18,5$
Menerus Dua Sisi	$l / 21$
Kantilever	$l / 8$

Adapun tiga syarat lain berdasarkan gaya dan geometri dalam merencanakan balok tertera sebagai berikut:

- 1) Syarat 1 Ln (bentang bersih) $\geq 4d$
- 2) Syarat 2 bw (lebar badan balok) $> 0,3 h$
- 3) Syarat 3 b (lebar muka balok) $> 250 \text{ mm}$

Rekapitulasi *preliminary design* balok disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi *preliminary design* balok

Tipe Balok	Dimensi Pakai	Syarat 1	Syarat 2	Syarat 3
B1	400/600	OK	OK	OK
B2	500/700	OK	OK	OK
B3	350/750	OK	OK	OK
B4	500/650	OK	OK	OK
B5	600/800	OK	OK	OK
B6	700/850	OK	OK	OK
S1	350/500	OK	OK	OK
S2	450/600	OK	OK	OK

3.1.2. Preliminary design kolom

Preliminary kolom dirancang dengan dua syarat sesuai SNI 2847-2019 pasal 18.7.2 yaitu sebagai berikut:

- 1) Syarat 1 b (sisi terpendek kolom) $> 300 \text{ m}$
- 2) Syarat 2 $b/h \geq 0.4$

Rekapitulasi *preliminary design* kolom disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi *preliminary design* kolom

Tipe Kolom	Dimensi Pakai	Syarat 1	Syarat 2
K1	850/850	OK	OK
K2	650/650	OK	OK
K3	600/600	OK	OK
K4	1350/1350	OK	OK

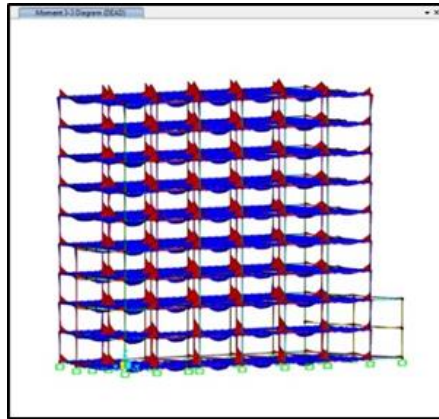
3.1.3. Preliminary design plat lantai

Perencanaan plat lantai dibedakan menjadi perencanaan plat satu arah dan plat dua arah Tebal plat lantai dinilai lebih kecil dibandingkan tebal struktur lain (Gusfita et al., 2022). Berdasarkan SNI 2847:2019, apabila nilai $Lx/Ly > 2$ merupakan plat satu arah, sedangkan $Lx/Ly < 2$ merupakan plat dua arah dengan ketentuan Ly merupakan bentang panjang dan Lx adalah bentang pendek. Tebal minimum plat satu arah ditetapkan sesuai dengan SNI 2847:2019 yaitu $Lx/24$.

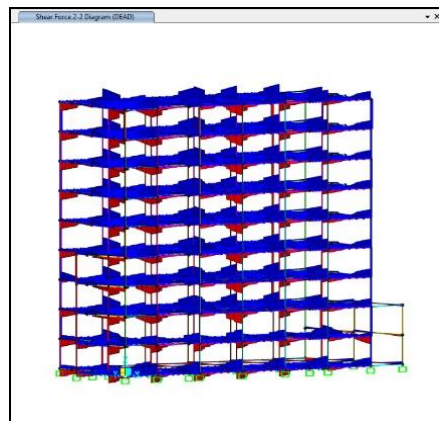
Pada perencanaan kali ini menggunakan tebal 150 mm dengan hasil perhitungan tebal minimum plat 146.45 mm.

3.2. Analisis struktur

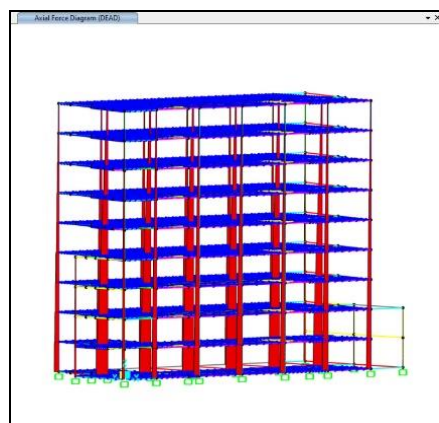
Pada perencanaan kali ini menggunakan *software* SAP2000 untuk membantu analisa struktur. Penggunaan *software* SAP2000 akan menghasilkan *output* berupa nilai momen (M), gaya geser (D), dan gaya aksial (N). Nilai gaya yang dihasilkan pada SAP2000 digunakan untuk penentuan perhitungan tulangan utama dan tulangan geser. Adapun hasil *running* menggunakan SAP2000 ditunjukkan pada Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4.



Gambar 1. Gaya momen



Gambar 2. Gaya geser



Gambar 4. Gaya aksial

3.3. Perhitungan penulangan struktur

3.3.1. Penulangan balok

Perencanaan penulangan lentur balok dilakukan dengan membandingkan nilai As perlu dengan As minimum pada komponen struktur lentur berdasarkan SNI 2847:2019. Nilai As perlu didapatkan dari hasil *output* analisis struktur menggunakan SAP2000. Tabel 4 merupakan rekapitulasi perhitungan tulangan lentur pada balok.

Tabel 4. Penulangan lentur balok

Tipe	Dimensi	Tinggi Efektif Balok (d)	Daerah	Letak Tulangan	As Perlu mm ²	As Min 1	As Min 2	As Terpasang mm ²	Dipasang
B1	400 x 600	560	Tumpuan	Atas	1337	730.297	746.667	1432.606	5 D 19
				Bawah	1332	730.297	746.667	1432.606	5 D 19
			Lapangan	Atas	735	730.297	746.667	1146.084	4 D 19
				Bawah	947	730.297	746.667	1432.606	5 D 19
B2	500 x 700	660	Tumpuan	Atas	1139	1075.88	1100	1146.084	4 D 19
				Bawah	1139	1075.88	1100	1146.084	4 D 19
			Lapangan	Atas	844	1075.88	1100	1146.084	4 D 19
				Bawah	1024	1075.88	1100	1146.084	4 D 19
B3	350 x 500	460	Tumpuan	Atas	790	524.901	536.667	1432.606	4 D 19
				Bawah	790	524.901	536.667	1432.606	5 D 19
			Lapangan	Atas	527	524.901	536.667	1146.084	5 D 19
				Bawah	529	524.901	536.667	1432.606	4 D 19
B4	500 x 650	610	Tumpuan	Atas	1001	994.377	1016.67	1432.606	5 D 19
				Bawah	100	994.377	1016.67	1146.084	5 D 19
			Lapangan	Atas	636	994.377	1016.67	1146.084	4 D 19
				Bawah	726	994.377	1016.67	1432.606	4 D 19
B5	600 x 800	760	Tumpuan	Atas	3490	1486.68	1520	3854.546	5 D 19
				Bawah	3490	1486.68	1520	3854.546	6 D 29
			Lapangan	Atas	1678	1486.68	1520	3212.121	6 D 29
				Bawah	1973	1486.68	1520	3854.546	5 D 29
B6	700 x 850	810	Tumpuan	Atas	3406	1848.56	1890	3854.546	6 D 29
				Bawah	3406	1848.56	1890	3854.546	6 D 29
			Lapangan	Atas	1862	1848.56	1890	3212.121	5 D 19
				Bawah	2187	1848.56	1890	3854.546	6 D 19
S1	350 x 500	460	Tumpuan	Atas	810	524.901	536.667	992.783	5 D 19
				Bawah	806	524.901	536.667	992.783	5 D 19
			Lapangan	Atas	569	524.901	536.667	794.226	4 D 19
				Bawah	689	524.901	536.667	992.783	5 D 19
S2	450 x 600	560	Tumpuan	Atas	301	524.901	840	992.783	5 D 19
				Bawah	301	524.901	840	992.783	5 D 19
			Lapangan	Atas	486	524.901	840	992.783	5 D 19
				Bawah	486	524.901	840	992.783	5 D 19

Berdasarkan Tabel 4 hasil *output* SAP2000, selanjutnya dilakukan perhitungan tulangan geser pada balok. Av perlu hasil SAP2000 digunakan untuk menentukan jumlah penggunaan tulangan dan jarak spasi antar sengkang balok (S). Penentuan spasi sengkang memperhatikan persyaratan S max 1 yaitu $\frac{1}{2} d$ untuk bagian lapangan dan $\frac{1}{4} d$ untuk bagian tumpuan. Rekapitulasi perencanaan tulangan geser pada balok dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Penulangan geser balok

Tipe	Dimensi	Tinggi Efektif Balok (d)	Daerah	Av Perlu	S Perlu mm ²	Spasi Max 1 (mm)	Spasi Max 2 (mm)	Spasi Max 3 (mm)	Dipasang
B1	400 x 600	560	Tumpuan	0.738	193.3	140	114.6	150	D 10 - 100
			Lapangan	0.6	273.8	280			D 10 - 200
B2	500 x 700	660	Tumpuan	0.928	153.7	165	114.6	150	D 10 - 100
			Lapangan	0.741	192.5	330			D 10 - 200
B3	350 x 500	460	Tumpuan	0.607	235	115	114.6	150	D 10 - 100

Type	Dimensi	Tinggi Efektif Balok (d)	Daerah	Av Perlu	S Perlu mm ²	Spasi Max 1 (mm)	Spasi Max 2 (mm)	Spasi Max 3 (mm)	Dipasang
B4	500 x 650	610	Lapangan	0.481	296.6	230			D 10 - 200
			Tumpuan	0.808	176.6	153	114.6	150	D 10 - 100
			Lapangan	0.632	225.7	305			D 10 - 200
B5	600 x 800	760	Tumpuan	1.561	91.39	190	114.6	150	D 10 - 100
			Lapangan	0.784	182	380			D 10 - 200
B6	700 x 850	810	Tumpuan	1.316	108.4	203	114.6	150	D 10 - 100
			Lapangan	1.54	90.64	405			D 10 - 200
S1	350 x 500	460	Tumpuan	0.625	228.3	115	114.6	150	D 10 - 100
			Lapangan	0.567	251.6	230			D 10 - 200
S2	450 x 600	560	Tumpuan	0.673	212	140	114.6	150	D 10 - 100
			Lapangan	0.63	226.4	280			D 10 - 200

3.3.2. Penulangan kolom

Perhitungan tulangan utama kolom dilakukan dengan perbandingan nilai As perlu (*output* SAP2000) dengan As Terpasang. Selain itu, perhitungan tulangan kolom harus memenuhi syarat SNI 2847:2019 dimana nilai gaya aksial, $P_u > (Ag \cdot f_c')/10$. Rasio tulangan utama kolom $< 4\%$. Rekapitulasi tulangan utama dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Penulangan lentur kolom

Type	Dimensi	Gaya Aksial Kolom (Pu), Kn	As Perlu (mm ²)	As Terpasang (mm ²)	As Terpasang > As Perlu	Dipasang	Cek Rasio Tulangan
Lantai 1 - 4							
K1	850 x 850	7335.566	24115	26603	OK	40 D 29	3.68 %
K2	650 x 650	2698.008	9453	10134	OK	20 D 25	2.40 %
K3	600 x 600	1179.112	5217	6080	OK	12 D 25	1.69 %
K4	1350 x 1350	14042.661	45286	48858	OK	48 D 36	2.68 %
Lantai 1 - Atap							
K1	850 x 850	3267.814	13077	13302	OK	20 D 29	1.84 %
K2	650 x 650	1358.573	4225	8107	OK	16 D 25	1.92 %
K4	1350 x 1350	8105.785	20173	21283	OK	32 D 29	1.17 %

Setelah dilakukan perhitungan tulangan utama kolom, dilakukan perhitungan tulangan geser yang sesuai dengan persyaratan. Penggunaan jenis dan jumlah tulangan geser dilihat dari nilai Av perlu yang merupakan *output* dari SAP2000. Penentuan spasi sengkang memperhatikan persyaratan S max 1 yaitu $\frac{1}{2} d$ untuk bagian lapangan dan $\frac{1}{4} d$ untuk bagian tumpuan Rekapitulasi tulangan geser kolom dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Penulangan geser kolom

Type	Dimensi	Av Perlu	S perlu	S max 1	S max 2	Dipasang
Lantai 1 - 4						
K1	850 x 850	0.708	201.499	174.6	150	D10-150
K2	650 x 650	0.542	263.212	152.4	150	D10-150
K3	600 x 600	0.5	285.322	152.4	150	D10-150
K4	1350 x 1350	1.125	225.203	216	150	D13-150
Lantai 5 - Atap						
K1	850 x 850	0.957	149.071	174.6	150	D10-150
K2	650 x 650	0.636	224.310	152.4	150	D10-150
K4	1350 x 1350	1.125	225.203	174.6	150	D13-150

3.3.3. Penulangan plat lantai

Penulangan plat lantai pada perencanaan kali ini berdasarkan nilai Mu hasil SAP2000. Penulangan dilakukan dengan trial dan error penggunaan diameter tulangan. Syarat penulangan plat lantai yaitu nilai momen maksimal (Mu) $< \phi Mn$. Rekapitulasi penggunaan tulangan pada plat lantai disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Penulangan plat lantai

Tipe	Tebal Plat	Tulangan	Ø mm	Jarak	Daerah	Mu	Ø Mn	Dipasang
S1	150	Tulangan Arah X	12.7	150	Tumpuan	15.3	39.28	D13-150
			12.7	150	Lapangan	12.12	39.28	D13-150
		Tulangan Arah Y	12.7	150	Tumpuan	12.19	39.28	D13-150
			12.7	150	Lapangan	7.2	39.28	D13-150

3.4. Perhitungan fondasi tiang pancang

3.4.1. Perencanaan fondasi tiang pancang

Perencanaan Gedung *Interdisiplin* Fakultas Teknik Universitas Indonesia direncanakan menggunakan fondasi tiang pancang dengan diameter pancang sebesar 40 cm. Jenis fondasi yang digunakan kali ini adalah *square pile*. Rekapitulasi kebutuhan tiang pancang per AS disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Kebutuhan tiang pancang

Lokasi	Beban Vertikal	Q tiang	Jumlah Pile
As A - 1	279.23	1961.34	1
As A - 2	5611.83	1961.34	3
As A - 3	7888.4	1961.34	5
As A - 4	7044.12	1961.34	4
As A - 5	8097.99	1961.34	5
As A - 6	7158.24	1961.34	4
As A - 7	6317.41	1961.34	4
As A - 8	2896.12	1961.34	2
As B - 1	470.97	1961.34	1
As B - 2	10342.95	1961.34	6
As B - 3	13849.09	1961.34	8
As B - 4	13799.74	1961.34	8
As B - 5	14425.52	1961.34	8
As B - 6	14903.87	1961.34	8
As B - 7	14960.74	1961.34	8
As B - 8	1355.78	1961.34	1
As C - 1	1253.56	1961.34	1
As C - 2	4658.99	1961.34	3
As C - 3	6738.55	1961.34	4
As C - 4	6790.59	1961.34	4
As C - 5	6836.59	1961.34	4
As C - 6	7607.25	1961.34	4
As C - 7	5762.94	1961.34	3

Dilakukan cek efisiensi tiang dan cek daya dukung kelompok tiang pada setiap jenis *pilecap*. Adapun rekapitulasi perencanaan jumlah *pile* disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Efisiensi daya dukung tiang

Tipe	Jumlah Pile	Eg	Q Tiang (Ton)	Qtk	Total P (Output SAP2000)	Cek (Qtk > Beban Aksial)
PC1	8	0.957	1961.34	15017.59	14960,74	OK
PC2	5	0.975	1961.34	9561.29	8097.99	OK
PC3	4	0.985	1961.34	7733.17	7607.25	OK
PC4	3	0.996	1961.34	7733.17	5762.94	OK
PC5	1	0.996	1961.34	1961.34	1355.78	OK
PC6	6	0.975	1961.34	11263.19	10342.95	OK
PC7	2	0.996	1961.34	3908.66	2896.12	OK

3.4.2. Perencanaan dimensi *pilecap*

Berdasarkan efisiensi daya dukung tiang, selanjutnya dilakukan perencanaan dimensi *pilecap*. Perencanaan dimensi *pilecap* dilakukan dengan *trial and error*. Perencanaan dimensi *pilecap* harus memenuhi syarat gaya geser satu arah maupun gaya geser dua arah. Rekapitulasi perencanaan dimensi disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Dimensi *pilecap*

Tipe	Jumlah Pile	Jarak Antar Tiang (mm)	Jarak Tiang Ke Tepi (mm)	Dimensi <i>Pile Cap</i>		Tebal <i>Pilecap</i> (mm)
				Lebar (mm)	Panjang (mm)	
PC1	8	1200	600	3600	3200	1250
PC2	5	1200	600	2400	2900	1000
PC3	4	1200	600	2400	2400	950
PC4	3	1200	600	2400	1800	800
PC5	1	1200	500	1000	1000	800
PC6	6	1200	600	3600	2400	1000
PC7	2	1200	600	2400	1200	800

3.4.3. Perhitungan tulangan *pilecap*

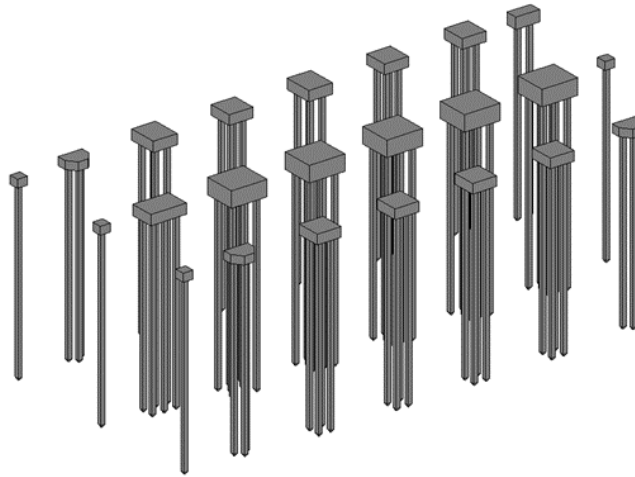
Setelah ditentukan dimensi *pilecap*, dilakukan perhitungan penulangan *pilecap*. Perhitungan penulangan *pilecap* didapatkan dengan melakukan perhitungan As tulangan pakai dan As tulangan perlu. Perhitungan penulangan *pilecap* yang sudah sesuai dengan persyaratan yang disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Penulangan *pilecap*

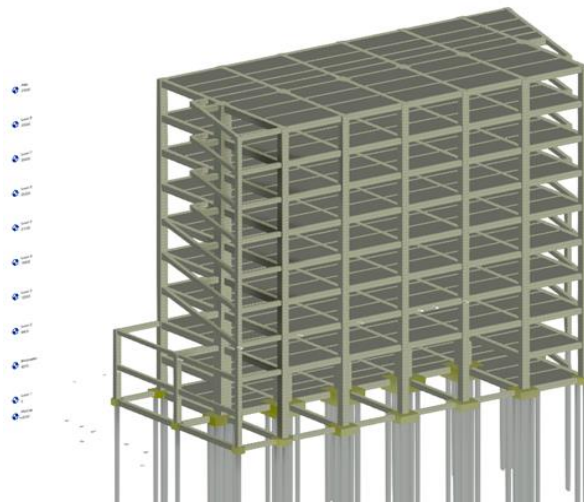
Tipe	Lokasi	As Perlu	Dia.	Jarak	As Pakai	Cek (As Pakai > As Perlu)	Dipasang
PC1	Mux (Bawah)	9562.23	22	100	14070.57	OK	D22 - 100
	Mux (Atas)	1912.44	19	200	5389.21	OK	D19 - 200
	Muy (Bawah)	8549.10	22	100	12549.42	OK	D22 - 100
	Muy (Atas)	1709.820	19	200	4821.928	OK	D19 - 200
PC2	Mux (Bawah)	9912.233	29	100	16519.64	OK	D29 - 100
	Mux (Atas)	1982.446	19	200	3687.357	OK	D19 - 200
	Muy (Bawah)	10013.83	29	100	19823.57	OK	D29 - 100
	Muy (Atas)	2002.766	19	200	4538.285	OK	D19 - 200
PC3	Mux (Bawah)	12263.85	29	100	16519.64	OK	D29 - 100
	Mux (Atas)	2452.770	19	200	3687.357	OK	D19 - 200
	Muy (Bawah)	12263.85	29	100	16519.64	OK	D29 - 100
	Muy (Atas)	2452.770	19	200	3687.35	OK	D19 - 200
PC4	Mux (Bawah)	13802.90	29	100	16519.64	OK	D29 - 100
	Mux (Atas)	2760.58	19	200	3687.357	OK	D19 - 200
	Muy (Bawah)	10370.58	29	100	12554.92	OK	D29 - 100
	Muy (Atas)	2074.11	19	200	2836.42	OK	D19 - 200
PC5	Mux (Bawah)	6489.20	32	100	7241.14	OK	D32 - 100
	Mux (Atas)	1297.84	19	200	1701.85	OK	D19 - 200
	Muy (Bawah)	6489.20	32	100	8850.28	OK	D32 - 100
	Muy (Atas)	1297.84	19	200	1701.85	OK	D19 - 200
PC6	Mux (Bawah)	11000.25	22	100	14070.57	OK	D22 - 100
	Mux (Atas)	2200.051	19	200	5389.21	OK	D19 - 200
	Muy (Bawah)	7410.69	22	100	9507.14	OK	D22 - 100
	Muy (Atas)	1482.13	19	200	3687.35	OK	D19 - 200
PC7	Mux (Bawah)	11107.3	29	100	16519.64	OK	D29 - 100
	Mux (Atas)	2221.46	19	200	3687.35	OK	D19 - 200
	Muy (Bawah)	5576.45	29	100	8590.21	OK	D29 - 100
	Muy (Atas)	1115.29	19	200	1985.5	OK	D19 - 200

3.5. Pemodelan bangunan 3D

Perencanaan struktur yang sudah memenuhi persyaratan, selanjutnya dilakukan pemodelan menggunakan Autodesk Revit 2022. Pemodelan struktur ini mencakup struktur bawah seperti pondasi tiang pancang, tiebeam, dan pilecap, serta struktur atas yang meliputi kolom, balok, plat lantai. Hasil pemodelan Gedung Interdisciplinary Engineering (IDE) – Fakultas Teknik Universitas Indonesia menggunakan Autodesk Revit dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Pemodelan struktur bawah



Gambar 6. Pemodelan struktur atas

3.6. Quantity take off

Hasil pemodelan 3D menggunakan Autodesk Revit akan menghasilkan output berupa *Quantity Take Off* dari setiap pekerjaan. *Quantity take off* ini dapat digunakan untuk melakukan perhitungan volume pekerjaan pada RAB. Pada perencanaan kali ini dilakukan *quantity take off* berupa volume tulangan, volume beton, serta luasan bekisting baik pada komponen struktur atas maupun struktur bawah. Hasil *quantity take off* dapat dilihat pada Tabel 13, Tabel 14, dan Tabel 15.

Tabel 13. *Quantity take off* kolom

No	Lokasi	Tipe Kolom	Dimensi	Volume Beton (m ³)	Volume Tulangan (cm ³)
1	Lantai 1	K4	1350 X 1350	45.9	2977708.61
2	Lantai Mezzanine	K4	1350 X 1350	45.9	2072919.77

No	Lokasi	Tipe Kolom	Dimensi	Volume Beton (m ³)	Volume Tulangan (cm ³)
3	Lantai 2	K4	1350 X 1350	45.9	2256783.64
4	Lantai 3	K4	1350 X 1350	45.9	1901542.62
5	Lantai 4	K4	1350 X 1350	45.9	1870191
6	Lantai 5	K4	1350 X 1350	45.9	1478985.96
7	Lantai 6	K4	1350 X 1350	45.9	1478985.96
8	Lantai 7	K4	1350 X 1350	45.9	1478985.96
9	Lantai 8	K4	1350 X 1350	45.9	1271562.3

Tabel 14. *Quantity take off* balok

No	Lokasi	Tipe Balok	Dimensi	Volume Beton (m ³)	Volume Tulangan (cm ³)
1	Lantai 1	B1	400 X 600	12.98	324741.18
2	Lantai <i>Mezzanine</i>	B1	400 X 600	6.17	116814.40
3	Lantai 2	B1	400 X 600	7.35	148322.84
4	Lantai 3	B1	400 X 600	3.84	68920.91
5	Lantai 4	B1	400 X 600	5.06	89167.04
6	Lantai 5	B1	400 X 600	5.06	88499.71
7	Lantai 6	B1	400 X 600	5.06	87722.08
8	Lantai 7	B1	400 X 600	3.84	66867.36
9	Lantai 8	B1	400 X 600	5.06	97188.44
10	Lantai Atap	B1	400 X 600	5.06	97188.44

Tabel 15. *Quantity take off* pile cap

No	Tipe Pile Cap	Jumlah Pile	Volume Beton (m ³)	Volume Tulangan (cm ³)
1	PC1	8	14.36	163305.6

3.7. Perhitungan rencana anggaran biaya

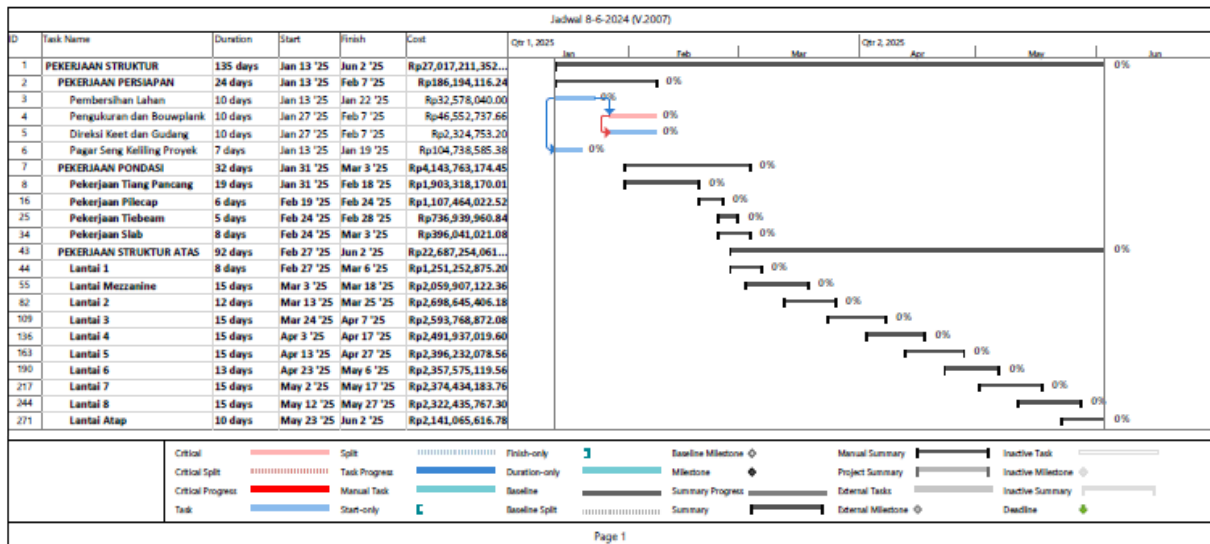
Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada perencanaan Gedung *Interdisciplinary Engineering (IDE)* – Fakultas Teknik Universitas Indonesia mencakup perhitungan persiapan, pekerjaan struktur bawah, dan pekerjaan struktur atas. Perhitungan RAB mengacu pada Analisa harga satuan pekerjaan dan hasil *quantity take off* Revit. Tabel 16 merupakan hasil rekapitulasi perhitungan RAB pada perencanaan proyek Gedung *Interdisciplinary Engineering (IDE)* – Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Tabel 16. Rencana anggaran biaya

No	Uraian Pekerjaan	Rekap Biaya
1	Pekerjaan Persiapan	Rp186,194,116.24
2	Pekerjaan Struktur Bawah	Rp3,010,782,192.53
3	Pekerjaan Struktur Atas	Rp23,820,235,043.34
	Jumlah	Rp27,017,211,352.11
	PPN 11%	Rp2,677,381,305.16
	Total	Rp29,694,500,000.00

3.8. Penjadwalan menggunakan *Microsoft Project*

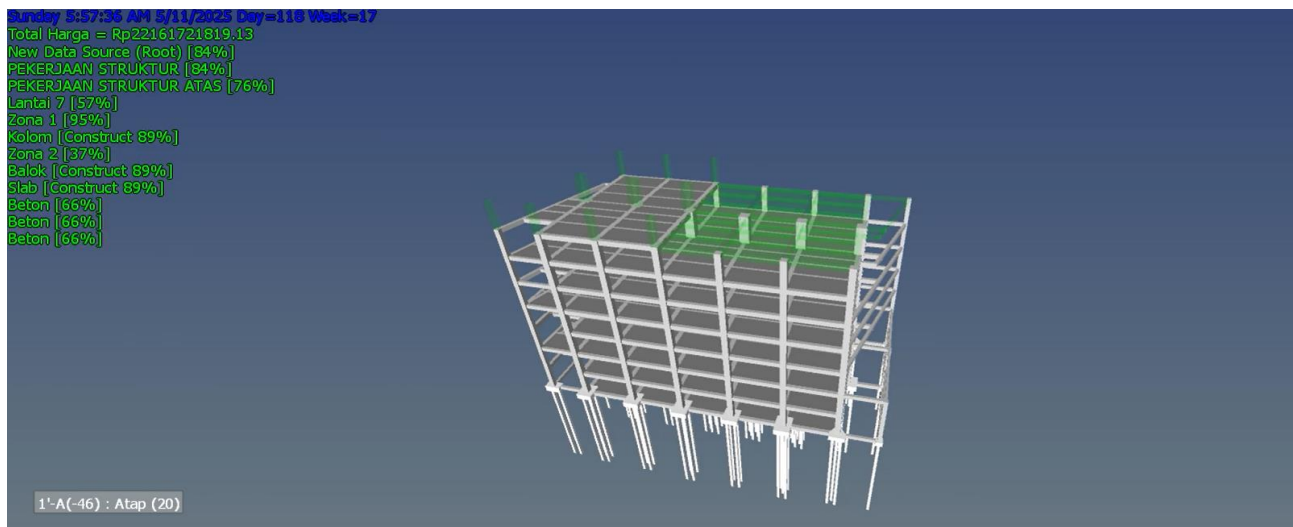
Penjadwalan pada perencanaan bangunan Gedung *Interdisciplinary Engineering (IDE)* – Fakultas Teknik Universitas Indonesia pada kali ini menggunakan *Microsoft Project*. Pada penyusunan jadwal pekerjaan, wilayah pekerjaan dibagi dua zona dengan total kurun waktu pengerjaan sebesar 20 minggu. Hasil penyusunan penjadwalan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Penjadwalan

3.9. Integrasi Autodesk Navisworks 2022

Berdasarkan hasil penjadwalan pada *Microsoft project*, dilakukan integrasi pada *software Navisworks*. Integrasi Navisworks ini akan menghasilkan *output* berupa visualisasi rencana penjadwalan sesuai dengan yang rencana penjadwalan yang tertera pada *Microsoft project*. *Software Navisworks* juga terintegrasi dengan hasil pemodelan 3D pada *Autodesk Revit*. Visualisasi penjadwalan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Integrasi Navisworks

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis perencanaan bangunan gedung *Interdisciplinary Engineering (IDE)* – Fakultas Teknik Universitas Indonesia dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Berdasarkan Analisa struktur menggunakan SAP2000, seluruh struktur yang direncanakan sudah memenuhi persyaratan dan dapat dikatakan aman.
- 2) Perencanaan ulang struktur meliputi struktur bawah dan struktur atas dan dilakukan pemodelan menggunakan Autodesk Revit.
- 3) Total rencana anggaran biaya (RAB) yang direncanakan pada perencanaan bangunan gedung kali ini sebesar Rp29,694,592,657.27.

4) Pelaksanaan pembangunan struktur direncanakan akan selesai pada kurun waktu 21 minggu.

Ucapan terima kasih

Terima kasih kami ucapkan kepada pihak-pihak yang membantu selama penyusunan perencanaan pada kali ini terutama kepada pihak proyek Pembangunan gedung *Interdisciplinary Engineering (IDE)* – Fakultas Teknik Universitas Indonesia, PT. PP Urban yang telah memberikan izin untuk mengambil data perencanaan sehingga dapat mendukung penelitian kali ini.

Referensi

- Apriansyah, R. (2021). Implementasi konsep Building Information Modelling (BIM) dalam estimasi quantity take off material pekerjaan struktural.
- Badan Standardisasi Nasional. 2019. SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Nongedung.
- Badan Standardisasi Nasional. 2019. SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan Penjelasan.
- Badan Standardisasi Nasional. 2020. SNI 1727:2020 Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain.
- Hutama, H. R., & Sekarsari, J. (2018). Analisa faktor penghambat penerapan building Information modeling dalam proyek konstruksi. *Jurnal Infrastruktur*, 4(1), 25–31.
- Mahendrayu, B., & Kartini, W. (2019). Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (Srpmk) Struktur Beton Bertulang Pada Gedung Graha Siantar Top Surabaya. *Kern: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 2(2).
- Soemardi, B. W. (2014). Studi Aplikasi Teknologi Building Information Modeling untuk Pra Konstruksi. Tim BIM PUPR dan Institut BIM Indonesia. (2018). Prinsip Dasar Sistem Teknologi BIM dan Implementasinya di Indonesia.