



Redesain Gedung Proyek Pembangunan Klinik SUPERSKIN Semarang Berbasis Information Modelling (BIM) 4D

Baharuddin Yusuf^a, Farhan Fajrul Falah^a, Bambang Setiabudi^a, Asri Nurdiana^a

^a Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro, Indonesia

ARTICLE INFO

Corresponding author:

Email:
farhan.fajrul1@gmail.com

Article history:

Received : 18 December 2023
Revised : 20 December 2025
Accepted : 21 December 2025
Publish : 25 December 2025

Keyword:

BIM, Collaboration, Construction projects, Efficiency, SAP2000, Tekla structure

ABSTRAK

BIM (Building Information Modeling) Based Planning has gained significant traction within the construction industry. Nonetheless, its implementation faces several challenges that require attention. This study aims to pinpoint these challenges, encompassing issues such as a lack of awareness regarding the advantages of BIM, limited compatibility among BIM software, and difficulties in precise data collection and integration. The primary objective of this research is to scrutinize the advantages associated with BIM-based planning, notably focusing on enhanced team collaboration, precision in planning, and optimization of time and resources. The research methodology includes a comprehensive literature review and case studies analyzing the utilization of BIM in construction projects. The findings highlight that planning rooted in BIM can enhance planning efficiency, mitigate design clashes, and enhance the accuracy of cost estimations. The research output comprises Tekla structures design outcomes, SAP planning, and Tekla Structure scheduling.

Copyright © 2025 PILARS-UNDIP

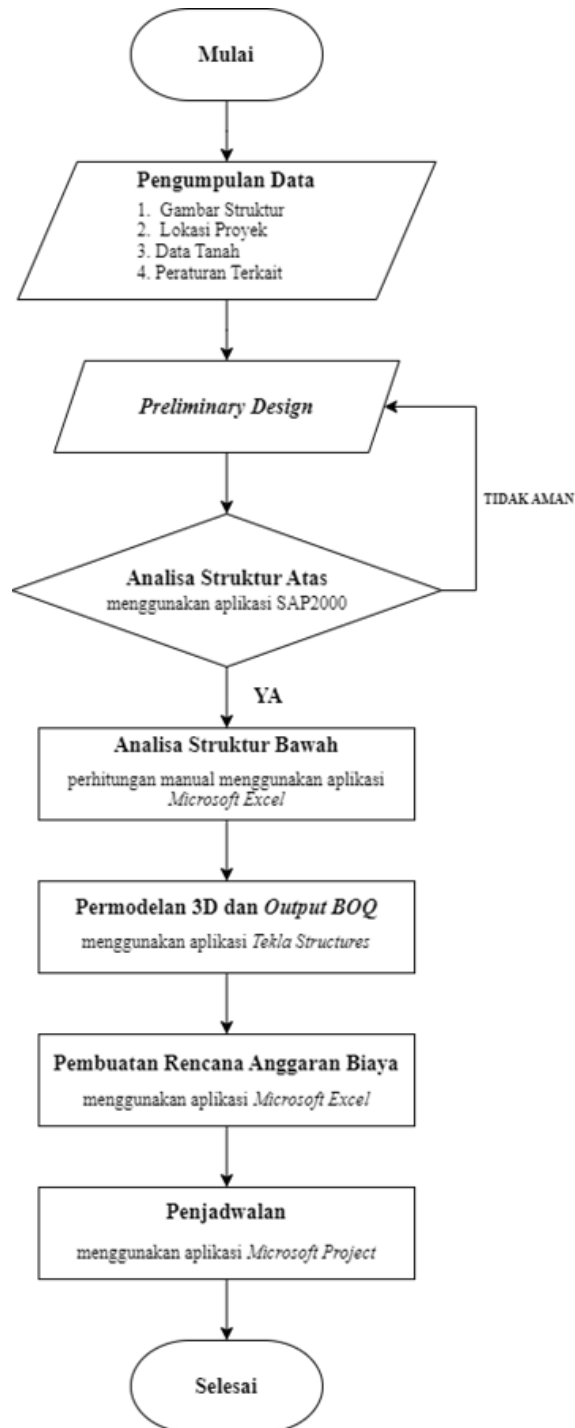
1. Pendahuluan

Menurut data dari BPS Kota Semarang, pertumbuhan ekonomi Kota Semarang meningkat sebesar 5,73% pada tahun 2022. Sementara itu, penambahan jumlah penduduk dan berkurangnya lahan yang tersedia telah mendorong pembangunan gedung bertingkat guna memenuhi kebutuhan akan ruang dan tempat tinggal masyarakat. Semakin tinggi bangunan yang dibangun, semakin penting perencanaan yang matang terutama dalam analisis strukturnya. Ini harus disesuaikan dengan tujuan dan fungsi bangunan tersebut untuk meminimalkan atau menghilangkan risiko yang terkait. Karena struktur inilah yang bertanggung jawab menahan beban yang diterimanya jika tidak direncanakan dengan cermat, hal ini bisa mengancam keselamatan penghuninya. Apalagi, Kota Semarang tergolong dalam kelas situs tanah sedang dan dikategorikan sebagai desain seismik tipe D, yang menunjukkan perlunya perhatian serius dari pihak-pihak perencana. Dalam perkembangannya, Indonesia mulai menerapkan kebijakan penggunaan BIM untuk proyek besar yang sudah diadopsi oleh perusahaan jasa konstruksi badan usaha milik negara. Hal ini memiliki dampak signifikan pada kelangsungan proyek, mengubah cara komunikasi dari yang konvensional berbasis kertas menjadi berbasis digital yang terkoneksi antar pengguna.

Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan ulang struktur bangunan gedung bertingkat Klinik Superskin Kota Semarang dengan menerapkan aplikasi *Building Information Modelling* (BIM). Hal ini bertujuan untuk meminimalkan risiko, kesalahan, dan biaya baik pada tahap perencanaan maupun pelaksanaan proyek (Purnomo et al., 2022). Dalam penelitian ini, aplikasi yang digunakan adalah SAP2000 untuk analisis struktur, Tekla Structures untuk pemodelan struktur tiga dimensi, *Microsoft Excel* untuk perhitungan RAB, serta pembuatan kurva S.

2. Data dan metode

Dalam merencanakan ulang struktur Gedung Klinik Super Skin Semarang, pendekatannya dibagi menjadi 7 tahap utama sesuai dengan diagram alir. Tahapan-tahapan ini meliputi pengumpulan data, desain awal, analisis struktur bagian atas, analisis struktur bagian bawah, pembuatan model 3D dan output Bill of Quantities (BOQ), pembuatan Rencana Anggaran Biaya (RAB), serta penjadwalan. Diagram alir yang menjelaskan tahapan ini dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1 Bagan Alir Perencanaan

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Hasil perhitungan dimensi balok

Berikut adalah contoh perhitungan awal untuk balok yang akan digunakan dalam perencanaan ini

Data perencanaan balok B1

Bentang balok terpanjang : 8000 mm

Mutu baja tulangan : 420 MPa

Mutu beton : 30 MPa

Perhitungan *preliminary*

$$h_{min} = \frac{L}{16}$$

$$= \frac{8000}{16}$$

$$= 500 \text{ mm}$$

$$h_{pakai} = 600 \text{ mm}$$

$$b = \frac{1}{2} \times h_{pakai}$$

$$= \frac{1}{2} \times 600$$

$$= 300 \text{ mm}$$

Semua perhitungan awal untuk balok B1 menggunakan ukuran 300 x 600. Ringkasan hasil untuk balok B1-B3 dalam perencanaan Gedung Klinik Super Skin Semarang disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Rekapitulasi *Preliminary* Balok

NO	Panjang Bentang (mm)	Tinggi, h (mm)	Lebar, b (mm)	Dipakai, h (mm)	Dipakai, b (mm)	Tipe Balok
1	8000	600	300	600	300	B1
2	6000	500	250	500	250	B2
3	8000	400	200	400	200	B3
4	6500	650	325	650	325	TB1

Langkah selanjutnya adalah memeriksa ketinggian dan lebar efektif sesuai dengan ketentuan yang terdapat dalam SNI 2847:2019 pasal 18.6.2.1. Informasi hasil pemeriksaan ini disajikan pada **Tabel 2**.

Tabel 2 Pengecekan Syarat Tinggi dan Lebar Efektif

No	Tipe	(b x h) (mm)	(d) (mm)	L (mm)	Ln (mm)	Syarat Tinggi Efektif Balok SNI 2847:2019 Pasal 18.6.2.1	Syarat Lebar Efektif Balok SNI 2847:2019 Pasal 18.6.2.1
1	B1	300 x 600	534,5	8000	7450	OK	OK
2	B2	250 x 500	436	8000	7450	OK	OK
3	B3	200 x 400	337,5	8000	7450	OK	OK
4	TB1	325 x 650	555,5	6500	5500	OK	OK

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa semua jenis balok yang direncanakan untuk Gedung Klinik Super Skin Semarang telah memenuhi persyaratan ketinggian dan lebar efektif sesuai dengan ketentuan dari SNI 2847:2019 Pasal 18.6.2.1.

3.2. Hasil Perhitungan Dimensi Plat

Ketebalan plat, apakah satu arah atau dua arah, ditetapkan berdasarkan dimensi yang direncanakan. Misalnya, untuk plat tipe S1 dengan panjang (L_y) 6 m dan lebar (L_x) 6 m, perhitungan L_x/L_y menghasilkan nilai 1, yang menunjukkan bahwa plat masuk dalam kategori plat dua arah. Berdasarkan pedoman dari SNI 2847:2019 tabel 8.3.1.1.

$$h_{min} = \frac{l_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 5\beta (a_{fm} - 0,2)} = 110,9 \text{ mm, maka tebal plat yang digunakan sebesar } 120 \text{ mm}$$

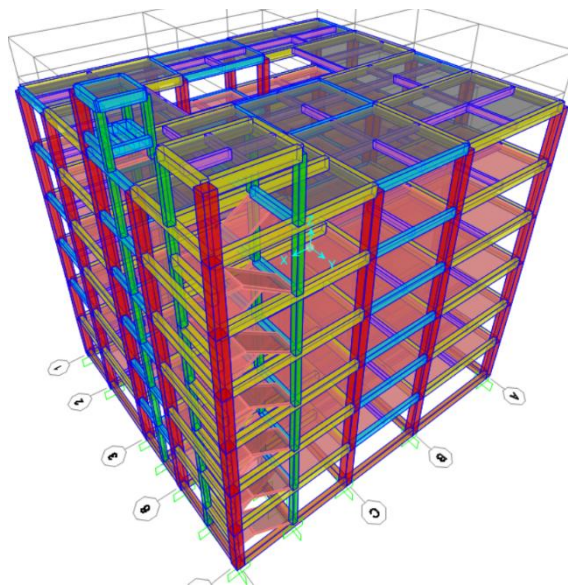
3.3. Hasil Perhitungan Dimensi Kolom

Berdasarkan SNI 2847:2019 pasal 15.7.2, kolom harus mematuhi dua persyaratan, yakni memiliki penampang terkecil tidak kurang dari 300 mm dan rasio penampang terkecil (b/h) tidak kurang dari 0,4. Kolom K1 direncanakan dengan tinggi (H) 3,5 m dan menerima balok dengan tinggi (h) 60 cm dan lebar (b) 30 cm. Untuk memeriksa data tersebut, dilakukan penggunaan kontrol data kolom = hkolom sebagai berikut.

$$\frac{\frac{1}{12} \times b \times h^2}{H \text{ kolom}} \geq \frac{\frac{1}{12} \times b \times h^2}{L \text{ balok}} = 41,034, \text{ sehingga dibulatkan dan digunakan dimensi } 550 \times 550 \text{ untuk kolom tipe K1.}$$

3.4. Hasil Permodelan Struktur

Hasil dari simulasi struktur menggunakan perangkat lunak SAP2000 untuk Gedung Klinik Super Skin Semarang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Permodelan struktur menggunakan SAP2000

3.5. Kontrol Analisis Beban Gempa

Peninjauan kontrol terhadap analisis beban gempa dinamis yang dilakukan berdasarkan sejumlah faktor, antara lain sebagai berikut

a) Analisis Jumlah Ragam atau Partisipasi Massa

Untuk analisis jumlah ragam sendiri harus memenuhi $\leq 90\%$ massa ragam x dan y berdasarkan acuan peraturan SNI 1726:2019. Tabel 3 merupakan analisis jumlah ragam atau partisipasi massa pada perencanaan Gedung Klinik Super Skin Semarang sudah memenuhi dari ketentuan yang diisyaratkan.

Tabel 3 Partisipasi Rasio Massa Pada Permodelan

TABLE: Modal Participating Mass Ratios															
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	1,416147	0,70673	0,05661	3,543E-08	0,70673	0,05661	3,54E-08	0,00587	0,07791	0,02214	0,00587	0,07791	0,02214
MODAL	Mode	2	1,38463	0,07849	0,57398	1,862E-08	0,78521	0,63059	5,41E-08	0,06662	0,01129	0,13346	0,07249	0,0892	0,1556
MODAL	Mode	3	1,14848	0,00104	0,16026	5,816E-06	0,78625	0,79085	5,87E-06	0,03136	0,00149	0,63816	0,10394	0,09069	0,79376
MODAL	Mode	4	0,440103	0,10649	0,00163	0,00001507	0,89274	0,79249	2,09E-05	0,00378	0,1968	0,00141	0,10762	0,28749	0,79518
MODAL	Mode	5	0,425671	0,00316	0,09108	0,00000944	0,8959	0,88356	3,04E-05	0,19566	0,00504	0,01719	0,30328	0,29253	0,81237
MODAL	Mode	6	0,368182	0,00073	0,01857	5,977E-07	0,89662	0,90214	3,1E-05	0,04784	0,00081	0,08732	0,35113	0,29284	0,89969
MODAL	Mode	7	0,250489	0,02745	0,00258	0,00017	0,92407	0,90471	0,0002	0,00241	0,02322	0,0051	0,35354	0,31606	0,90479
MODAL	Mode	8	0,225312	0,00743	0,03665	0,0000149	0,9315	0,94136	0,00021	0,03231	0,00499	0,00154	0,38584	0,32105	0,90633
MODAL	Mode	9	0,207524	0,00782	0,00343	1,97E-07	0,93932	0,94479	0,00021	0,00181	0,00682	0,02977	0,38766	0,32787	0,93609
MODAL	Mode	10	0,200402	1,106E-09	5,6E-08	0,00297	0,93992	0,94479	0,00319	0,00159	0,00215	2,664E-08	0,38924	0,33002	0,93609
MODAL	Mode	11	0,199017	1,568E-07	6,998E-08	0,03029	0,93992	0,94479	0,03347	0,01733	0,02181	0,000001155	0,40657	0,35183	0,93609
MODAL	Mode	12	0,198009	0,000005624	5,874E-08	0,0172	0,93993	0,94479	0,05067	0,00919	0,01304	0,000006422	0,41577	0,36487	0,9361

b) Perbandingan Geser Dasar Statis dan Dinamis

Dalam mengevaluasi hasil analisis gempa, terutama terkait gaya geser gempa dalam arah x dan y, digunakan pedoman dari SNI 1726:2019 pasal 7.9.1.4.1. Pedoman ini menetapkan bahwa kombinasi respon gaya geser dasar hasil analisis variasi (V_t) harus melebihi 100% dari gaya geser (V) yang dihitung menggunakan metode statik ekuivalen. Jika tidak terpenuhi, nilai tersebut akan dikalikan dengan V/V_t . Informasi terkait perbandingan hasil analisis gaya geser dasar statis dan dinamis untuk Gedung Klinik Super Skin Semarang yang memenuhi kriteria disajikan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Perbandingan Geser Dasar Statis dan Dinamis

Base Shear	Dinamik (V_D)	Statik (V_s)	Faktor skala	kontrol
	Geser Dasar (kN)	Geser Dasar (kN)	V_s / V_D	(V_D) \geq 100% V_s
arah x	1071,92	1071,92	1,000000	OK
arah y	1071,92	1071,92	1,000000	OK

c) Simpangan Antar Lantai

Batas maksimal simpangan antar lantai (Δ) dalam arah x dan y sesuai dengan ketentuan dari SNI 1726:2019 pasal 7.12.1 harus tidak melebihi simpangan ijin antar lantai (Δ_a). Hasil terkait simpangan antar lantai dalam arah x dan y disajikan pada **Tabel 6** dan **Tabel 7**.

Tabel 5. Simpangan Antar Lantai Arah X

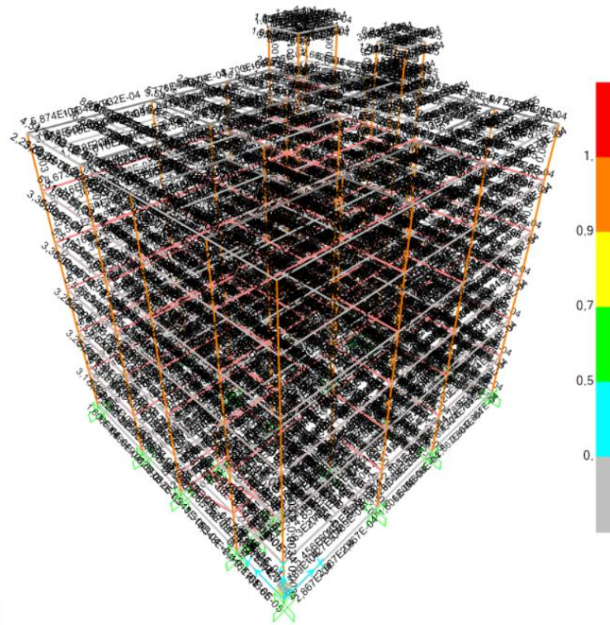
Lantai	Hsx (mm)	dx (mm)	Δx (mm)	Δa (Ijin) (mm)	kontrol $\Delta x < \Delta$ ijin
TANDON	3000	32,9290	12,9690	75	OK
LT. ATAP	3500	30,5710	16,9565	88	OK
LT.5	3500	27,4880	24,6400	88	OK
LT.4	3500	23,0080	31,7075	88	OK
LT.3	3500	17,2430	37,0150	88	OK
LT.2	3500	10,5130	37,0370	88	OK
LT. 1	3500	3,7790	20,7845	88	OK
LT. DASAR	0	0,0000	0,0000	0	

Tabel 6 Simpangan Antar Lantai Arah Y

Lantai	Hsx (mm)	dy (mm)	Δy (mm)	Δa (Ijin) (mm)	kontrol $\Delta y < \Delta$ ijin
TANDON	3000	25,4830	8,3105	75	OK
LT. ATAP	3500	23,9720	13,3045	88	OK
LT.5	3500	21,5530	19,2555	88	OK
LT.4	3500	18,0520	24,4310	88	OK
LT.3	3500	13,6100	28,2590	88	OK
LT.2	3500	8,4720	28,9630	88	OK
LT.1	3500	3,2060	17,6330	88	OK
LT. DASAR	0	0,0000	0,0000	0	

3.6. Kontrol Analisis Rasio Struktur

Pengecekan penampang struktur ini berguna untuk mengetahui material yang digunakan telah sesuai, satu batang dengan batang lainnya saling terkoneksi atau tidak, dan mengetahui kondisi struktural apakah mengalami beban kerja berlebih (*overstressed*) atau dinyatakan sudah aman. Berdasar hasil pengecekan model dari program SAP2000 semua batang kolom maupun balok dinyatakan aman dan tidak ada yang mengalami beban kerja berlebih seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Pengecekan Efisiensi Semua Batang Struktural

3.7. Perhitungan Penulangan Lentur dan Geser Balok

Penulangan lentur balok telah mematuhi persyaratan dari SNI 2847:2013 pasal 21.5.1.1 karena gaya tekan aksial (P_u) tidak melebihi $A_g f_c / 10$. Selain itu, tinggi efektif balok telah sesuai dengan ketentuan dari SNI 2847:2019 pasal 18.6.2.1. Proses perhitungan tulangan lentur balok melibatkan pengambilan nilai A_s dari program SAP2000, dibandingkan dengan A_s minimum berdasarkan perhitungan manual yang mengacu pada SNI 2847:2019 pasal 9.6.1.2, untuk menentukan dimensi dan jumlah tulangan yang diperlukan. Sementara untuk dimensi dan jarak tulangan geser balok, digunakan nilai A_v atau S_{perlu} dari program SAP2000, ditambah dengan tulangan torsi yang dibutuhkan sesuai dengan SNI 2847:2019 tabel 22.7.4.1 karena adanya gaya torsi yang bekerja pada balok tersebut. Perbandingan antara A_s/A_v terpasang dengan A_s/A_v min dan A_s/A_v perlu menunjukkan keamanan untuk penulangan balok seperti yang disajikan pada **Tabel 7** dan **Tabel 8**.

Tabel 7. Rekapitulasi Tulangan Lentur Balok

Nama	Ukuran Balok (b x h)	Daerah	Letak Tulangan	As Perlu mm ²	As min 1	As min 2	As Terpasang mm ²	Dipasang		
B1	300 x 600	Tumpuan	Atas	1283	522,782	534,500	1472,622	3	D	25
			Bawah	589		981,748	2	D	25	
		Lapangan	Atas	832		981,748	2	D	25	
			Bawah	1041	522,782	534,500	1472,622	3	D	25
B2	250 x 500	Tumpuan	Atas	693	355,368	363,333	760,265	2	D	22
			Bawah	378		760,265	2	D	22	
		Lapangan	Atas	667		760,265	2	D	22	
			Bawah	545	355,368	363,333	760,265	2	D	22
B3	200 x 400	Tumpuan	Atas	577	220,067	225	850,586	3	D	19
			Bawah	338		567,057	2	D	19	
		Lapangan	Atas	448		567,057	2	D	19	
			Bawah	619	220,067	225	850,586	3	D	19

Nama	Ukuran Balok (b x h)		Daerah	Letak Tulangan	As Perlu mm ²	As min 1	As min 2	As Terpasang mm ²	Dipasang	
TB1	325	x	650	Tumpuan	Atas	396,161	585,419	598,542	2660,929	3 D 19
					Bawah	65,296		1520,531	3 D 19	
				Lapangan	Atas	497,440			1140,398	3 D 19
					Bawah	407,886	585,419	598,542	2280,796	3 D 19

Tabel 8 Rekapitulasi Tulangan Geser Balok

Nama	Ukuran Balok (b x h)		Daerah	Av Perlu	Ø mm	Spasi Max 1 mm	Spasi Max 2 mm	S pakai mm	Dipasang	
B1	300	x	600	Tumpuan	1,664	13	134	150	100	2 D 13 - 100
				Lapangan	1,084	13	267		150	2 D 13 - 150
B2	250	x	500	Tumpuan	1,096	13	109	150	100	2 D 13 - 100
				Lapangan	0,989	13	218		150	2 D 13 - 100
B3	200	x	400	Tumpuan	0,828	13	84	132	50	2 D 13 - 50
				Lapangan	0,629	13	169		150	2 D 13 - 100
TB1	325	x	650	Tumpuan	0,782	13	138	150	100	2 D 10 - 150
				Lapangan	0,341	13	276		200	2 D 10 -

3.8. Perhitungan Penulangan Lentur dan Geser Kolom

Dalam rangkuman perhitungan penulangan lentur kolom pada perencanaan Gedung Klinik Super Skin Semarang yang disajikan pada **Tabel 9** dan **Tabel 10**, telah mematuhi ketentuan dari SNI 2847:2019 pasal 18.7.3.2 mengenai pemeriksaan strong column weak beam. Proses perhitungan As perlu dan As terpasang pada kolom melibatkan pengecekan gaya dalam menggunakan program SP Column dengan referensi pada SNI 2847:2019 pasal 18.7.4.1. Sementara perhitungan Av perlu dan Av terpasang, serta jarak pada zona plastis dan non-plastis tulangan geser kolom, melibatkan pencarian momen probabilitas kolom dengan bantuan program SP Column sesuai dengan ketentuan SNI 2847:2019 pasal 18.7.6.1.

Tabel 9. Rekapitulasi Tulangan Lentur Kolom

Nama	Ukuran Kolom	db mm	Luas	Jumlah	As Terpasang mm ²	Syarat Terpasang >= As	Dipasang perlu
K1	550	25	490,625	24	11781	OK	24 D 25
K2	350	25	490,625	8	3927	OK	8 D 25

Tabel 10. Rekapitulasi Tulangan Geser Kolom

Nama	Ukuran Kolom	Daerah	Av Perlu mm ²	Ø mm	Luas mm ²	S perlu Mm	Spasi Max 1 mm	Spasi Max 2 mm	S pakai mm	Dipasang
K1	550	Zona Plastis	4,356	13	530,929	121,885	137	150	100	4D13- 100
		Luar Zona	0	13	265,465	0	150	150	150	2D13-150
K2	350	Zona Plastis	1,028	13	398,197	387,351	87,5	150	100	3D13-75
		Luar Zona	0,675	13	265,465	393,281	150	150	150	2D13-150

3.9. Perhitungan Penulangan Plat

Tabel 11 menyajikan rangkuman perhitungan penulangan plat pada perencanaan Gedung Klinik Super Skin Semarang yang telah sesuai dengan persyaratan dari SNI 2847:2019. Proses perhitungan plat memanfaatkan nilai Mu yang diperoleh dari output program SAP2000 untuk menghitung dimensi dan jarak tulangan yang dibutuhkan.

Tabel 11 Rekapitulasi Tulangan Plat

Tebal Pelat	Nama Tulangan	Daerah	Mu kNm	Ø mm	Jarak mm	Tebal Efektif Pelat (d)	Ø Mn kNm	Dipasang
120	Tulangan Arah X	Tumpuan	10,772	10	200	85	12,137	Ø10 - 200
		Lapangan	5,731	10	200	85	12,137	Ø10 - 200
	Tulangan Arah Y	Tumpuan	10,772	10	150	85	13,991	Ø10 - 150
		Lapangan	4,674	10	200	85	10,653	Ø10 - 200
140	Tulangan Arah X	Tumpuan	9,266	10	250	100	11,568	Ø10 - 250
		Lapangan	5,428	10	250	100	11,568	Ø10 - 250
	Tulangan Arah Y	Tumpuan	9,112	10	250	100	11,534	Ø10 - 250
		Lapangan	5,428	10	250	100	11,534	Ø10 - 250

3.10. Perhitungan Fondasi

Pondasi dihitung berdasarkan hasil uji sondir tanah di lokasi pekerjaan, yang menghasilkan data qc sebesar 250 kg/cm², tf sebesar 262 kg/cm, dan mencatatkan tanah keras pada kedalaman 8 meter dari permukaan tanah. Analisis struktur menggunakan program SAP2000 mengungkapkan bahwa beban terbesar dari struktur atas yang dialirkan melalui kolom sebesar P = 271,19 ton, sehingga direncanakan diameter bore pile sebesar 50 cm. Berikut adalah perhitungan untuk fondasi.

a) Menghitung *Properties* Tiang

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = 1962,5 \text{ cm}^2$$

$$Vd = A \times L = 1570000 \text{ cm}^2$$

$$K = \pi \times d = 157 \text{ cm}$$

b) Menghitung Daya Dukung *Ultimate*

$$Q_u = \frac{q_c \times A}{3} + \frac{T_f \times K}{5} = 171,768 \text{ ton}$$

c) Menghitung Daya Dukung Netto

$$W = Vd \times \gamma \text{ beban} = 3,768 \text{ ton}$$

$$Q_{\text{netto}} = Q_u - W = 168 \text{ ton}$$

d) Menghitung Kebutuhan Fondasi

$$N = \frac{P}{Q_{\text{netto}}} = 1,614 \text{ buah, dibulatkan menjadi 2 buah bore pile}$$

e) Menghitung Efisiensi Fondasi

$$m = \text{jumlah baris} = 1$$

$$n = \text{jumlah tiang} = 2$$

$$s = 2,5d - 4d = \text{didapat jarak antar tiang } 125\text{-}200 \text{ cm, dipakai } 125 \text{ cm}$$

$$\theta = \arctan \frac{d}{s} = 21,801$$

$$Eff = 1 - \frac{\theta(n'-1)m+(n-1)n'}{90 \times m \times n'} = 0,879$$

f) Menghitung Daya Dukung Izin

$$Q_{\text{ijin}} = n \times Eff \times Q_{\text{netto}} = 295,305 \text{ ton}$$

Kontrol daya dukung *bore pile* sudah sesuai

$$P < Q_{\text{ijin}}$$

$$271,19 < 295,305$$

3.11. Perhitungan Pile Cap

Pada pekerjaan pile cap, direncanakan memiliki dimensi 2250×1000 mm dengan ketebalan 650 mm, selimut beton 75 mm, dan mampu menanggung beban (P) sebesar 271,185 ton dari hasil analisis program SAP2000 yang berasal dari kolom K1 dengan dimensi 550×550 mm. Pile cap dijaga dari bawah oleh 2 buah bore pile (ns) dengan jarak antar tiang (s) 1250 mm, dan jarak bore pile ke tepi pile cap 500 mm. Kualitas beton yang digunakan adalah f_c 30 MPa, sedangkan mutu baja tulangan f_y 420 MPa. Perhitungan pile cap mengikuti pedoman dari SNI 2847:2019 pasal 22.6.5.2, dan rinciannya dapat dilihat sebagai berikut :

Perhitungan tulangan bawah (tarik)

$$\text{Lebar penampang kritis, } B = \text{Lebar } pile\ cap / 2 - \text{lebar kolom} / 2 = 1000 - 275 = 725\text{ mm (29)}$$

$$\text{Berat } pile\ cap\ \text{pada penampang kritis } q' = 2400 \times 0,5 \times 0,65 \times 1 \times 0,00981 = 780,29\text{ kg/m (30)}$$

$$\begin{aligned} \mu &= 2 \times (P_u / n_s \times s) - 1/2 \times q' \times B^2 \\ &= 2 \times 169,491 - 390,145 \times 0,526 \\ &= 479,024\text{ ton} \end{aligned}$$

$$R_n = \mu / (\phi \times b \times d) = 0,774$$

$$\rho_{perlu} = ((0,85 \times 30 / 420) \times (1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,774}{0,85 \times 30}})) = 0,00187$$

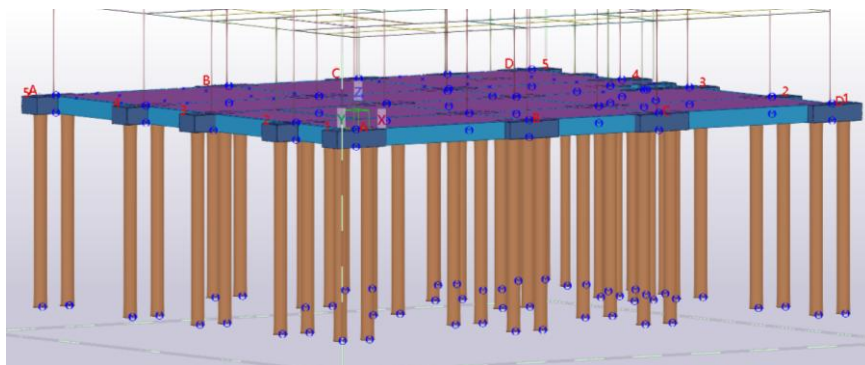
$$A_s\ \text{perlu} = \rho \times b \times d = 0,00187 \times 2250 \times 553 = 2327,460\text{ mm}^2$$

$$A_s\ \text{min} = 0,0018 \times 2250 \times 553 = 2239,65\text{ mm}^2$$

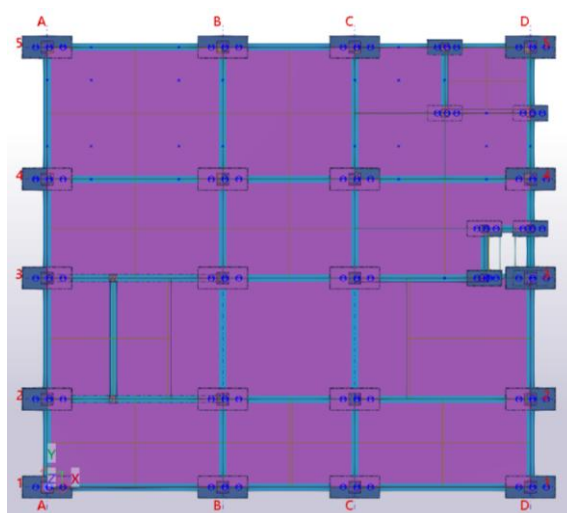
Direncanakan tulangan lentur bawah D22-150 mm arah y dan D22-200 mm arah x. Untuk tulangan susut atas D16-150 mm arah y dan D16-200 arah x.

3.12. Permodelan Bangunan Menggunakan Tekla Structure

Terdapat hasil permodelan struktur bawah pada **Gambar 4** dan **Gambar 5** yang meliputi elemen-elemen seperti bore pile, pile cap, dan tie beam. Proses ini dilakukan menggunakan program *Tekla Structure* yang disesuaikan dengan perhitungan struktur yang ada.

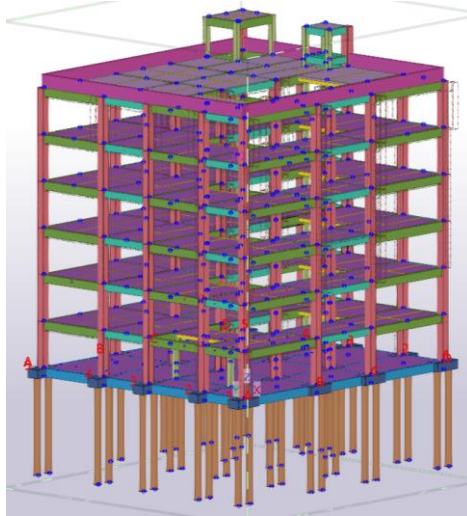


Gambar 4. 3D Struktur Bawah

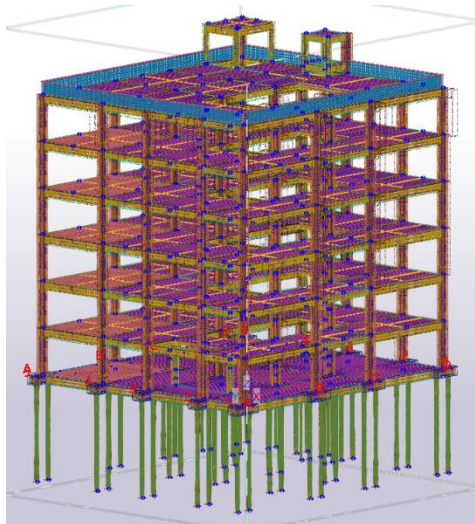


Gambar 5. Denah Struktur Bawah

Hasil permodelan struktur atas, melibatkan elemen-elemen seperti kolom, balok, dan plat, ditampilkan dalam **Gambar 6** dan **Gambar 7**. Proses permodelan ini dilakukan dengan menggunakan program Tekla Structure yang telah disesuaikan dengan perhitungan struktur yang telah dilakukan sebelumnya.



Gambar 6 3D Struktur Atas



Gambar 7 3D Penulangan Struktur Bawah dan Atas

3.13. Hasil *Quantity Take Off* Tekla Structure

Dalam proses permodelan dengan program Tekla Structure, elemen-elemen struktural seperti bore pile, pile cap, tie beam, kolom, balok, dan plat memiliki volume yang terhitung secara otomatis sesuai dengan model yang dibuat. Tahap permodelan dalam program ini memerlukan ketelitian yang tepat sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya. Hasil output dari quantity take off ini berfungsi sebagai alat bantu bagi seorang perencana untuk menentukan kebutuhan volume beton, baja tulangan, serta luas bekisting yang diperlukan.

3.14. Perhitungan RAB

Dalam perencanaan Gedung Klinik Super Skin Semarang, estimasi anggaran biaya disusun menggunakan Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) tahun 2023. Penentuan harga setiap item pekerjaan dilakukan dengan mengalikan volume pekerjaan dengan nilai AHSP. Tabel 12 menyajikan ringkasan estimasi anggaran biaya, terutama terfokus pada pekerjaan struktural, dalam perencanaan Gedung Klinik Super Skin Semarang.

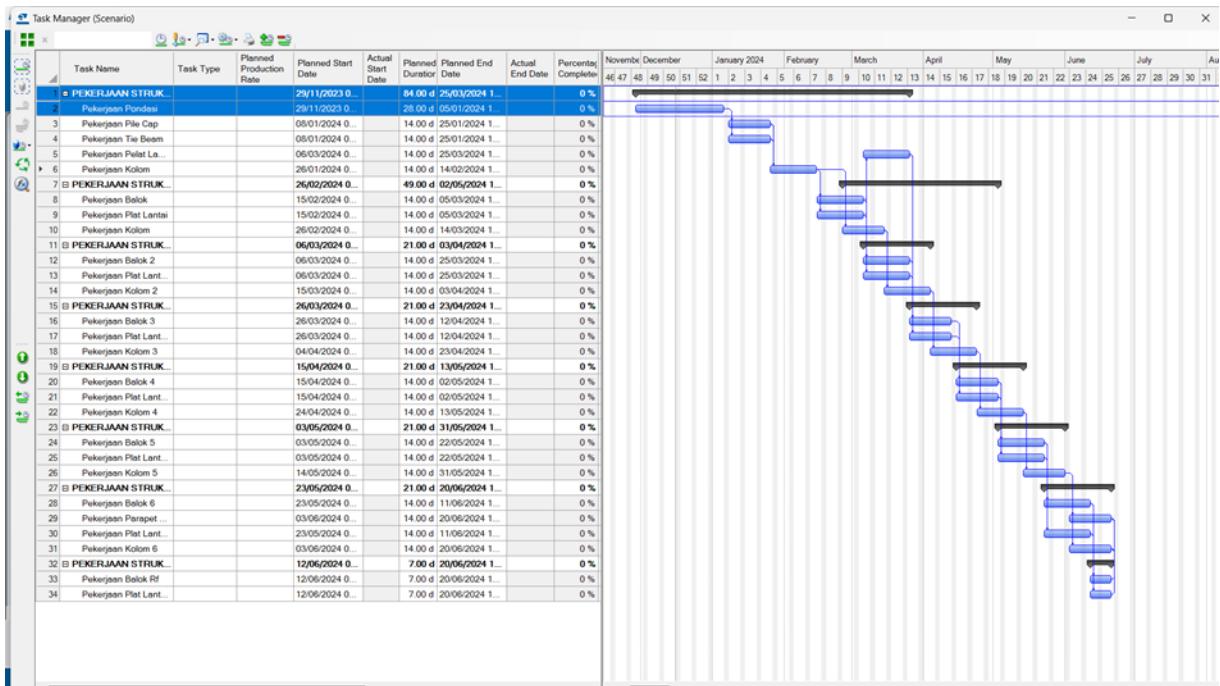
Tabel 12. Rekapitulasi RAB
REKAPITULASI RENCANA ANGGARAN BIAYA

Pekerjaan : Pembangunan Gedung Klinik Superskin Semarang
Lokasi : Kota Semarang
Tahun Anggaran : 2023

NO.	ITEM PEKERJAAN	JUMLAH HARGA (Rp)
I.	PEKERJAAN PERSIAPAN	Rp 98.392.250.39
II.	PEKERJAAN PONDASI BORED PILE	Rp 544.455.876.54
III.	PEKERJAAN TANAH DAN GALIAN	Rp 137.251.274.98
IV.	PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI DASAR	Rp 987.928.187.75
V.	PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 1	Rp 1.273.807.000.84
VI.	PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 2	Rp 1.265.259.829.62
VII.	PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 3	Rp 1.265.259.829.62
VIII.	PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 4	Rp 1.265.259.829.62
IX.	PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 5	Rp 1.265.259.829.62
X.	PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 6	Rp 1.065.434.470.08
XI.	PEKERJAAN STRUKTUR ROOTOP	Rp 121.153.613.21
	JUMLAH I-X	Rp 9.289.461.992.26
	PPN 11%	Rp 1.021.840.819.15
	JUMLAH TOTAL	Rp 10.311.302.811.41
	DIBULATKAN	Rp 10.311.000.000.00
TERBILANG:		
Sepuluh Milyar Tiga Ratus Sebelas Juta Rupiah		

3.15. Penjadwalan Menggunakan Tekla Structure

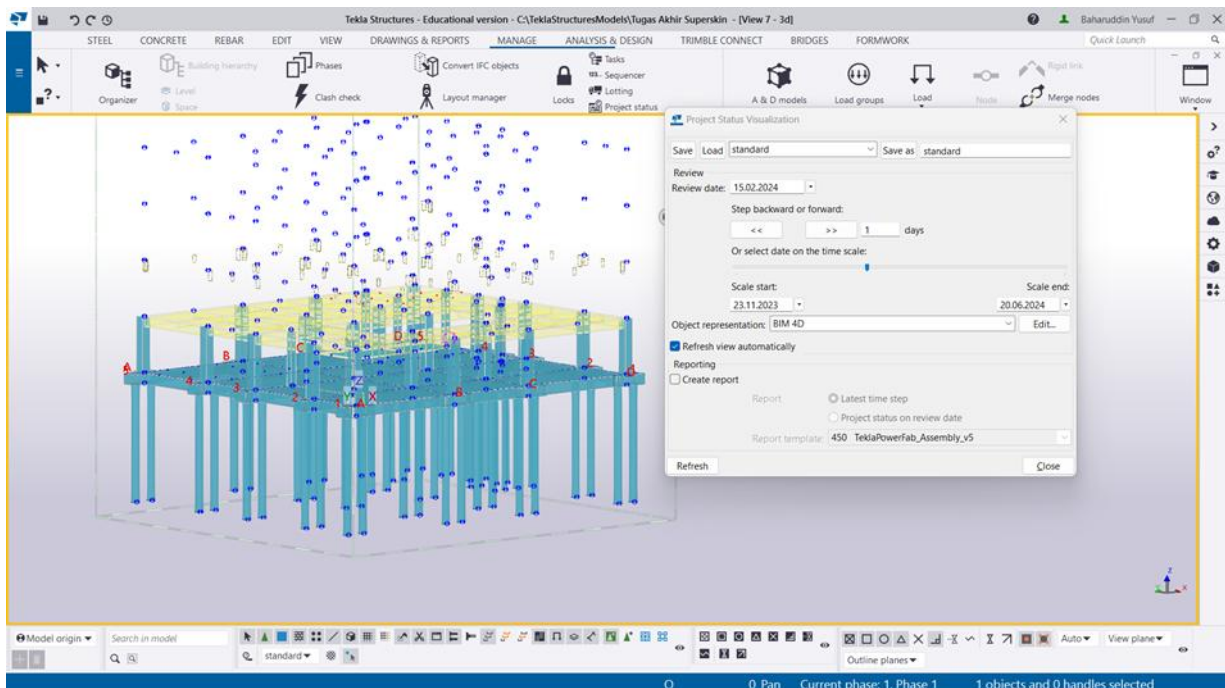
Penjadwalan pekerjaan dilakukan menggunakan aplikasi Tekla Structure, dengan memanfaatkan fitur *task manager* pada aplikasi tersebut. Pada fitur *task manager* penjadwalan dilakukan dengan menambahkan item pekerjaan, durasi pekerjaan, dan *predecessors* (ketergantungan item pekerjaan dengan item pekerjaan yang lain. Namun fitur ini memiliki kelemahan yaitu hanya dapat memasukkan item-item pekerjaan struktur saja, sedangkan item pekerjaan persiapan tidak bisa. Berikut bisa disimak hasil penjadwalan pada **Gambar 8**.



Gambar 8 Hasil Penjadwalan Menggunakan Tekla Structure

3.16. Simulasi Model Bangunan Menggunakan Tekla Structure

Pada Gambar 9 bagian *project* status dapat dilihat simulasi dari penjadwalan pekerjaan. Dengan total durasi penjadwalan pekerjaan struktur adalah 21 minggu atau 5 bulan 1 minggu. Dan apabila ditambah dengan pekerjaan persiapan adalah 26 minggu.



Gambar 9 Simulasi Model Bangunan di Tekla Structure

4. Kesimpulan

Setelah melalui semua proses analisis yang dilakukan dalam penyusunan perencanaan ini, beberapa kesimpulan dapat ditarik sebagai berikut:

- 1) Dalam perencanaan struktur Gedung Klinik Super Skin Semarang terdapat perubahan yaitu Menghilangkan lantai semi *basement*, dimensi penampang struktur yang direncanakan berbeda

dengan *as built draw*. Perbedaan dimensi struktur karena perhitungan ulang disebabkan oleh perencana satu dengan lainnya berbeda dalam menentukan variabel yang akan direncanakan seperti pembebanan, fungsi ruang, material, dll.

- 2) Semua struktur yang telah direncanakan telah melewati proses analisis struktur dengan bantuan program SAP2000 dan memenuhi standar keselamatan yang diharapkan, atau dengan kata lain, dapat dianggap aman.
- 3) Perhitungan RAB perencanaan Gedung Klinik Super Skin Semarang menggunakan volume otomatis atau *quantity take off* yang diambil dari Tekla Structure dan total biaya yang diperlukan sebesar Rp. 10.311.000.000,00
- 4) Penjadwalan untuk konstruksi Gedung Klinik Super Skin Semarang dibuat menggunakan Tekla Structure dan direncanakan akan berlangsung selama periode pengerjaan selama 26 bulan.

Referensi

- Arifin, Z., & Sebayang, S. (2015). *Analisis Struktur Gedung POP Hotel Terhadap Beban Gempa Dengan Metode Pushover Analysis* (Vol. 3, Issue 3).
- Doni, T. A. P. L. (2021). *PERANCANGAN GEDUNG APARTEMEN DI MENTENG*.
- Fansuri, S., Desharyanto, D., Intan, A., & Diana, N. (2021). PERBANDINGAN MODEL STRUKTUR MENGGUNAKAN METODE MATRIKS DENGAN PROGRAM SAP 2000. In *MITSU" Media Informasi Teknik Sipil UNIJA* (Vol. 9, Issue 2).
- Guci, J. M., Safitri, R. A., & Nurjaen, A. (2021). PERENCANAAN BANGUNAN GEDUNG TAHAN GEMPA 11 LANTAI DENGAN SISTEM GANDA. *STRUCTURE TEKNIK SIPIL*, 3(2), 125–129.
- Nofiyanto, A., Agung, D., & Putera, A. (2013). PERENCANAAN STRUKTUR STADION MENGGUNAKAN INTEGRASI TEKLA STRUCTURE DAN SAP2000. In *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil* (Vol. 17, Issue 2).
- Nurul Fadilah, U., Tunafiah, H., & Halimah Tunafiah, I. (2018). *ANALISA DAYA DUKUNG PONDASI BORED PILE BERDASARKAN DATA N-SPT MENURUT RUMUS REESE&WRIGHT DAN PENURUNAN*.
- Olivia Odja, M., Likadja, F. J., Ina, W. T., & Pella, S. I. (n.d.). Penggunaan Microsoft Excel untuk Kemudahan Pengolahan Data Nilai Hasil Belajar Siswa. In *ABDIMAS /Jurnal LPPM UNDANA: Vol. XV* (Issue 2).
- Pratama, A., Januar Oni Bagus, A., Wibowo, H., & Sabdono, P. (2018). *PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG KULIAH FAKULTAS EKONOMI UNNES SEMARANG* (Vol. 7, Issue 1).
- Purnomo, C. C., Hutabarat, L. E., Putri, R., & Gultom, W. (2022). KAJIAN TINGKAT IMPLEMENTASI DAN HAMBATAN PENGGUNAAN BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM). *Oktober*, 3(2), 68–76.
- Rizaludin, Winarto, S., & Ridwan, A. (2020). PERENCANAAN PONDASI TIANG PANGCANG GEDUNG PASCA SARJANA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS KADIRI. In *JURMATEKS* (Vol. 3, Issue 1).
- Tugiono, S. S. (2021). *PERANCANGAN STRUKTUR ATAS GEDUNG STUDENT APARTMENT, YOGYAKARTA PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA YOGYAKARTA JULI 2021*.