

Perencanaan Struktur Gedung Pusat Rehabilitasi Narkotika Kota Langsa

Putri Ramadani¹, Meilandy Purwandito², Haikal Fajri³

^{1, 2, 3}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Samudra

Email: rmdnputri00@gmail.com; meilandy_purwandito@unsam.ac.id; haikal.fajri@unsam.ac.id

ABSTRAK

Gedung Pusat Rehabilitasi Narkotika merupakan fasilitas yang sangat dibutuhkan bagi setiap pecandu narkoba yang membutuhkan rehabilitasi. Untuk keamanan dan kenyamanan pengguna Gedung, maka diperlukan perencanaan elemen struktur untuk dapat menentukan dimensi dan penulangan yang tepat. Perencanaan dilakukan di Kota Langsa, dimana nilai S_{DS} dan S_{D1} adalah 0,79 dan 0,8 sehingga kategori seismik masuk ke kategori E. Adapun beban-beban yang berkerja adalah beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Peraturan-peraturan yang digunakan adalah SNI 2487-2019 tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan, SNI 1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, SNI 1727-2020 tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain, dan SNI 2052-2017 tentang Baja Tulangan Beton. Analisis struktur dan pemodelan struktur menggunakan bantuan program ETABS 2018. Perencanaan ini menggunakan 2 jenis dilatasi dengan Gedung berbentuk L. Hasil dan Analisis desain menunjukkan dimensi kolom rencana adalah 65/65 cm untuk K1, 55/55 cm untuk K2, dan 60/60 untuk K3. Dimensi balok adalah 50/70 cm untuk Balok Induk 1, 45/65 cm untuk Balok Induk 2, 40/60 cm untuk Balok Induk 3, dan 30/45 cm untuk Balok Anak. Dimensi pelat lantai dengan tebal 15 cm dan pelat atap 12 cm.

Kata Kunci: *Respon Spektrum, Beton Bertulang, SRPMK, Perencanaan, Etabs.*

ABSTRACT

The Narcotics Rehabilitation Center Building is a much needed facility for every drug addict who needs rehabilitation. For the safety and comfort of building users structural element planning is required to determine the correct dimensions and reinforcement. The planning was carried out in Langsa City, where the S_{DS} and S_{D1} values were 0,79 and 0,8 so that the seismic category fell into E. The working loads were dead load, live load, and earthquake load. The regulations used are SNI 2487-2019 concerning Structural Concrete Requirements for Buildings and Explanations, SNI 1726-2019 concerning Procedures for Earthquake Resistance Planning for Building and Non Building Structures, SNI 1727-2020 concerning Minimum Design Loads and Related Criteria for Buildings and Other Structures, SNI 2052-2017 concerning Concrete Reinforcing Steel. Structural analysis and structural modeling using the ETABS 2018 program. This plan uses 2 types of dilation with an L shaped building. The results and design analysis show that the column dimensions are 65/65 cm for K1, 55/55 cm for K2, and 60/60 cm for K3. The beam dimensions are 50/70 for Main Beam 1, 45/65 cm for Main Beam 2, 40/60 cm for Main Beam 3, and 30/45 cm for Child Beam. The dimensions of the floor plate are 15 cm thick and the roof plate is 12 cm.

Key words: *Response Spectrum, Reinforced Concrete, SRPMK, Design, ETABS*

Submitted:	Reviewed:	Revised	Published:
05 Desember 2023	11 Januari 2024	18 Feb 2024	01 August 2024

PENDAHULUAN

Kasus penyalahgunaan narkoba di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya tidak terkecuali di Provinsi Aceh. Salah satu Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi kasus penyalahgunaan narkoba adalah dengan memulihkan ketergantungan terhadap narkoba melalui tahap rehabilitasi. Provinsi Aceh sudah memiliki beberapa Gedung Rehabilitasi di setiap daerah nya. Namun dengan meningkatnya kasus narkoba setiap tahun nya, maka dibutuhkan penambahan gedung rehabilitasi lainnya yang direncanakan di Kota Langsa. Gedung Pusat Rehabilitasi ini merupakan bangunan dengan

bentuk L, berjumlah 3 lantai yang direncanakan pada area dengan jenis tanah lunak. (Ihsani & Priandi, 2017)

Menurut BMKG, Aceh merupakan salah satu dari 10 daerah di Indonesia yang berada dalam Kawasan rawan gempa dan salah satu dari 4 daerah yang memiliki zona sesar aktif yang patut diwaspadai. Langsa yang merupakan bagian dari wilayah Provinsi Aceh memiliki potensi yang sama. Karena itu dibutuhkan perencanaan yang tepat dengan mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI), yang nantinya mampu menerima beban yang akan diterima. (Adha, 2022)

Perencanaan struktur gedung meliputi perencanaan dimensi struktur balok, kolom, pelat lantai, dan pelat tangga serta perencanaan dimensi penulangannya. Metode analisis yang digunakan ialah analisis statis ekuivalen dan analisis dinamis respon spektrum.

METODE PENELITIAN

Ada dua jenis data yang dibutuhkan dalam perencanaan ini yang pertama adalah data primer berupa Respon Spektrum yang diperoleh dari puskim desain spektra Indonesia dan data sekunder berupa gambar *shop drawing* yang diperoleh dari peneliti sebelumnya yang sudah mendesain aspek arsitektural dan data dari Standar Nasional Indonesia (SNI). Lokasi perencanaan untuk bangunan berada di kota Langsa, Aceh.

Data Bangunan

Fungsi Gedung : Gedung Rehabilitasi Narkotika

Jumlah Lantai : 3 Lantai

Panjang Bentang : 90,6 (arah x) dan 71.1 (arah y)

Struktur Bangunan : Beton Bertulang

Mutu Beton : K-300 ($f_c' = 24,90$ MPa)

Mutu Baja Tulangan :

Tulangan Pokok BJT 420B ($f_y = 420$ MPa) ($f_u = 525$ MPa)

Tulangan Geser BJT 280 ($f_{yt} = 280$ MPa) ($f_u = 350$ MPa)

Data Beban

Data beban yang direncanakan terdiri beban mati (berat dan berat tambahan), beban hidup yang diambil sebesar luasan per (m^2) yang ditinjau berdasarkan fungsi bangunan yang akan direncanakan, diambil berdasarkan SNI 1727-2020, beban gempa dengan memperhitungkan hal-hal dasar yang mengacu pada SNI 1726-2019. (Rifandi & Djati, 2020)

Pemodelan Struktur

Selanjutnya Bangunan dimodelkan dalam *software ETABS* berdasarkan data-data bangunan, sehingga dapat sama dengan kondisi di lapangan dan digunakan sebagai bantuan dalam mengetahui gaya-gaya dalam yang terjadi atau Analisa struktur.

Analisa Struktur

Analisa struktur dilakukan setelah semua pembebanan dimasukkan dan akan diperoleh output berupa gaya-gaya dalam yang terjadi, dan kemudian digunakan untuk perhitungan gaya-gaya dalam untuk perencanaan dimensi struktur dan tulangan beton bertulang. (Liando et al., 2020)

Kontrol Keamanan Struktur

Hasil analisa stuktur yang diperoleh dari *software ETABS* harus dikontrol terhadap suatu batasan-batasan tertentu yaitu kontrol partisipasi massa, simpangan antar tingkat, periode fundamental,

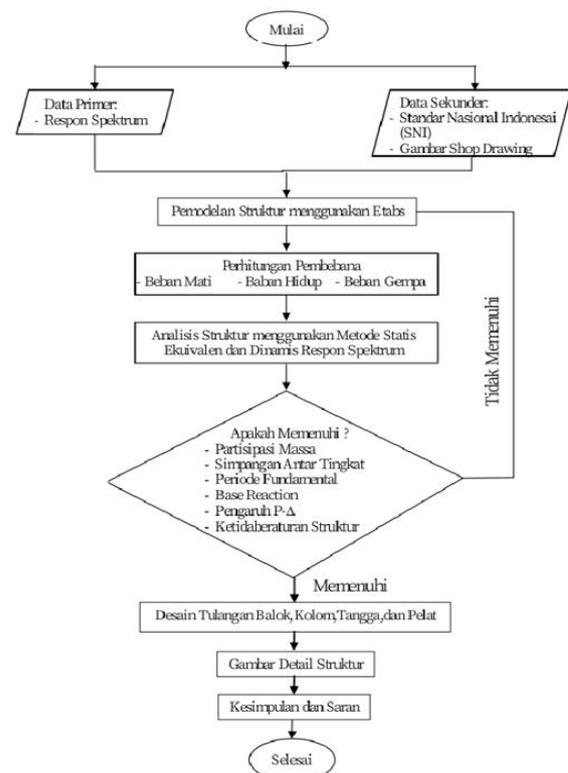
base reaction, pengaruh P- Δ dan ketidakberaturan struktur.

Desain Penulangan Elemen Struktur

Perhitungan penulangan struktur mengacu pada pedoman perencanaan dengan memperhatikan persyaratan-persyaratan penulangan pada balok, kolom, pelat dan pelat tangga menggunakan data-data analisis struktur dari output *software ETABS*. Untuk desain tulangan dikerjakan dengan cara perhitungan manual dengan menggunakan bantuan *Microsoft Excel* mengikuti persyaratan yang berlaku.

Gambar Rencana Struktur

Penggambaran direncanakan setelah semua tahap perencanaan gedung selesai. Digambar secara manual dengan bantuan *software Autocad*.

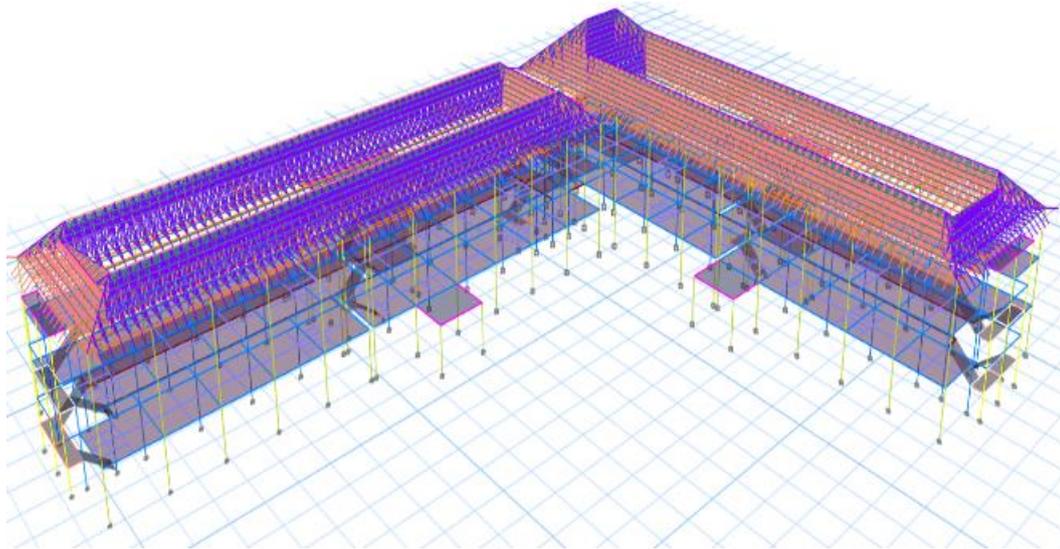


Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan Struktur 3D

Berdasarkan Langkah Perencanaan menggunakan *Software ETABS*, bangunan dimodelkan hingga menyerupai geometri bangunan asli, dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 2. Hasil Pemodelan Struktur
 (sumber: Ouput Etabs, 2023)

Pembebanan

Berat sendiri elemen struktur (*Dead Load*)

Beban Mati Tambahan

Balok = 7,48 kN/m²
 Pelat Lantai = 1,51 kN/m²
 Pelat Atap = 0,71 kN/m²

Beban Hidup

Ruang Pasien = 1,92 kN/m²
 Koridor di atas lantai pertama = 3,83 kN/m²
 Tangga dan Jalan keluar = 4,79 kN/m²
 Atap Datar = 0,96 kN/m²

Beban Gempa

Direncanakan menggunakan Analisis Ekuivalen dan Analisis Dinamik, dengan ragam respon spektrum, dimana hal-hal dasar telah dihitung berdasarkan ketetapan SNI 1726-2019.

Kombinasi Pembebanan

Beban-beban tersebut di atas dikombinasikan sesuai dengan SNI 1726-2019 diinputkan ke model perencanaan tersebut.

Kontrol Keamanan

Kontrol Partisipasi Massa

Berdasarkan SNI 1726-2019 hasil analisis harus dilakukan untuk menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar paling sedikit 90% dari total massa total struktur dari respons yang ditinjau oleh model, dimana hasil analisis yang diperoleh diperlihatkan pada tabel 1. (Badan Standardisasi Nasional, 2019)

Dari tabel 1, dapat diketahui partisipasi massa sudah memenuhi ketentuan yaitu melebihi 90%, dimana untuk arah x pada modal ke-9 dan untuk arah y pada mode ke-10 sudah memenuhi ketentuan persyaratan.

Tabel 1. Kontrol Partisipasi Massa Struktur

Case	Mode	Periode (detik)	SumUX	SumUY
Modal	1	0.561	10%	25%
Modal	2	0.515	80%	37%
Modal	3	0.469	83%	84%
Modal	4	0.172	95%	84%
Modal	5	0.169	95%	93%
Modal	6	0.159	95%	95%
Modal	7	0.136	96%	95%
Modal	8	0.127	96%	96%
Modal	9	0.117	97%	97%
Modal	10	0.088	99%	97%
Modal	11	0.087	99%	99%
Modal	12	0.045	99%	99%

(sumber: Output Etabs, 2023)

Kontrol Simpangan Antar Tingkat

Simpangan antar lantai tingkat desain (Δ) tidak boleh melebihi simpangan antar lantai tingkat ijin yang diambil sebesar (Δ_a) = 0,015 h_{sx} . Sehingga parameter yang dibutuhkan dalam perhitungan sebagai berikut:

- Pembesaran Defleksi (C_d) = 5,5
- Faktor Keutamaan (I_e) = 1,25

Hasil kontrol dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3 di bawah. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai Δ_i tidak melebihi Δ_{ijin} , maka struktur gedung aman terhadap simpangan antar tingkat dan memenuhi persyaratan.

Tabel 2. Kontrol Simpangan Antar Tingkat Arah X

Story	hsx	h	δ_e	Δ	Δ_i	Δ_{ijin}	Ket
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
Lantai Atap	11500	3500	16.981	74.7164	23.3772	52.50	Oke
Lantai 3	8000	4000	11.668	51.3392	29.5416	60.00	Oke
Lantai 2	4000	4000	4.954	21.7976	21.7976	60.00	Oke

(sumber: Hasil perhitungan Excel, 2023)

Tabel 3. Kontrol Simpangan Antar Tingkat Arah Y

Story	hsx	h	δ_e	Δ	Δ_i	Δ_{ijin}	Ket
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
Lantai Atap	11500	3500	18.734	82.4296	25.2164	52.50	Oke
Lantai 3	8000	4000	13.003	57.2132	33.1936	60.00	Oke
Lantai 2	4000	4000	5.459	24.0196	24.0196	60.00	Oke

(sumber: Hasil perhitungan Excel, 2023)

Kontrol Periode Fundamental

Periode fundamental struktur (T) tidak boleh melebihi hasil koefisien untuk Batasan atas pada periode yang dihitung (C_u) dan periode fundamental pendekatan (T_a) sebagai alternatif analisis untuk menentukan periode fundamental struktur (T), diijinkan secara langsung menggunakan periode bangunan pendekatan, T_a yang ditentukan dengan dari:

$$T_a = C_t h_n^x \quad \dots (1)$$

$$T_{max} = C_u T_a \quad \dots (2)$$

Dari hasil kontrol dalam tabel 4, diperoleh hasil periode fundamental struktur tidak melebihi T_{maks} baik arah

x maupun arah y, sehingga memenuhi persyaratan.

Tabel 4. Hasil Kontrol Periode Fundamental Struktur

Arah	Periode Fundamental			T	Cek
	T_a	T_c	T_{maks}		
x	0,436	0,515	0,611	0,515	Ok
y	0,436	0,469	0,611	0,469	Ok

(sumber: Data Penelitian, 2023)

Kontrol Base Reaction

Untuk menentukan nilai V diperlukan data output analisis dari Etabs yaitu W atau berat Gedung yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Analisis Output Etabs Berat Sendiri Gedung

Story	Berat (Wl) Kg	Tinggi (hi) m	Wi. hi	Vx=Vy	Fx (Kg)
Lt. Atap	481.902,39	11,5	5.644.326,84	462.932,137	37.329,019
Lt.3	3.973.337,99	8	32.286.329,27	462.932,137	213.527,148
Lt.2	4.162.978,23	4	16.825.949,5	462.932,137	111.279,203
Total	9.849.619,94		69.811.396,37		461.700,934

(sumber: Hasil perhitungan Excel, 2023)

$$\begin{aligned} \text{Maka nilai } V_x &= C_s \times W_{total} \\ &= 0,047 \times 9.849.619,94 \\ &= 462.932,137 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka nilai } V_y &= C_s \times W_{total} \\ &= 0,047 \times 9.849.619,94 \\ &= 462.932,137 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dalam Analisis Respon Spektrum perlu diketahui bahwa gaya geser (*base share*) dari hasil analisis tersebut setidaknya adalah sebesar 100% dari hasil analisis respon dinamik dari ragam pertama. Pada analisis Etabs didapat nilai gaya geser (*base shear*). Dari Tabel 6 diperoleh bahwa analisis struktur memenuhi syarat SNI 1726-2019. Dimana nilai $V_{dinamik}$ lebih besar dari pada 85% V_{statik} .

Tabel 6. Gaya Geser Akibat Beban Gempa

Arah Gaya	X	Y
Vstatik	4.529,286	4.529,286
Vstatik 85%	3.849,893	3.849,893
Vdinamik	9.856,469	8.392,147
$V_{D \geq V_S} 85\%$	OK	OK
Skala Faktor	1.532,813	1.532,813

(sumber: Hasil perhitungan Excel, 2023)

Kontrol Pengaruh P- Δ

Pengaruh P- Δ pada geser dan momen tingkat, pengaruh ini tidak disyaratkan untuk diperhitungkan apabila koefisien stabilitas (θ) sama dengan atau kurang dari 0,10.

Tabel 7. Hasil Kontrol P- Δ Arah x

Story	Lantai 3	Lantai 2
H (mm)	4000	4000
P (KN)	34743.887	57058.638
VX (KN)	-5371.943	-6896.531
Ux (mm)	9.128	4.035
Δx (mm)	22.4092	17.754
Θ_x (0,01)	0.0065	0.0066
Θ_{max} (0,091)		
Cek	No p-delta	No p-delta

(sumber: Data Penelitian, 2023)

Tabel 8. Hasil Kontrol P- Δ Arah y

Story	Lantai 3	Lantai 2
H (mm)	4000	4000
P (KN)	34743.887	57058.638
VX (KN)	-5371.943	-6896.531
Ux (mm)	9.128	4.035
Δx (mm)	22.4092	17.754
Θ_x (0,01)	0.0065	0.0066
Θ_{max} (0,091)		
Cek	No p-delta	No p-delta

(sumber: Data Penelitian, 2023)

Berdasarkan hasil kontrol pengaruh P- Δ terhadap arah x dan arah y, nilai koefisien stabilitas (θ) terbesar arah x sebesar 0,0066 dan arah y sebesar 0,0093, dimana kedua nilai koefisien yang diperoleh dari hasil perhitungan kurang dari 0,10 dan θ_{maks} maka pengaruh P- Δ tidak disyaratkan untuk diperhitungkan.

Kontrol Ketidakberaturan Struktur Vertikal

Ketidakteraturan Kekakuan Tingkat Lunak, didefinisikan ada jika terdapat suatu tingkat di mana kekakuan lateralnya kurang dari 70% kekakuan lateral tingkat di atasnya atau kurang dari 80% kekakuan rata-rata tiga tingkat di atasnya. Dari hasil perhitungan didapat kan nilai kekakuan pada arah x sebesar 160% > 70% dan arah y sebesar 173% > 70 persen, maka dapat dikatakan struktur Gedung tidak mengalami ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak. (Laily et al., 2019)

Ketidakteraturan Kekakuan Tingkat Lunak berlebihan,

didefinisikan ada jika terdapat suatu tingkat di mana kekakuan lateralnya kurang dari 60% kekakuan lateral tingkat di atasnya atau kurang dari 70% kekakuan rata-rata tiga tingkat di atasnya. Dari hasil perhitungan didapat kan nilai kekakuan pada arah x sebesar 160% > 60% dan arah y sebesar 173% > 60 persen, maka dapat dikatakan struktur gedung tidak mengalami ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak berlebihan.

Ketidakteraturan Berat (Massa)

didefinisikan ada jika massa efektif semua tingkat lebih dari 150% massa efektif tingkat di dekatnya. Atap yang lebih ringan dari lantai di bawahnya tidak perlu ditinjau. Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa nilai massa pada lantai 2 tidak melebihi 150% tingkat didekatnya dengan hasil sebesar 105% dan lantai 3 sebesar 95% maka struktur gedung tidak mengalami ketidakberaturan berat (massa).

Ketidakteraturan Geometri Vertikal

didefinisikan ada jika dimensi horizontal system penahan gaya gempa di semua tingkat lebih dari 130 persen dimensi horizontal system penahan gaya gempa tingkat di dekatnya. Di karenakan Gedung tidak menggunakan dinding geser dan tidak ada kolom yang berbeda ukuran pada tiap lantainya maka struktur tidak perlu memperhitungkan ketidakberaturan 3.

Diskontinuitas Arah Bidang dalam Ketidakteraturan Elemen Penahan Gaya Lateral Vertikal

didefinisikan ada jika pegeseran arah bidang elemen penahan gaya lateral lebih besar dari panjang elemen itu atau terdapat reduksi kekakuan elemen penahan di tingkat di bawahnya. Di karenaka Gedung tidak menggunakan dinding geser dan tidak ada kolom yang tidak menerus dari bawah ke atas maka struktur tidak perlu memperhitungkan ketidakberaturan 4.

Diskontinuitas dalam Ketidakteraturan Kuat Lateral

Diskontinuitas dalam Ketidakteraturan Kuat Lateral Tingkat

didefinisikan ada jika kuat lateral tingkat kurang dari 80 persen kuat lateral tingkat di atasnya. Kuat lateral tingkat adalah kuat lateral total semua elemen penahan seismik yang berbagi geser tingkat untuk arah yang ditinjau. (Pontororing et al., 2023)

Tabel 9. Hasil Kontrol Ketidakteraturan Struktur Diskontinuitas dalam Ketidakteraturan Kuat Lateral Tingkat

Story	Arah X		Arah Y	
	Kekuatan	Cek	Kekuatan	Cek
	KN		KN	
Lt. Atap	2.461,650	-	2.496,304	-
Lt.3	5.371,943	Ok	5.407,478	Ok
Lt.2	6.896,531	Ok	6.896,531	Ok

(sumber: Data Penelitian, 2023)

Dari hasil yang diperoleh pada tabulasi dapat dilihat pada tabel 9, hasil menunjukkan nilai kekuatan lateral pada lantai 2 dan lantai 3 tidak kurang dari 80% kuat lateral tingkat di atasnya.

Maka struktur tidak mengalami ketidakberaturan struktur 5.a.

Diskontinuitas dalam Ketidakberaturan Kuat Lateral Tingkat yang berlebihan

Jika kuat lateral tingkat kurang dari 65 persen kuat lateral tingkat di atasnya. Kuat tingkat adalah kuat total semua elemen penahan seismik yang berbagi geser tingkat untuk arah yang ditinjau.

Tabel 10. Hasil Kontrol Ketidakberaturan Struktur Diskontinuitas dalam Ketidakberaturan Kuat Lateral Tingkat yang berlebihan

Story	Arah X		Arah Y	
	Kekuatan KN	Cek	Kekuatan KN	Cek
Lt.Atap	2.461,650	-	2.496,304	-
Lt.3	5.371,943	Ok	5.407,478	Ok
Lt.2	6.896,531	Ok	6.896,531	Ok

(sumber: Data Penelitian, 2023)

Dari hasil yang diperoleh pada perhitungan excel dapat dilihat pada tabel 10, hasil menunjukkan nilai kekuatan lateral pada lantai 2 dan lantai 3 tidak kurang dari 65% kuat lateral tingkat di atasnya. Maka struktur tidak mengalami ketidakberaturan struktur 5b.

Ketidakberaturan Struktur Horizontal

Ketidakberaturan Torsi

didefinisikan ada jika simpangan antar lantai tingkat maksimum, torsi yang dihitung termasuk tak terduga, di sebuah ujung struktur melintang terhadap sumbu lebih dari 1,2 kali simpangan antar lantai tingkat rata-rata di kedua ujung struktur. Persyaratan ketidakberaturan torsi dalam pasal-pasal referensi berlaku hanya untuk struktur di mana diafragmanya kaku atau setengah kaku.

Tabel 11. Hasil Kontrol Ketidakberaturan Struktur horizontal 1.a arah x

Story	Lantai 3	Lantai 2	
Dx	90,6	90,6	
Drifts	Max Drift	0,001309	0,001042
	Avg.Drift	0,001273	0,001014
Ratio	1,028	1,028	
Check	Regular	Regular	

(sumber: Output Etabs, 2023)

Tabel 12. Hasil Kontrol Ketidakberaturan Struktur horizontal 1.a arah y

Story	Lantai 3	Lantai 2	
Dx	20	20	
Drifts	Max Drift	0,002034	0,001453
	Avg.Drift	0,001824	0,001329
Ratio	1,115	1,093	
Check	Regular	Regular	

(sumber: Output Etabs, 2023)

Dari tabel 11 dan 12 diperoleh hasil bahwa nilai rasio tidak melebihi 1,2 kali simpangan antar lantai tingkat rata-rata di kedua ujung struktur.

Ketidakberaturan Torsi berlebihan

didefinisikan ada jika simpangan antar lantai tingkat maksimum, torsi yang dihitung termasuk tak terduga, di sebuah ujung struktur melintang terhadap sumbu lebih dari 1,4 kali simpangan antar lantai tingkat rata-rata di kedua ujung struktur. Persyaratan ketidakberaturan torsi berlebihan dalam pasal-pasal referensi berlaku hanya untuk struktur di mana diafragmanya kaku atau setengah kaku.

Tabel 13. Hasil Kontrol Ketidakberaturan Struktur horizontal 1.b arah x

Story	Lantai 3	Lantai 2	
Dx	90,6	90,6	
Drifts	Max Drift	0,001309	0,001042
	Avg.Drift	0,001273	0,001014
Ratio	1,028	1,028	
Check	Regular	Regular	

(sumber: Output Etabs, 2023)

Tabel 14. Hasil Kontrol Ketidakberaturan Struktur horizontal 1.b arah y

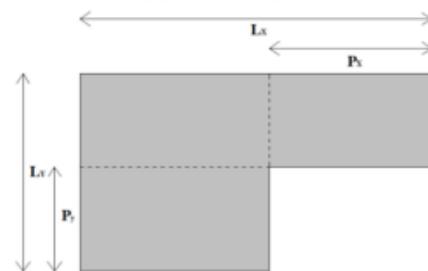
Story	Lantai 3	Lantai 2	
Dx	20	20	
Drifts	Max Drift	0,002034	0,001453
	Avg.Drift	0,001824	0,001329
Ratio	1,115	1,093	
Check	Regular	Regular	

(sumber: Output Etabs, 2023)

Dari tabel 13 dan 14 diperoleh hasil bahwa nilai rasio tidak melebihi 1,4 kali simpangan antar lantai tingkat rata-rata di kedua ujung struktur.

Ketidakberaturan Sudut Dalam

didefinisikan ada jika kedua proyeksi denah struktur dari sudut dalam lebih besar dari 15% dimensi denah struktur dalam arah yang ditentukan. (Pinanggih & Yogaswara, 2023)



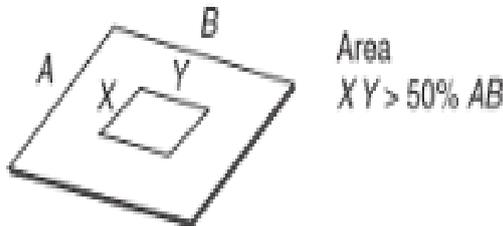
Gambar 3. Kontrol Ketidakberaturan Sudut Dalam (sumber: SNI 1726-2019)

$$Px/Lx > 15 \% \quad \dots (3)$$

$$Py/Ly > 15 \% \quad \dots (4)$$

Dikarenakan perhitungan untuk kontrol, Gedung di bagi menjadi 2 bagian jadi gedung tidak lagi berbentuk L seperti gambar di atas, maka ketidakberaturan sudut dalam tidak perlu dihitung. (Durachman et al., 2022; Komarudin & Khoeri, 2018)

Ketidakteraturan Diskontinuitas Diafragma didefinisikan ada jika terdapat diafragma dengan diskontinuitas atau variasi kekakuan mendadak, termasuk yang mempunyai daerah terpotong atau terbuka lebih besar dari 50% daerah diafragma bruto yang melingkupinya, atau perubahan kekakuan diafragma efektif lebih dari 50% dari suatu tingkat ke tingkat selanjutnya.



Gambar 4. Kontrol Ketidakteraturan Diskontinuitas Diafragma (sumber: SNI 1726-2019)

Tabel 15. Hasil Kontrol Ketidakteraturan Struktur Horizontal 3

Gedung A	XY 1	XY 2
X	16,5	31,6
Y	4	4
A	91,6	91,6
B	20	20
XY	66	126,4
50% AB	916	916
Check	Regular	Regular

(sumber: Hasil perhitungan Excel, 2023)

Dari tabel 15 diperoleh hasil bahwa nilai XY tidak lebih besar dari 50% AB, maka struktur gedung tidak mengalami ketidakteraturan struktur horizontal 3.

Ketidakteraturan Pergeseran Melintang Terhadap Bidang didefinisikan ada jika terdapat diskontinuitas dalam lintasan tahanan gaya lateral, seperti pergeseran melintang terhadap bidang elemen vertikal. Biasa terdapat pada bangunan yang menggunakan dinding geser dan terdapat kolom yang tidak menerus. Dikarenakan Gedung ini tidak terdapat kolom yang tidak menerus dan dinding geser maka Gedung tidak mengalami ketidakteraturan horizontal 4.

Ketidakteraturan Sistem Non Paralel

didefinisikan ada jika elemen penahan gaya lateral vertikal tidak paralel atau simetris terhadap sumbu-sumbu ortogonal utama sistem penahan gaya gempa. Terdapat jika bangunan memiliki letak kolom yang tidak tegak lurus arah x dan y. Dikarenakan Gedung tidak memiliki kolom yang tidak tegak lurus maka Gedung tidak mengalami ketidakteraturan horizontal 5.

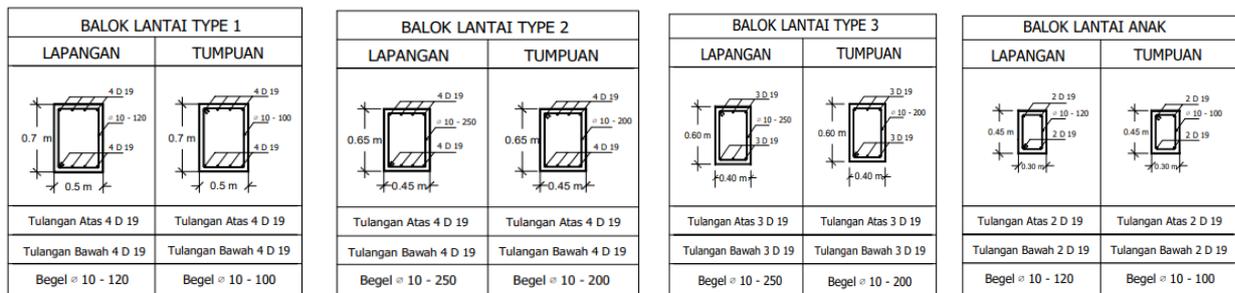
Perencanaan Tulangan Balok

Perencanaan tulangan balok meliputi penulangan lentur, dan penulangan geser pada balok yang dapat dilihat pada Tabel 16 di bawah ini.

Tabel 16. Rekapitulasi Penulangan Balok

Balok	Dimensi Balok	Tulangan Lapangan		Tulangan Tumpuan		Tulangan Geser	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah	Lapangan	Tumpuan
Balok Induk (BI.1)	50/70 cm	4 D 19	4D19	4D19	4 D 19	Ø10 – 120	Ø10 – 100
Balok Induk (BI.2)	45/65 cm	4 D 19	4D19	4D19	4 D 19	Ø10 – 250	Ø10 – 200
Balok Induk (BI.3)	40/60 cm	3 D 19	3D19	3D19	3 D 19	Ø10 – 250	Ø10 – 200
Balok Anak (BA)	30/45cm	2 D 19	2D19	2D19	2 D 19	Ø10 – 120	Ø10 – 100

(sumber: Hasil perhitungan Excel, 2023)



Gambar 5. Detail Penulangan Balok Induk I, Balok Induk II, Balok Induk III, dan Balok Anak (sumber: Hasil penggambaran pada AutoCad, 2023)

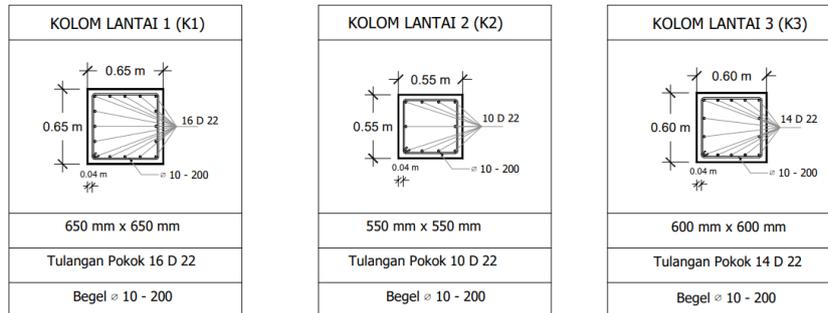
Perencanaan Tulangan Kolom

Perencanaan tulangan kolom meliputi penulangan longitudinal dan penulangan geser pada kolom yang dapat dilihat pada Tabel 17 di bawah ini:

Tabel 17. Rekapitulasi Penulangan Kolom

Kolom	Dimensi Kolom	Tulangan Longitudinal	Tulangan Geser
K1	65/65 cm	16 D 22	ø 10 – 200
K2	55/55 cm	10 D 22	ø 10 – 200
K3	60/60 cm	14 D 22	ø 10 – 200

(sumber: Hasil perhitungan Excel, 2023)



Gambar 6. Detail Penulangan Kolom I, Kolom II, Kolom III
(sumber: Hasil penggambaran pada AutoCad, 2023)

Perencanaan Tulangan Tangga

Dimensi anak tangga:

- Optride : 20 cm
- Antrade : 30 cm
- Tinggi Lantai : 4 m
- Jumlah anak tangga : 20
- Hasil perhitungan Tulangan Tumpuan
- Tulangan Pokok : ø 10 – 120
- Tulangan Bagi : ø 10 – 200
- Hasil perhitungan Tulangan Lapangan
- Tulangan Pokok : ø 10 – 120

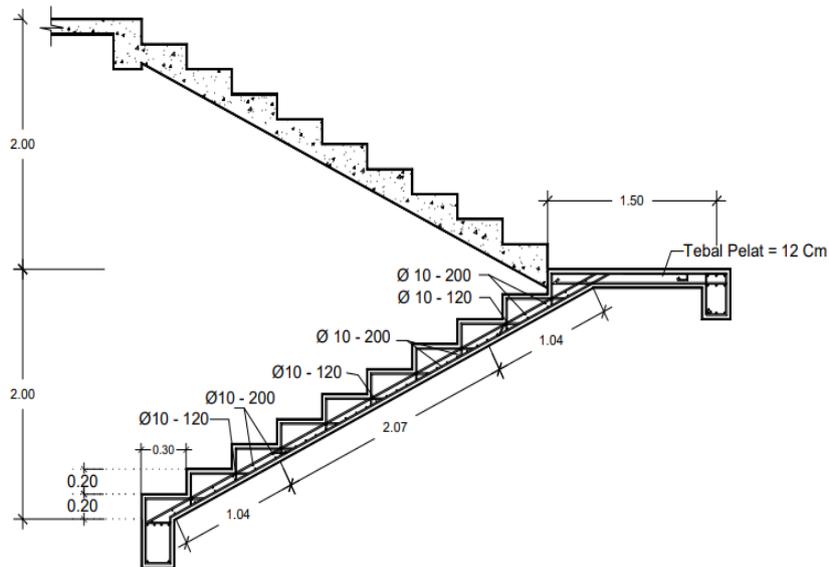
Tulangan Bagi : ø 10 – 200

Perencanaan Tulangan Pelat

Perencanaan tulangan pelat lantai dan pelat atap.

- Pelat lantai : $I_x = 3\text{ m}$
 $I_y = 3\text{ m}$
 $h = 0,15\text{ m}$
- Pelat atap : $I_x = 4\text{ m}$
 $I_y = 3\text{ m}$
 $h = 0,12\text{ m}$

Berikut merupakan rekapitulasi penulangan pelat lantai dan atap, dapat dilihat pada Tabel 18 di bawah ini:

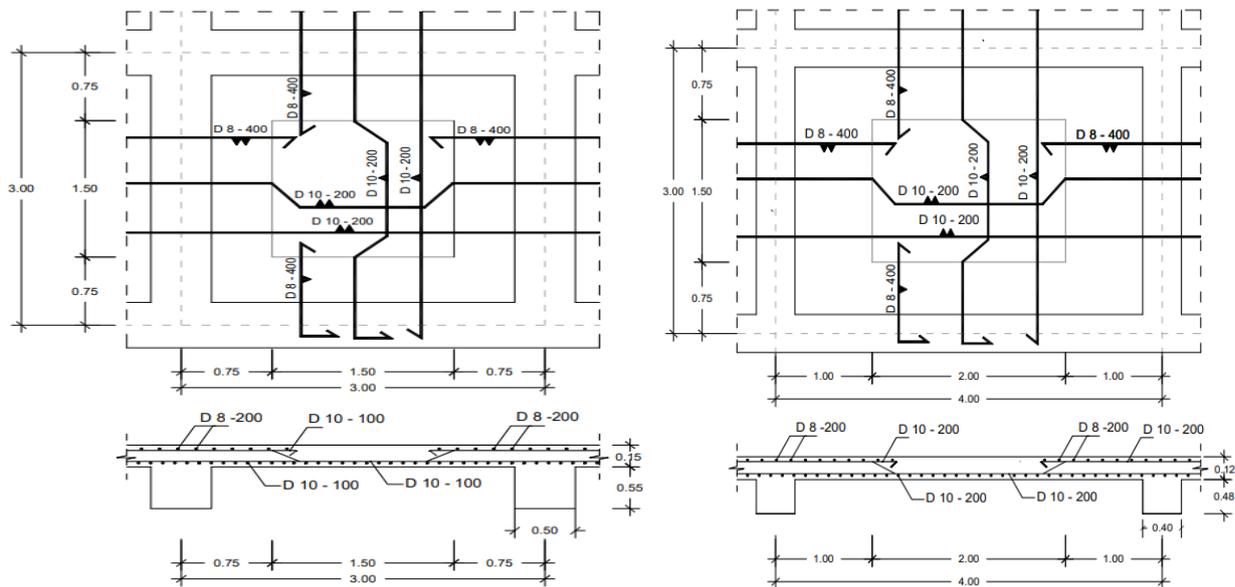


Gambar 7. Detail Penulangan Tangga
(sumber: Hasil penggambaran pada AutoCad, 2023)

Tabel 18. Rekapitulasi Penulangan Pelat

Tipe Pelat	Tebal Pelat	Momen	Momen Perlu (KN.m)	Tulangan Pokok	Tulangan Geser
Pelat Lantai	15 cm	Mlx	13,2549	D 10 - 100	D 8 - 200
		Mtx	32,8217	D 10 - 100	D 8 - 200
		Mly	13,2549	D 10 - 100	D 8 - 200
		Mty	32,8217	D 10 - 100	D 8 - 200
Pelat Atap	12 cm	Mlx	10,3575	D 10 - 100	D 8 - 200
		Mtx	23,0540	D 10 - 100	D 8 - 200
		Mly	6,3482	D 10 - 100	D 8 - 200
		Mty	19,0446	D 10 - 100	D 8 - 200

(sumber: Hasil perhitungan Excel, 2023)



Gambar 8. Detail Penulangan Pelat Lantai dan Pelat Atap
 (sumber: Hasil penggambaran pada AutoCad, 2023)

KESIMPULAN

1. Dimensi yang dihasilkan pada perencanaan ini terdapat 4 jenis balok dan 3 jenis kolom dengan ukuran berbeda-beda. Balok Induk I dengan dimensi 50/70 cm, balok induk II dengan dimensi 45/65 cm, balok induk III dengan dimensi 40/60 cm, dan balok anak dengan dimensi 30/45 cm. Kolom I dengan dimensi 65/65 cm, kolom II dengan dimensi 55/55 cm, dan kolom III dengan dimensi 60/60 cm. Pelat Lantai digunakan tebal 15 cm, dan Pelat atap digunakan tebal 12 cm.
2. Hasil dari perhitungan kontrol keamanan didapatkan hasil bahwa struktur Gedung aman terhadap kontrol partisipasi Massa yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1. Aman terhadap kontrol simpangan antar tingkat yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3. Aman terhadap Kontrol Periode Fundamental yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4. Aman terhadap kontrol Base Reaction yang hasilnya dapat dilihat pada

Tabel 5 dan Tabel 6. Aman terhadap Pengaruh $P-\Delta$ dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 7. Dan aman terhadap ketidakberaturan struktur, baik horizontal maupun vertikal.

3. Hasil dari perhitungan dimensi struktur tulangan balok Induk (BI.1) adalah 50/70 cm dengan Tulangan Longitudinal Lapangan yaitu 4 D 19 sedangkan untuk Tulangan longitudinal tumpuan adalah 4 D 19 dengan jarak begel pada tulangan Lapangan $\varnothing 10 - 120$, dan pada tulangan tumpuan $\varnothing 10 - 100$. Perhitungan dimensi struktur balok Induk (BI.2) adalah 45/65 cm dengan Tulangan Longitudinal Lapangan yaitu 4 D 19 sedangkan untuk Tulangan Longitudinal tumpuan adalah 4 D 19 dengan jarak begel pada tulangan Lapangan $\varnothing 10 - 250$, dan pada tulangan tumpuan $\varnothing 10 - 200$. Perhitungan dimensi struktur balok Induk (BI.3) adalah 40/60 cm dengan Tulangan Longitudinal Lapangan yaitu 3 D 19 sedangkan untuk

- Tulangan Longitudinal tumpuan adalah 3 D 19 dengan jarak begel pada tulangan Lapangan $\varnothing 10 - 250$, dan pada tulangan tumpuan $\varnothing 10 - 200$. Perhitungan dimensi struktur balok Induk (BA) adalah 30/45 cm dengan Tulangan Longitudinal Lapangan yaitu 2 D 19 sedangkan untuk Tulangan Longitudinal tumpuan adalah 2 D 19 dengan jarak begel pada tulangan Lapangan $\varnothing 10 - 120$, dan pada tulangan tumpuan $\varnothing 10 - 100$.
4. Dimensi kolom (K1) yang digunakan pada Gedung Pusat Rehabilitasi Narkotika Kota Langsa adalah 65/65 cm dengan Tulangan Pokok 16 D 22 dan tulangan begel $\varnothing 10 - 200$. Untuk dimensi kolom (K2) yang digunakan adalah 55/55 cm dengan Tulangan Pokok 10 D 22 dan tulangan begel $\varnothing 10 - 200$. Dan dimensi kolom (K3) yang adalah 60/60 cm dengan Tulangan Pokok 14 D 22 dan tulangan begel $\varnothing 10 - 200$.
 5. Perencanaan struktur tangga untuk dimensi lebar anak tangga adalah 30 cm dan tinggi anak tangga 20 cm dengan ketinggian lantai 4 m. Jadi, jumlah anak tangga pada satu lantai itu adalah 20 anak tangga. Hasil perhitungan tulangan tumpuan didapat tulangan pokok $\varnothing 10 - 120$ dan tulangan bagi $\varnothing 10 - 200$, sedangkan perhitungan tulangan lapangan didapat tulangan pokok $\varnothing 10 - 120$ dan tulangan bagi $\varnothing 10 - 200$.
 6. Berdasarkan hasil perencanaan pelat lantai didapat tebal pelat adalah 15 cm dengan tulangan pokok D10 – 100 dan tulangan bagi adalah D8 – 200. Untuk dimensi pelat atap adalah 12 cm dengan tulangan pokok D10 - 100 dan tulangan bagi adalah D8 - 200.
- DAFTAR PUSTAKA**
- Adha, Y. (2022). *Perencanaan Struktur Gedung Kuliah Bersama Universitas Samudra Menggunakan Aplikasi Etabs* [Universitas Samudra].
<https://etd.unsam.ac.id/detail.php?id=2511>
- Arjakoni, A. F., & Lutfi, M. (2022). Evaluasi Kinerja Seismik pada Struktur Gedung Rumah Sakit Pendidikan Universitas Indonesia dengan Metode Analisis Pushover Berdasarkan ATC 40. *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, 4(2), 67–73.
<https://doi.org/10.32832/komposit.v4i2.3764>
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 1726-2019 Persyaratan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung*. Badan Standardisasi Nasional.
- Durachman, A., Hasyim, W., & komarudin, K. (2022). Analisis Jarak Dilatasi Struktur Bangunan Menggunakan Sistem Dilatasi Dua Kolom. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur*, 8(1), 19–29.
<https://doi.org/10.31943/JRI.V8I1.161>
- Ihsani, N., & Priandi, R. (2017). Pusat Rehabilitasi Korban Penyalahgunaan Narkotika Provinsi Aceh dengan Pendekatan Therapeutic Community. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Arsitektur Dan Perencanaan*, 3(3), 75–79.
- Komarudin, R., & Khoeri, H. (2018). Analisis Pemodelan Bentuk Gedung T dan L dengan Inersia yang Sama terhadap Respon Spektrum. *Konstruksia*, 9(2), 65–74.
<https://doi.org/10.24853/JK.9.2.65-74>
- Laily, R., Sumajouw, M. D. J., & Wallah, S. E. (2019). Perencanaan Gedung Training Center Konstruksi Beton Bertulang 4 Lantai di Kota Manado. *Jurnal Sipil Statik*, 7(9).
<https://ejournal.unsrat.ac.id/v2/index.php/jss/article/view/24514>
- Liando, F. J., Dapas, S. O., & Wallah, S. E. (2020). Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Kuliah 5 Lantai. *Jurnal Sipil Statik*, 8(4), 471–482.
<https://ejournal.unsrat.ac.id/v2/index.php/jss/article/view/29894>
- Lutfi, M., Rulhendri, R., & Salam, R. A. M. Q. (2022). Studi Perencanaan Gedung Parkir Sepeda Motor di Area Fakultas Teknik dan Sains Universitas Ibn Khaldun Bogor. *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, 4(1), 19–26.
<https://doi.org/10.32832/komposit.v4i1.3749>
- Pinanggih, Y., & Yogaswara, D. (2023). Analisis Dilatasi pada Beton Bertulang Studi Kasus Rumah Sakit Limbangan. *Jurnal Konstruksi*, 21(1), 20–29.
<https://doi.org/10.33364/KONSTRUKSI/V.21-1.1240>
- Pontororing, O. A., Pandaleke, R. E., & Handono, B. D. (2023). Perencanaan Gedung Struktur Beton Bertulang Hotel 5 Lantai Dengan Denah Bangunan Berbentuk “U.” *Tekno*, 21(83), 235–246.
<https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/tekn/article/view/46979>
- Rifandi, I., & Djati, E. W. (2020). Analisis Beban Gempa dengan Metode Statik Ekuivalen Berdasarkan SNI 1726-2019 pada Gedung IPAL. *Jurnal Konstruksi*, 18(2), 72–82.
<https://doi.org/10.33364/konstruksi/V.18-2.811>

