JURNAL SONDIR
p-ISSN 1979-2832
e-ISSN 2746-8275

https://ejournal.itn.ac.id/index.php/sondir
vol. 10 No. 2 Tahun 2026, pp. 117-123

ANALISIS PENGARUH UKURAN BAJA TULANGAN PADA STRUKTUR GEDUNG BETON BERTULANG TERHADAP KETAHANAN GEMPA

Sution Jahtoro[1] , Henyk Nur Widaryanti[2]

[1,2]Program Studi Teknik Sipil, Universitas Soerjo Ngawi, Jl.Raya Cepu KM 10, Ngawi
Email: sutiyonjantoro936@gmail.com

ABSTRACT

Earthquakes are one of the natural disasters that can cause structural damage to buildings. A well-designed reinforced concrete building structure can increase earthquake resistance. This study aims to analyze the effect of reinforcing steel bar size on the earthquake resistance of reinforced concrete building structures.The analysis method used is dynamic analysis using ETABS software. The results show that larger reinforcing steel bar sizes can increase the earthquake resistance of reinforced concrete building structures.However, it should be noted that increasing the reinforcing steel bar size can also increase construction costs. Therefore, further analysis is needed to determine the optimal reinforcing steel bar size for reinforced concrete building structures.

Keywords: earthquake resistance, reinforcing steel bars, reinforced concrete building structure, dynamic analysis

ABSTRAK

Gempa bumi merupakan salah satu bencana alam yang dapat menyebabkan kerusakan struktur bangunan. Struktur gedung beton bertulang yang dirancang dengan baik dapat meningkatkan ketahanan gempa. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh ukuran baja tulangan pada struktur gedung beton bertulang terhadap ketahanan gempa. Metode analisis yang digunakan adalah analisis dinamis dengan menggunakan perangkat lunak ETABS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran baja tulangan yang lebih besar dapat meningkatkan ketahanan gempa struktur gedung beton bertulang. Namun, perlu diperhatikan bahwa peningkatan ukuran baja tulangan juga dapat meningkatkan biaya konstruksi. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis yang lebih lanjut untuk menentukan ukuran baja tulangan yang optimal untuk struktur gedung beton bertulang.

Kata kunci: ketahanan gempa, baja tulangan, struktur gedung beton bertulang, analisis dinamis.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang berada di wilayah cincin api Pasifik (Ring of Fire) sehingga memiliki tingkat aktivitas seismik yang tinggi. Kondisi ini menyebabkan bangunan gedung harus dirancang mampu menahan beban gempa agar dapat meminimalkan risiko kerusakan maupun korban jiwa. Salah satu jenis struktur yang paling banyak digunakan dalam pembangunan gedung adalah beton bertulang karena memiliki kekuatan tekan yang tinggi dari beton

Dalam perencanaan struktur beton bertulang, penggunaan baja tulangan memegang peranan penting dalam menentukan kinerja struktur, khususnya terhadap beban gempa. Ukuran baja tulangan, yang meliputi diameter dan luas penampang, berpengaruh terhadap kekuatan, kekakuan, serta daktilitas struktur. Struktur dengan tulangan yang tidak memadai dapat mengalami keruntuhan getas, sedangkan penggunaan tulangan yang terlalu besar juga tidak selalu menghasilkan kinerja yang optimal dan dapat menyebabkan pemborosan material.

Penelitian mengenai pengaruh ukuran baja tulangan D 13 dan D16 terhadap ketahanan gempa menjadi penting untuk mendapatkan desain balok induk bangunan dengan ukuran 20x45 dengan perbandingan 30 x 60 Gedung yang tidak hanya aman tetapi juga efisien. Dengan adanya analisis yang tepat, diharapkan dapat diperoleh ukuran tulangan yang optimal sesuai dengan ketentuan standar yang berlaku, sehingga struktur mampu memenuhi persyaratan kekuatan, kekakuan, dan daktilitas.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi ukuran baja tulangan D13 , D16 pada struktur bangunan beton bertulang terhadap ketahanan gempa, sehingga dapat memberikan kontribusi dalam perencanaan struktur yang lebih efektif.

Analisis Pengaruh Ukuran Baja Tulangan:Dalam analisis pengaruh ukuran baja tulangan pada struktur bangunan beton bertulang terhadap ketahanan gempa,

JURNAL SONDIR
p-ISSN 1979-2832
e-ISSN 2746-8275
https://ejournal.itn.ac.id/index.php/sondir
vol. 10 No. 2 Tahun 2026, pp. 117-123

akan dilakukan evaluasi terhadap:Kekuatan geser strukturKekuatan lentur strukturDeformasi strukturKetahanan gempa strukturDengan menggunakan standar yang telah disebutkan di atas, akan dilakukan analisis untuk menentukan pengaruh ukuran baja tulangan terhadap ketahanan gempa struktur bangunan beton bertulang.

a) Baja Tulangan Baja tulangan adalah suatu jenis baja yang digunakan sebagai penguat pada konstruksi beton bertulang. Baja tulangan memiliki sifat yang baik seperti kekuatan yang tinggi, daya tahan yang baik, dan kemampuan untuk menahan beban yang besar (Saatcioglu & Razvi, 1992).
b) Ketahanan Gempa Ketahanan gempa adalah kemampuan suatu struktur untuk menahan beban gempa tanpa mengalami kerusakan yang signifikan. Struktur beton bertulang dapat menahan beban gempa dengan baik jika dirancang dan dibangun dengan benar (BMKG, 2006).
c) Analisis Pengaruh Ukuran Baja Tulangan pada Struktur Bangunan Beton Bertulang terhadap Ketahanan GempaPenelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa ukuran baja tulangan dapat mempengaruhi ketahanan gempa struktur bangunan beton bertulang. Penelitian yang dilakukan oleh Park dan Paulay (1975) menunjukkan bahwa peningkatan ukuran baja tulangan dapat meningkatkan ketahanan gempa struktur bangunan beton bertulang. Namun, penelitian yang dilakukan oleh Saatcioglu dan Razvi (1992) menunjukkan bahwa peningkatan ukuran baja tulangan tidak selalu dapat meningkatkan ketahanan gempa struktur bangunan beton bertulang.
d) Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Ketahanan Gempa Struktur Bangunan Beton BertulangFaktor-faktor yang mempengaruhi ketahanan gempa struktur bangunan beton bertulang antara lain:

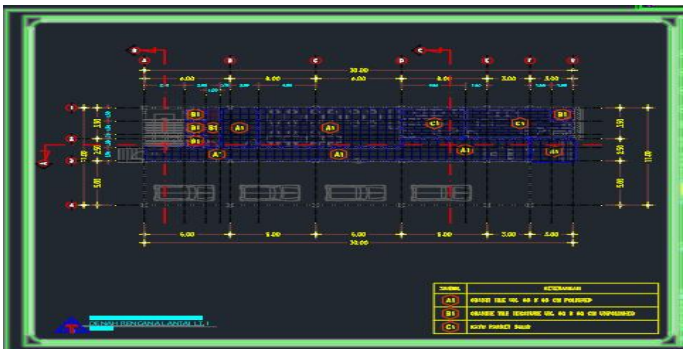
faktor	deskripsi
Ukuran Baja Tulangan	Peningkatan ukuran baja Tulangan Dapat meningkatkan Ketahanan Gempa
Jenis Baja Tulangan	Jenis baja tulangan yang digunakan dapet mempengaruhi Ketahanan Gempa
Kualitas Beton	Kualitas Beton Yang Baik Dapat Meningkatkan Ketahanan Gempa
Desaign Struktur	Desain Struktur yang Baik Dapat Meningkatkan Ketahanan Gempa
Metode Konstruksi	Metode Konstruksi Yang baik Dapat Meningkatkan Ketahanan Gempa

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan simulasi numerik menggunakan analisis dinamis struktur. Objek penelitian pada penelitian ini adalah stuktur gedung beton bertulang 3 lantai dengan sistem rangka pemikul momen, didesain sesuai SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019. Variabel penelitian pada penelitian ini adalah variabel bebas yakni Diameter baja tulangan longitudinal kolom & balok. Contoh variasi: D13, D16. Sedangkan variabel terikat:

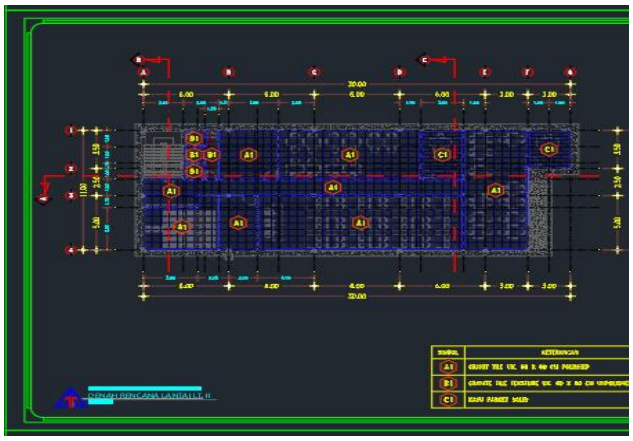
a) Parameter ketahanan gempa, meliputi:
b) Simpangan antar lantai / drift ratio
c) Periode getar strukturBase shearLevel
d) kinerja struktur

Pengumpulan data

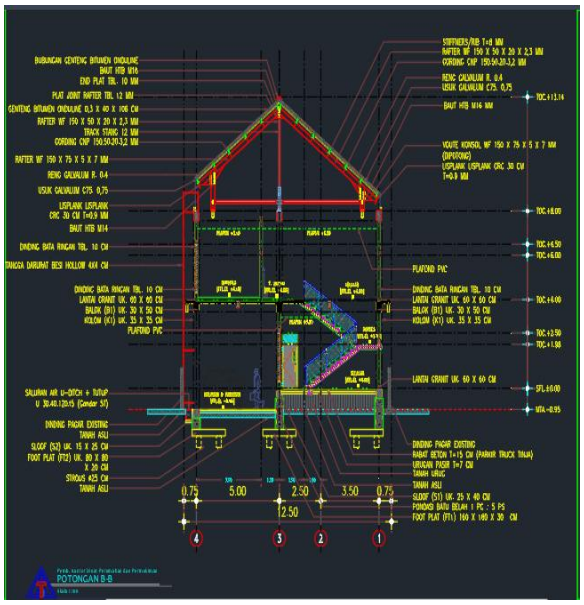


Gambar 1. Denah Struktur Lantai 1

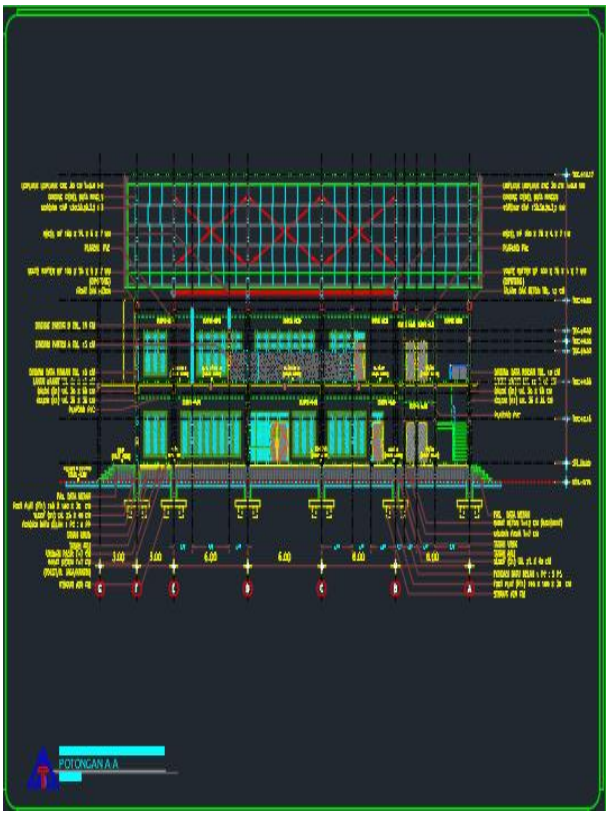
JURNAL SONDIR
p-ISSN 1979-2832
e-ISSN 2746-8275
https://ejournal.itn.ac.id/index.php/sondir
vol. 10 No. 2 Tahun 2026, pp. 117-123



Gambar 2. Denah Lantai 2



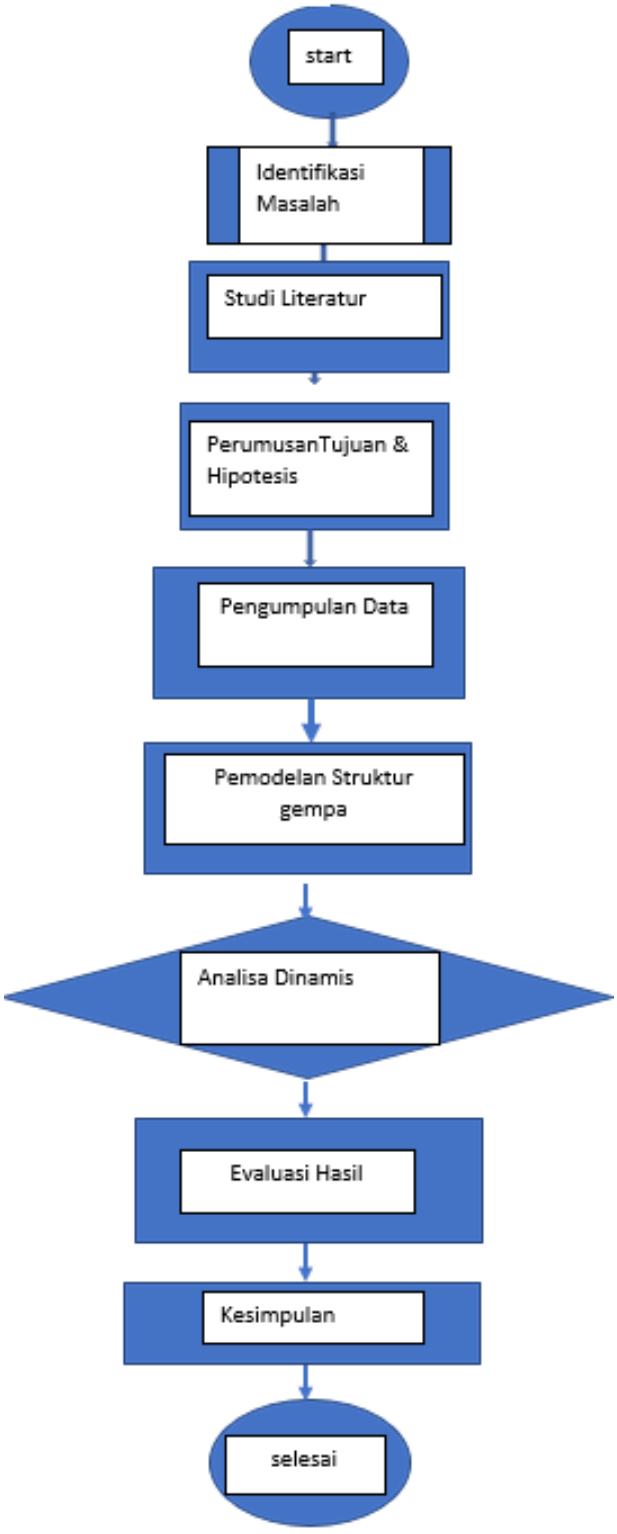
Gambar 3. Detail Arsitek Lantai 2



Gambar 4. Potongan B-B gedung lantai 2

Alur penelitian

JURNAL SONDIR
p-ISSN 1979-2832
e-ISSN 2746-8275
https://ejournal.itn.ac.id/index.php/sondir
vol. 10 No. 2 Tahun 2026, pp. 117-123



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembebanan Struktur Gedung Puskim lantai 2 Kabupaten Ngawi Acuan: SNI 1727:2020 tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung. Beban hidup adalah beban yang sifatnya bisa berpindah-pindah. Beda fungsi ruang maka beda beban hidupnya. Berikut ini daftar yang paling sering dipakai untuk lantai 2:

Tabel 1. Daftar Beban Hidup Lantai 2

Fungsi Ruang Lantai 2	Beban Hidup Merata	Beban Hidup Terpusat	Catatan
Kantor	2.40 kN/m²	9.0 kN	Ruang kerja umum dan beban mati Beban Mati Beban dengan aplikasi struktur dengan membuat nilai skala faktor menjadi 1, berat jenis beton bertulang = 2400 Kg/m3.

a) Pembebanan Struktur untuk Gempa
- Pakai SNI 1726:2019. Prinsipnya: gaya gempa = berat bangunan × koefisien.
- Hitung berat total bangunan Wt
- Wt = DL + 0,3 LL untuk hunian/kantor. DL = berat sendiri pelat, balok, kolom, dinding.

b) Analisa Struktur
- Hasil analisis ETABS menunjukkan balok OS #45 gagal. Notifikasi: “Shear Stress due to shear force and torsion together exceeds maximum allowed”. Artinya, kombinasi geser + torsi pada balok melebihi kapasitas, dipicu oleh gaya gempa. Solusi: perbesar dimensi balok , perbesar penulangan lalu lakukan running ulang analisis untuk verifikasi.[15]
- Laporan data Analisa struktur gempa
- Pemeriksaan Perilaku struktur akibat gempa
- Pemeriksaan partisipasi massa dilakukan untuk memastikan jumlah ragam getar yang ditinjau dalam analisis respons spektrum telah cukup menangkap perilaku dinamis struktur. Berdasarkan SNI 1726:2019 Pasal 7.9.1, jumlah ragam harus mencakup partisipasi massa ragam terkombinasi minimal 90% dari massa aktual struktur untuk masing-masing arah horizontal ortogonal X dan Y.Dari hasil analisis modal ETABS, diperoleh partisipasi massa

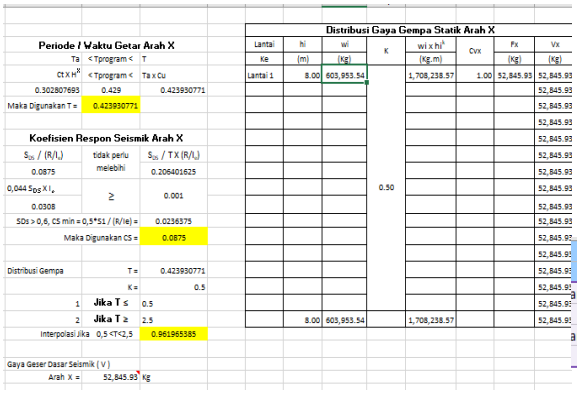
JURNAL SONDIR
p-ISSN 1979-2832
e-ISSN 2746-8275
https://ejournal.itn.ac.id/index.php/sondir
vol. 10 No. 2 Tahun 2026, pp. 117-123

kumulatif pada Mode ke- gaya geser desin sebesar 85% untuk arah X dan 85% untuk arah Y. Karena nilai tersebut > 90%, maka jumlah mode yang digunakan telah memenuhi syarat. Apabila nilai < 90%, maka jumlah mode harus ditambah hingga persyaratan terpenuhi.

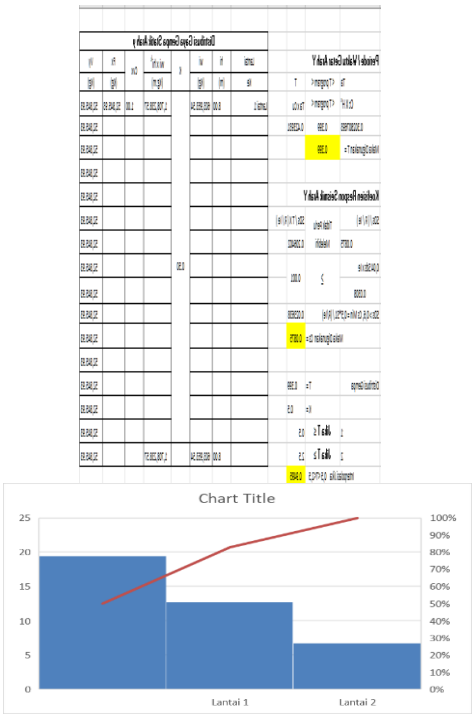
- Grafik simpangan pada struktur

Tabel 2. Data Desain Spektra Indonesia

	Data Desain Spektra indonesia	
	Daerah =	**Ngawi**
	Jenis Tanah =	**Lunak (SE)**
	Variabel	Nilai
	PGA (g)	0.3857
	S_S (g)	0.8688
	S_1 (g)	0.3782
	C_{RS}	
	C_{R1}	
	F_{PGA}	
	F_A	
	F_V	
	PSA (g)	
	S_{MS} (g)	
	S_{M1} (g)	
	S_{DS} (g)	0.7
	S_{D1} (g)	0.63
	T_0 (detik)	0.18
	T_s (detik)	0.9



Gambar 5. Periode Getar Arah X



Gambar 6. Periode Getar Arah Y

Hitung Koefisien Respons C

T (Detik)	Sa (g)
0.000	0.280
0.010	0.303
0.020	0.327
0.030	0.350
0.040	0.373
0.050	0.397
0.060	0.420
0.070	0.443
0.080	0.467
0.090	0.490
0.100	0.513
0.110	0.537
0.120	0.560
0.130	0.583
0.140	0.607
0.150	0.630
0.160	0.653
0.170	0.677
0.180	0.700
0.190	0.700
0.200	0.700
0.210	0.700

Dalam analisis struktur gempa, respon story adalah hasil keluaran ETABS yang merangkum perilaku satu tingkat/lantai akibat beban lateral, terutama beban gempa. Data ini muncul di ETABS lewat:
Display > Show Tables > Analysis Results > Story Forces & Story Response

Story	Elevation m	Location	X-Dir kN	Y-Dir kN	Story	Elevation m	Location	X-Dir kN	Y-Dir kN
Lantai 2	8	Top	396.4267	7.3592	Lantai 2	8	Top	6.724	369.0032
		Bottom	396.4267	7.3592			Bottom	6.724	369.0032
Lantai 1	4	Top	687.2949	12.7174	Lantai 1	4	Top	12.7174	651.5032
		Bottom	687.2949	12.7174			Bottom	12.7174	651.5032

Gambar 7. Story Respond Akibat Gempa

Simpangan lantai 1 dan 2

JURNAL SONDIR
p-ISSN 1979-2832
e-ISSN 2746-8275
https://ejournal.itn.ac.id/index.php/sondir
vol. 10 No. 2 Tahun 2026, pp. 117-123

Simpangan antar lantai
Berdasarkan SNI 1726:2019 Pasal 7.12.1, untuk struktur dengan Kategori Desain Seismik (KDS) D, simpangan antar tingkat desain (Δ) tidak boleh melebihi nilai simpangan antar tingkat izin (Δa) yang telah dibagi dengan faktor redundansi (ρ) untuk setiap tingkat. Pada perencanaan ini, faktor redundansi (ρ) diambil sebesar 1,3 sesuai Pasal 7.3.4.

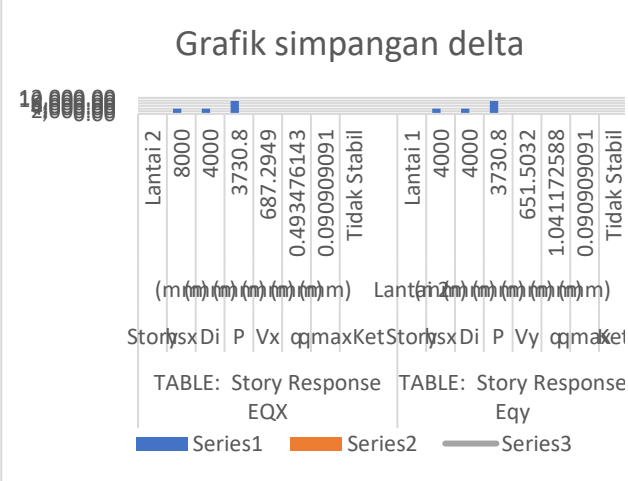
TABLE: Story Response EQX

Story	h_{sx}	Δ	P	Vx	θ	θmax	Ket
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
Lantai 2	8000	4000	3730.8	687.29	0.4935	0.0909	Tidak Stabil
Lantai 1	4000	4000	9724.2	0	0	0	

TABLE: Story Response Eqy

Story	h_{sx}	Δ	P	Vy	θ	θ
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(m
Lantai 1	4000	4000	3730.8	651.5	1.0412	0.0
	4000	4000	9724.2	0	0	

Gambar 8. Story Respond Akibat Gempa



Gambar 9. Grafik Simpangan Delta

Irregularitas dalam struktur = ketidakteraturan bentuk, kekakuan, massa, atau geometri gedung yang bikin perilakunya saat gempa jadi tidak beraturan dan sulit diprediksi.Kata yang benar: irregularity, bukan "ireenguralitas". Di SNI 1726:2019 disebut ketidakteraturan struktur.

- Kenapa Irregularitas Jadi MasalahGedung yang beraturan akan bergoyang seragam saat gempa. Gedung yang irregular bisa mengalami: Torsi - gedung berputar selain bergeserKonsentrasi gaya - kolom tertentu menerima beban jauh lebih besarSoft story - lantai bawah roboh duluanMakanya SNI membatasi dan memberi faktor penalti kalau struktur irregular.

(SNI GEMPA TABEL 10 & TABEL 11)
KETIDAKBERATURAN STRUKTUR HORIZONTAL

1 Tabel Ketidakberaturan Horizontal arah X (Simpangan yang terjadi pada Ujung-ujung Bangunan)

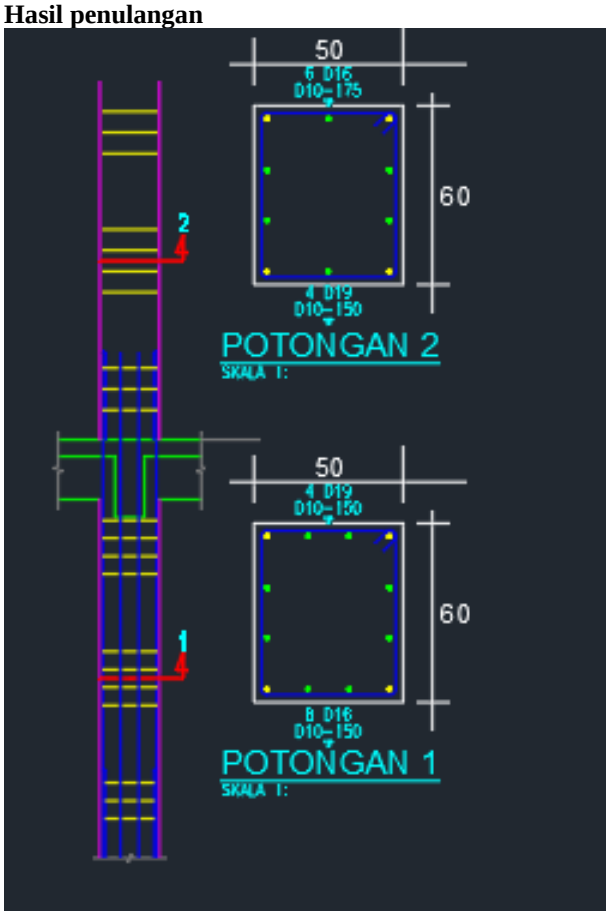
Story	δ_A	δ_{Ai}	δ_B	δB1	δ_{Max}	$\delta_{Average}$	1,2 $\delta_{Average}$	1,4 $\delta_{Average}$	Keterangan
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
	2.389	1.004	2.41	1.041	1.041	1.0225	1.227	1.4315	Tanpa Ketidakberaturan Torsi
	1.385	1.385	1.369	1.369	1.385	1.377	1.6524	1.9278	Tanpa Ketidakberaturan Torsi

1 Tabel Ketidakberaturan Horizontal arah y (Simpangan yang terjadi pada Ujung-ujung Bangunan)

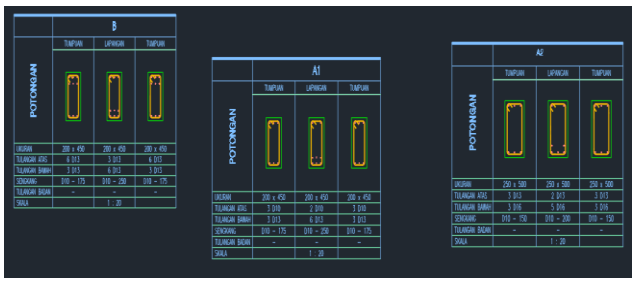
Story	δ_A	δ_{Ai}	δ_B	δB1	δ_{Max}	$\delta_{Average}$	1,2 $\delta_{Average}$	1,4 $\delta_{Average}$	Keterangan
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
	2.753	1.056	2.27	0.842	1.056	0.949	1.1388	1.3286	Tanpa Ketidakberaturan Torsi
	1.697	1.697	1.428	1.428	1.697	1.5625	1.875	2.1875	Tanpa Ketidakberaturan Torsi

Gambar 10. SNI Gempa

Hasil penulangan

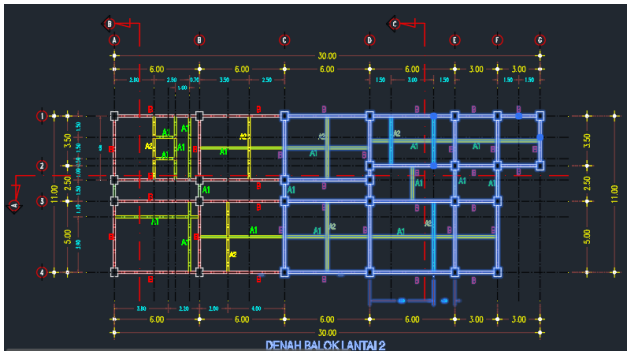


Gambar 11. Penulangan Kolom



Gambar 12. Balok Lantai 2

JURNAL SONDIR
p-ISSN 1979-2832
e-ISSN 2746-8275
https://ejournal.itn.ac.id/index.php/sondir
vol. 10 No. 2 Tahun 2026, pp. 117-123



Gambar 13. Detail Lantai 2

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis struktur gedung beton bertulang menggunakan perangkat lunak ETABS, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil pemeriksaan desain menunjukkan adanya elemen balok dengan notifikasi "Shear Stress due to shear force and torsion together exceeds maximum allowed". Temuan ini menunjukkan bahwa elemen tersebut belum memenuhi pemeriksaan interaksi geser dan torsi pada kombinasi pembebanan yang dianalisis, sehingga diperlukan peninjauan dimensi penampang dan konfigurasi tulangan, serta analisis ulang untuk memverifikasi hasil perbaikannya.
2. Hasil yang disajikan belum memberikan perbandingan kuantitatif yang memadai antara penggunaan tulangan D13 dan D16 terhadap simpangan antar tingkat, periode getar, gaya geser dasar, maupun kapasitas elemen. Oleh karena itu, diameter tulangan yang paling efektif dalam meningkatkan ketahanan gempa belum dapat ditetapkan berdasarkan hasil penelitian ini.
3. Penentuan ukuran tulangan perlu mempertimbangkan kesesuaian antara dimensi penampang, luas dan konfigurasi tulangan, kapasitas lentur, geser, serta torsi. Evaluasi lanjutan diperlukan melalui perbandingan model yang konsisten dan pemeriksaan respons struktur agar rekomendasi desain memiliki dasar kuantitatif yang dapat dipertanggungjawabkan.

DAFTAR PUSTAKA

SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. Jakarta: *BSN.Badan Standardisasi Nasional*. 2019.

SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Jakarta: *BSN.Kementerian PUPR*. 2021.

Bimtek SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. Jakarta

PU. Materi 7 & 8: Konsep Perancangan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa & Detailing SRPMK

Nawy, E. G. 2008. Beton Bertulang: Suatu Pendekatan Dasar. Edisi 4. Jakarta: *PT Refika Aditama*.

Wang, C. K. & Salmon, C. G. 1994. Desain Beton Bertulang. Edisi 4. Jakarta: *Erlangga*.

Nilson, A. H., Darwin, D., & Dolan, C. W. 2015. Design of Concrete Structures. 15th Ed. New York: McGraw-Hill Education.Jurnal / Skripsi Terkait

Paulay, T. & Priestley, M. J. N. 1992. Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings. John Wiley & Sons. Bab 3: *Ductility & Bond of Reinforcement.*

Park, R. & Paulay, T. 1975. Reinforced Concrete Structures. New York: *John Wiley & Sons.*

Wight, J. K. & MacGregor, J. G. 2012.Reinforced Concrete: Mechanics and Design. 6th Ed. Pearson. Bab 9: Shear and Torsion.Referensi *Analisis ETABS/SAP*

CSI. 2020. ETABS v19 Integrated Building Design Software: Verification Manual. Berkeley: *Computers and Structures Inc*.

CSI. 2016. SAP2000 Analysis Reference Manual. Berkeley: *Computers and Structures Inc.*