

JMITS

JURNAL MITRA TEKNIK SIPIL

Volume 8 No. 1 Februari 2025



e-ISSN : 2622-545X

Program Studi Sarjana Teknik Sipil UNTAR

JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil

Vol. 8 No. 1, Februari 2025

Daftar Isi

ANALISIS PERBANDINGAN MUTU BETON DENGAN MENGGUNAKAN DAN TIDAK MENGGUNAKAN ZAT ADITIF <i>Kevin William Putra Mulyadi dan Arif Sandjaya</i>	1-8
ANALISIS KERUSAKAN PERKERASAN LENTUR JALAN PADA RUAS JALAN GERBANG SEBENAQ – SIMPANG TBA MENGGUNAKAN METODE PCI <i>Flora Emiliana Long dan Arif Sandjaya</i>	9-18
ANALISIS PERBANDINGAN PRODUKTIVITAS METODE PEKERJAAN GALIAN BATU MENGGUNAKAN <i>ROCK DRILL BREAKER</i> DAN <i>BLASTING</i> <i>Muhammad Davva Pratama dan Arif Sandjaya</i>	19-28
ANALISIS PENGARUH KONDISI LINGKUNGAN TERHADAP MATERIAL BETON DAN KEKUATAN BETON PADA PROYEK KONSTRUKSI GERJEA SEBENAQ <i>Fredi dan Arif Sandjaya</i>	29-36
ANALISIS PENYEBAB KETERLAMBATAN PADA PROYEK X DI SLIPI MENGGUNAKAN METODE <i>RELATIVE IMPORTANCE INDEX</i> (RII) <i>Jason Christian Sukma dan Arif Sandjaya</i>	37-44
PERBANDINGAN KEBUTUHAN BESI DAN BIAYA MENGGUNAKAN METODE <i>BAR BENDING SCHEDULE</i> (BBS) PADA PROYEK RENOVASI RUMAH TINGGAL <i>Vania Yori Wakano dan Arif Sandjaya</i>	45-50
ANALISIS PENGARUH KETERLAMBATAN PROYEK TERHADAP ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PENYELESAIAN PROYEK X DI SAWANGAN <i>Antonius Erick Susanto dan Henny Wiyanto</i>	51-62
OPTIMALISASI BIAYA PEMBANGUNAN STRUKTUR DINDING PENAHAN TANAH DENGAN REVETMENT WALL PADA PERUMAHAN X <i>Hauwendy dan Arianti Sutandi</i>	63-76
PENGHEMATAN BIAYA PEMBANGUNAN GEDUNG X DENGAN MUTU BETON BERBEDA <i>Laurensius Evan S dan Mega Waty</i>	77-86
POTENSI PENGGUNAAN IPAL DAN SPAH UNTUK MENGHEMAT PENGGUNAAN AIR PADA GEDUNG Z <i>Husain dan Vittorio Kurniawan</i>	87-98
PERBANDINGAN DAYA DUKUNG TIANG PANCANG BERDASARKAN UJI SONDIR DAN TES PDA DI PROYEK RUKO X <i>Christina Veronica dan Arianti Sutandi</i>	99-108

PERENCANAAN DESAIN DUCT BANK PADA PROYEK X <i>Syeimaa Salsabila dan Basuki Anondho</i>	109-118
METODE KONSTRUKSI TOP-DOWN PADA PROYEK JAKARTA GELORA MARRIOTT HOTEL <i>Budi Hendarin dan Basuki Anondho</i>	119-132
ANALISIS PENGARUH ARUS DAN KECEPATAN KENDARAAN TERHADAP KEBISINGAN PADA KAWASAN SD NEGERI 1 PALAPA BANDAR LAMPUNG <i>Nadya Priartanti Rahayu, Aleksander Purba, dan Galih Rio Prayogi</i>	133-144
PERBANDINGAN METODE <i>EARNED SCHEDULE</i> DAN <i>EARNED VALUE</i> DALAM PENGONTROLAN PROYEK PADA ASPEK WAKTU <i>Daniel Nathan Iskandar dan Oei Fuk Jin</i>	145-158
ANALISIS <i>LEADERSHIP</i> TENAGA AHLI PADA KONSULTAN PERENCANA JALAN TOL PT X <i>Fakhry Husein Lubis dan Wahyu Indra Sakti</i>	159-168
STUDI BANDING KUAT TARIK ANGKUR PADA ANGKUR <i>CAST-IN</i> DAN <i>POST INSTALLED</i> <i>Daniel Christianto, Yenny Untari Liucius, Sunarjo Leman, Davin Kholin, dan Nelson Zorovian</i>	169-178
EVALUASI KINERJA STRUKTUR RANGKA BETON BERTULANG BANGUNAN EKSISTING DI SAMARINDA <i>Josh Maverick, Gerard Christian Joelin, Krismanto Kusbiantoro, Cindrawaty Lesmana</i>	179-192
ANALISIS KETAHANAN LENTUR DAN KELAYAKAN LINGKUNGAN PADA PELAT BETON FEROSEMEN BERBAHAN LIMBAH <i>SANDBLASTING</i> DAN <i>FLY ASH</i> <i>Luqman Cahyono, Wiwik Dwi Pratiwi, Firda Fardina, dan Dika Rahayu Widiana</i>	193-200
TAHAPAN PEKERJAAN STABILITAS LERENG DENGAN RETAINING WALL PADA PROYEK X <i>Helga Lenita dan Edison Leo</i>	201-212
ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA SEISMIK STRUKTUR BANGUNAN ABC DENGAN VARIASI DIMENSI <i>SHEAR WALL</i> <i>Jonathan, Yenny Untari Liucius, dan Hendy Wijaya</i>	213-222
ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA PILE CAP STRUKTUR LIFT GEDUNG LABORATORIUM BTKP JAKARTA UTARA METODE KONVENSIONAL DAN BIM <i>Mikhael Stefanus Filemon Simatupang, Jessica Siregar, dan Galih Rio Prayogi</i>	223-230
STUDI PERBANDINGAN NILAI <i>UNDRAINED SHEAR STRENGTH</i> TERHADAP NILAI <i>LIQUID LIMIT</i> TANAH LEMPUNG <i>Sherlin Angelina dan Aniek Prihatiningsih</i>	230-236

KAJIAN KARAKTERISTIK DAN KECEPATAN KONSOLIDASI PADA TANAH LAKUSTRIN BANDUNG <i>Cornelius Georgeshua, Paulus Pramono Rahardjo, dan Asriwiyanti Desiani</i>	237-252
ANALISIS INTERAKSI TANAH-GEOFOAM TERHADAP PARAMETER KUAT GESER TANAH <i>Emmanuel Pangihutan Sitompul dan Asriwiyanti Desiani</i>	253-262
PERBANDINGAN DAYA DUKUNG TIANG PANCANG BERDASARKAN DATA CPT SEBELUM DAN SESUDAH <i>VACUUM CONSOLIDATION</i> PADA PROYEK X <i>Mikael Dylan Gunawan dan Ali Iskandar</i>	263-272
PERSENTASE KENAIKAN NILAI CBR TANAH LANAU HALIM YANG DIPERKUAT DENGAN LIMBAH C&D PADA BERBAGAI PROPORSI <i>Bagus Yusuf Mahendra, Alfred Jonathan Susilo, dan Gregorius Sandjaja</i>	273-280
ANALISIS PERUBAHAN NILAI CBR PADA TANAH LATERIT AKIBAT PENAMBAHAN GARAM <i>Muhammad Raihan Suganda, Hendy Wijaya, dan Ali Iskandar</i>	281-290
STUDI PENGARUH PERKUATAN TANAH MENGGUNAKAN GEOGRID TERHADAP STABILITAS LERENG <i>Pradipa Agung Laksono dan Aniek Prihatiningsih</i>	291-298
ANALISIS <i>CHANGE ORDER RATIO</i> PADA PROYEK KONSTRUKSI RUMAH TINGGAL STUDI KASUS DI DAERAH TANGGERANG <i>Rosani Surya Bataric dan Arianti Sutandi</i>	299-304
ANALISIS MEKANIK CAMPURAN TANAH LEMPUNG BERLANAU (MH-OH) DENGAN PASIR GUNA MENINGKATKAN KEKUATAN GESER TANAH <i>Aniek Prihatiningsih, Hendy Wijaya, Christopher, Ralf Josh Hilliard Valentino</i>	305-312
PERSEPSI PENGGUNA LAYANAN BISKITA TRANS DEPOK TERHADAP ASPEK LAYANAN BUS DAN HALTE <i>Zahra Mahdiyyah, Yenny Untari Liucius, dan Hokbyan R.S. Angkat</i>	313-322
PERBANDINGAN EFISIENSI TRANSPORTASI DI DAERAH MAHAKAM ULU <i>Florensia Moni Anapah dan Leksmono Suryo Putranto</i>	323-334
ANALISIS METODE <i>IMPORTANCE PERFORMANCE ANALYSIS</i> PADA FASILITAS HALTE TRANSJAKARTA KORIDOR 3 <i>Adrian Nobel Gilland, Najid, Hokbyan R.S. Angkat</i>	335-346

ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA SEISMIK STRUKTUR BANGUNAN ABC DENGAN VARIASI DIMENSI *SHEAR WALL*

Jonathan¹, Yenny Untari Liucius^{1*}, dan Hendy Wijaya¹

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
*yenny@ft.untar.ac.id

Masuk: 23-10-2024, revisi: 01-11-2024, diterima untuk diterbitkan: 23-01-2025

ABSTRACT

Indonesia is highly susceptible to earthquakes due to its location at the convergence of the Indo-Australian, Eurasian, and Pacific tectonic plates. This makes buildings in Indonesia particularly vulnerable to seismic damage. To enhance structural resilience, the use of shear walls has proven effective in strengthening buildings against earthquake forces. This study analyzes the seismic performance of the ABC building structure without shear walls and compares it to structures with three different shear wall configurations. These configurations vary in length and thickness but have similar moments of inertia. The shear walls are placed in identical positions across all models, ensuring that performance differences are solely due to geometric variations. Structures without shear walls serve as a baseline for comparison. The seismic load analysis uses the response spectrum method to evaluate key parameters such as behavior during natural vibration periods, percentage of seismic load received by the structure, lateral displacement, and inter-story drift. Findings indicate that the model with a 3-meter-long and 300 mm thick shear wall is the most effective, achieving the smallest reductions in natural vibration period and inter-story drift, thereby offering the best improvement in structural resilience.

Keywords: shear wall; lateral displacement; story drift; natural period

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang rawan gempa karena terletak di pertemuan tiga lempeng tektonik utama, yaitu Lempeng Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik. Posisi geografis ini menjadikan bangunan di Indonesia rentan terhadap kerusakan akibat gempa. Dalam upaya meningkatkan ketahanan struktur terhadap beban seismik, penggunaan *shear wall* telah terbukti efektif dalam memperkuat struktur dan meminimalkan kerusakan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan kinerja struktur seismik pada bangunan ABC tanpa *shear wall* dengan bangunan yang memiliki tiga variasi *shear wall* yang berbeda dalam dimensi panjang dan ketebalan tetapi memiliki nilai momen inersia yang serupa. Posisi *shear wall* pada ketiga model tetap seragam agar perbedaan kinerja disebabkan murni oleh variasi geometris. Analisis beban gempa pada bangunan menggunakan metode respon spektrum untuk mengevaluasi berbagai parameter kinerja struktur, yaitu periode getar alami, distribusi beban seismik yang diterima struktur, simpangan lateral tingkat, dan simpangan antar lantai tingkat. Berdasarkan hasil analisis pada tiga model *shear wall*, dapat disimpulkan bahwa pemodelan *shear wall* dengan panjang 3 meter dan tebal 300 mm merupakan yang pemodelan terbaik karena menghasilkan penurunan nilai periode getar alami terbesar dan nilai simpangan antar lantai terkecil dibandingkan dengan struktur awal dan model *shear wall* lainnya.

Kata kunci: *shear wall*; simpangan lateral; simpangan antar lantai; periode getar alami

1. PENDAHULUAN

Indonesia terletak di antara pertemuan 3 buah lempeng, yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia, dan Lempeng Pasifik, yang menyebabkan sering terjadinya bencana alam seperti gempa bumi (Hasibuan & Hasibuan, 2020). Sistem struktur khusus sangat dibutuhkan untuk menahan beban lateral akibat gempa pada suatu bangunan (Usmat et al., 2019). Hal ini dikarenakan semakin tinggi suatu bangunan, semakin rawan pula bangunan untuk merespon beban lateral (Usmat et al., 2019).

Simpangan Lateral dan Simpangan Antar Lantai

Menurut Ivan & Leo (2019), simpangan lateral adalah perpindahan lateral yang terjadi pada tingkat suatu struktur yang dihitung dari dasar bangunan. Simpangan antar lantai atau *story drift* dapat diartikan sebagai perpindahan lateral yang terjadi secara berurutan antara dua tingkat suatu struktur (Sharapov et al., 2021). Menurut Jaya dan Alandkar (2016), seperti yang dikutip di Sharapov et al. (2021), indeks simpangan dapat dijadikan sebagai estimasi sederhana dari kekakuan lateral struktur.

Nilai simpangan antar tingkat terbesar pada suatu struktur tidak boleh melewati batas simpangan batas yang diijinkan, seperti yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Simpangan antar tingkat ijin berdasarkan Tabel 20 SNI 1726-2019 (Badan Standarisasi Nasional, 2019)

Struktur	Kategori risiko		
	I atau II	III	IV
Struktur, selain dari struktur <i>shear wall</i> batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar tingkat	0.025 h_{sx}	0.020 h_{sx}	0.015 h_{sx}
Struktur <i>shear wall</i> kantilever batu bata	0.010 h_{sx}	0.010 h_{sx}	0.010 h_{sx}
Struktur <i>shear wall</i> batu bata lainnya	0.007 h_{sx}	0.007 h_{sx}	0.007 h_{sx}
Semua struktur lainnya	0.020 h_{sx}	0.015 h_{sx}	0.010 h_{sx}

Keterangan:

h_{sx} = tinggi tingkat di bawah tingkat-x

Periode Getar Alami

Periode getar alami adalah waktu yang diperlukan sebuah struktur untuk menyelesaikan satu siklus penuh suatu getaran yang mengalami perpindahan posisi keseimbangan statis dan kembali ke titik awal (Mustika et al. 2022). Menurut Ariyadira (2011), seperti yang dikutip dari Violeta (2024), getaran alami pada struktur terjadi karena adanya kekakuan dan massa pada struktur tanpa adanya pengaruh gaya eksternal. Nilai periode getar berbanding lurus dengan nilai simpangan lateral suatu struktur (Violeta, 2024).

Shear Wall (Dinding Geser)

Shear wall atau dinding geser adalah jenis struktur beton bertulang yang dirancang sebagai sistem pemikul beban gempa dengan tujuan menambah kekakuan struktur dan kekuatan lateral serta menyerap sebagian gaya lateral (Hasibuan & Ma'arif, 2022). *Shear wall* merupakan salah satu solusi yang digunakan pada bangunan bertingkat untuk meningkatkan kinerja struktur dalam mengurangi simpangan horizontal (Sansujaya et al., 2021). *Shear wall* memiliki kekakuan lebih besar dari elemen-elemen struktur di sekitarnya sehingga dapat menyerap lebih banyak beban seismik, mengurangi beban yang diterima oleh elemen lain (Hanif & Buwono, 2014). Menurut Nursani dan Noor (2023), instalasi *shear wall* dapat meningkatkan kekakuan dan kinerja struktur sehingga nilai waktu periode getar alami dan simpangan horizontal dapat diperkecil.

Analisis mengenai pemodelan *shear wall* telah banyak dilakukan oleh peneliti, namun variabel independen dalam analisis yang umumnya dilakukan didasarkan atas posisi *shear wall* pada suatu struktur.. Berdasarkan latar belakang tersebut, dilakukan penelitian untuk menganalisis perbandingan kinerja antara struktur tanpa *shear wall* dan struktur dengan penambahan elemen *shear wall* pada struktur bangunan ABC. Variabel independen yang digunakan berupa dimensi tebal dan panjang *shear wall* yang memiliki nilai momen inersia serupa.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan berdasarkan diagram alir pada Gambar 1. Langkah pertama yang dilakukan adalah melakukan studi literatur dan pengumpulan data. Hal ini bertujuan untuk menentukan syarat dan properti material yang akan diaplikasikan pada model struktur. Dimensi awal elemen struktur didapatkan dengan melakukan pradimensi. Setelah dimensi awal diperoleh, dilakukan pemodelan dan analisis struktur bangunan ABC pada software ETABS v.21.0.0. Pada tahap ini, beban-beban yang bekerja pada struktur, seperti beban mati, beban hidup, beban hidup atap, beban angin, beban gempa, dan beban hujan dimasukkan ke dalam model.

Cek pemenuhan syarat pada struktur dilakukan dengan mengecek kapasitas elemen struktur berdasarkan dimensi awal dan penulangannya. Data gaya aksial, gaya geser, dan gaya momen dari software yang diterima oleh elemen struktur sesuai kombinasi pembebanan menurut peraturan digunakan sebagai acuan dalam mendesain tulangan. Jika elemen dengan tulangan hasil desain tidak mampu menahan gaya atau tidak memenuhi syarat peraturan, dimensi dan penulangan pada elemen struktur akan didesain ulang. Setelah desain seluruh elemen struktur memenuhi syarat peraturan dan mampu menahan gaya yang diterima, dilakukan pembahasan dan analisis dari output program.

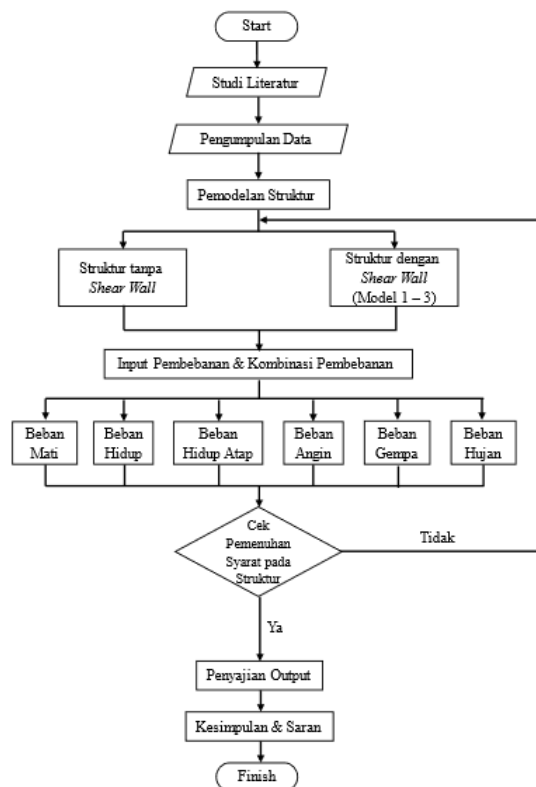
Pemodelan akan dilakukan dengan skenario tanpa penggunaan *shear wall* sebagai tolok ukur dan dengan *shear wall* yang memiliki variasi dimensi. Seluruh dimensi *shear wall* didesain memiliki kesamaan pada nilai momen inersia.

Pemodelan struktur tanpa shear wall ditampilkan pada Gambar 2, sedangkan pemodelan struktur dengan konfigurasi shear wall ditampilkan pada Gambar 3. Shear wall ditempatkan pada posisi sedemikian rupa atas pertimbangan arsitektural, di mana hanya posisi tersebut yang memungkinkan untuk diaplikasikan shear wall. Data yang digunakan pada struktur bangunan dalam pemodelan pada software dapat dilihat pada rincian di bawah ini.

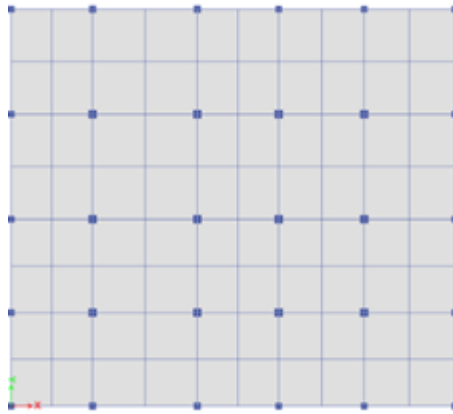
1. Kuat tekan beton (f_c') 30 MPa;
2. Mutu baja tulangan BJT 420B;
3. Tebal selimut beton pada kolom, balok, dan *shear wall* sebesar 40 mm;
4. Tebal struktur pelat sebesar 125 mm dengan tebal selimut 20 mm;
5. Struktur kolom berpenampang persegi dengan dimensi bervariasi sesuai elevasi lantai seperti yang dijabarkan pada Tabel 2;
6. *Shear wall* memiliki dimensi panjang dan tebal bervariasi yang dijabarkan pada Tabel 3. Detail penulangan dapat dilihat pada Gambar 4;
7. Struktur balok memiliki dimensi dan penulangan bervariasi yang dijabarkan pada Tabel 4.

Tabel 2. Dimensi dan data tulangan kolom

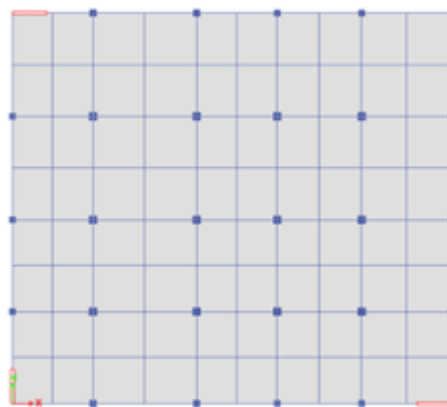
Lantai	Tinggi lantai (m)	Posisi	Dimensi kolom (mm)	Tulangan longitudinal	Tulangan transversal
Mezzanine	3	Tepi	600 × 600	12D22	D10-150
		Tengah	700 × 700	16D22	D10-150
2	3	Pojok	550 × 550	12D22	D10-150
		Tengah	700 × 700	16D22	D10-150
3	4.5	Pojok	550 × 550	12D22	D10-150
		Tengah	550 × 550	12D22	D10-150
4	3.5	Pojok	550 × 550	12D22	D10-150
		Tengah	600 × 600	12D22	D10-150



Gambar 1. Diagram alir penelitian



Gambar 2. Denah struktur tanpa *shear wall*



Gambar 3. Denah struktur dengan konfigurasi *shear wall*

Tabel 3. Dimensi serta data penulangan masing-masing model *shear wall*

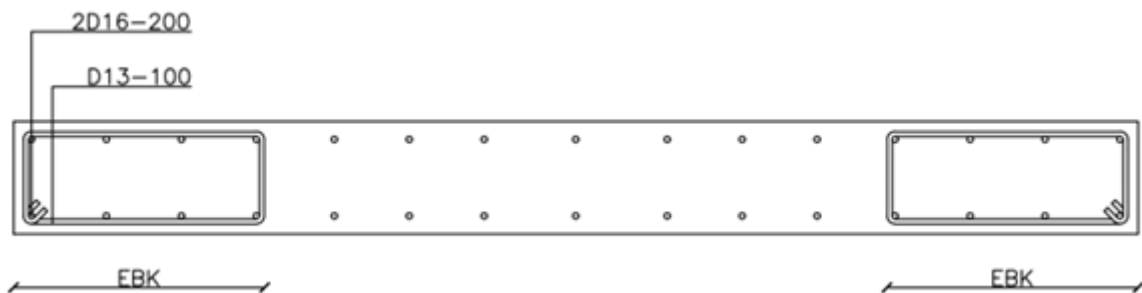
Model	Panjang bentang (mm)	Tebal dinding (mm)	Tulangan badan				L EBK (mm)
			Longitudinal	Transversal	Con. SL	Con. SP	
1	1500	360					275
2	2000	330	2D16-200	2D16-200	2D13-100	2D13-100	300
3	3000	300					350

Keterangan:

Con. SL = tulangan *confinement* (kekangan) pada daerah EBK yang sejajar dengan lebar *shear wall*

Con. SP = tulangan *confinement* (kekangan) pada daerah EBK yang sejajar dengan panjang *shear wall*

EBK = daerah elemen batas khusus atau komponen batas khusus pada *shear wall*



Gambar 4 Detail penulangan *shear wall*

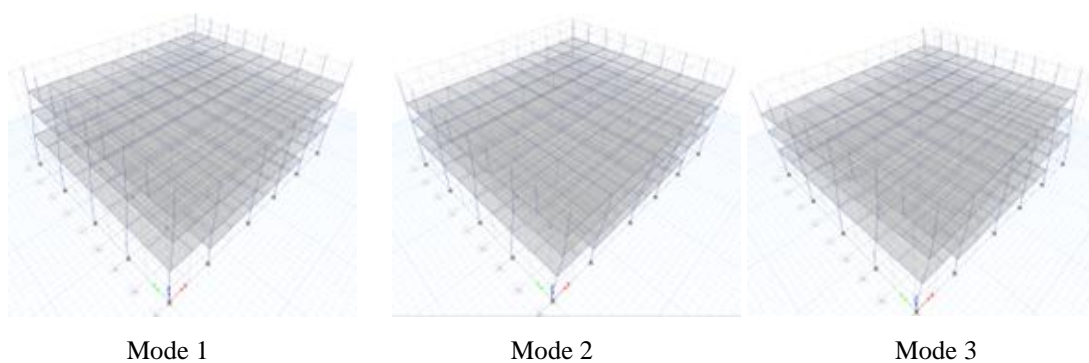
Tabel 4 Dimensi serta data penulangan balok induk dan balok anak

Balok	Panjang bentang (mm)	Dimensi (mm)	Posisi tulangan	Tulangan longitudinal		Tulangan transversal
				Atas	Bawah	
Induk arah X	7000	300 × 650	Tumpuan	4D19	3D19	D10-125
			Lapangan	3D19	3D19	D10-150
	9000	350 × 800	Tumpuan	5D19	4D19	D10-250
			Lapangan	4D19	4D19	D10-150
	7350	300 × 700	Tumpuan	4D19	3D19	D10-250
			Lapangan	3D19	4D19	D10-300
7800	300 × 700	Tumpuan	4D19	3D19	D10-250	
Lapangan	3D19	4D19	D10-300			
Induk arah Y	8000	300 × 750	Tumpuan	4D19	3D19	D10-250
	Lapangan	3D19	3D19	D10-200		
	9000	350 × 800	Tumpuan	5D19	4D19	D10-250
	Lapangan	4D19	4D19	D10-150		
Anak arah X	7000	300 × 600	Tumpuan	2D19	2D19	D10-250
			Lapangan	2D19	3D19	D10-300
	9000	350 × 750	Tumpuan	3D19	3D19	D10-250
			Lapangan	3D19	3D19	D10-300
	7350	300 × 650	Tumpuan	2D19	2D19	D10-250
			Lapangan	2D19	3D19	D10-300
7800	300 × 650	Tumpuan	2D19	2D19	D10-250	
Lapangan	2D19	3D19	D10-300			
Anak arah Y	8000	300 × 700	Tumpuan	2D19	3D19	D10-250
	Lapangan	2D19	4D19	D10-300		
	9000	350 × 750	Tumpuan	3D19	3D19	D10-250
Lapangan	3D19	3D19	D10-300			

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perilaku Struktur pada Periode Getar Alami

Hasil mode shape akibat periode getar alami pada struktur tanpa *shear wall* dapat dilihat pada Gambar 5, sedangkan pada struktur dengan variasi *shear wall* dapat dilihat berturut-turut pada Gambar 6, Gambar 7, dan Gambar 8. Perbandingan nilai periode getar alami struktur dan *modal participating mass ratios* dapat dilihat pada Tabel 5.



Gambar 5 Hasil periode getar alami struktur tanpa *shear wall*

Berdasarkan hasil analisis periode getar alami pada Gambar 5 hingga Gambar 8, struktur tidak mengalami perubahan arah translasi dan rotasi pada periode getar alami. Struktur tanpa shear wall mengalami translasi ke sumbu X pada mode pertama, translasi ke sumbu Y pada mode kedua, dan rotasi pada mode ketiga. Pada ketiga model struktur dengan shear wall, struktur juga mengalami translasi dan rotasi pada sumbu yang serupa. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan shear wall pada struktur tidak mengubah arah utama gerakan translasi dan rotasi pada periode getar alami struktur.

Nilai modal mass participating mass ratios pada Tabel 5 menunjukkan bahwa penambahan shear wall dalam struktur tidak secara signifikan mengubah nilai modal mass participation ratio. Hal ini dibuktikan oleh selisih nilai persentase yang kecil pada arah dominan dalam translasi dan rotasi pada tiap mode. Misalnya, pada mode pertama, translasi sumbu X untuk model tanpa shear wall adalah 72.97%, sedangkan untuk model dengan shear wall berkisar antara 72.87% hingga 73.91%. Perbedaan kecil ini menunjukkan bahwa penambahan shear wall tidak memberikan dampak signifikan terhadap distribusi massa yang berpartisipasi dalam respon dinamik bangunan.

Berdasarkan rangkuman nilai periode getar alami pada Tabel 5, terlihat penambahan elemen *shear wall* mengakibatkan penurunan nilai waktu periode getar alami pada struktur. Hasil analisis menunjukkan penambahan dimensi panjang *shear wall* berbanding lurus dengan penurunan nilai periode getar struktur. Hal ini dapat dibuktikan dengan nilai periode pada model awal yang memiliki nilai periode sebesar 0.9158 detik untuk mode pertama, yang kemudian menurun menjadi 0.8541 detik pada model 1, 0.8266 detik pada model 2, dan mencapai nilai terendah sebesar 0.7294 detik pada model 3. Model yang memiliki nilai periode getar alami terkecil untuk mode 1 dan mode 2 adalah model 3.

Distribusi Beban Seismik pada Rangka dan *Shear Wall*

Distribusi beban seismik yang diterima oleh rangka dan *shear wall* dapat dilihat pada Tabel 6. Berdasarkan hasil analisis, terlihat bahwa nilai persentase beban seismik yang diterima oleh *shear wall* dan rangka pada setiap model berbanding lurus dengan perubahan dimensi. Peningkatan panjang *shear wall* dari model 1 ke model 3 meningkatkan persentase gaya gempa yang diterima *shear wall*, tetapi penurunan ketebalan *shear wall* mengurangi kekakuan struktur. Hal ini dapat menyebabkan perubahan distribusi momen dan gaya yang diterima oleh struktur.

Berdasarkan data pada Tabel 6, terlihat bahwa peningkatan daya dukung lateral akibat penambahan dimensi panjang *shear wall* memiliki pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan penurunan kapasitas akibat pengurangan tebal *shear wall*. Meskipun model 1 memiliki *shear wall* dengan tebal terbesar dan lebar terkecil, *shear wall* hanya menerima 73.3662% beban pada arah X dan 68.5021% pada arah Y. Sebaliknya, pada model 3, yang memiliki *shear wall* dengan tebal terkecil dan lebar terbesar, persentase beban yang diterima oleh *shear wall* meningkat menjadi 75.8060% pada arah X dan 71.6635% pada arah Y. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan panjang *shear wall* memberikan kontribusi lebih signifikan dalam meningkatkan kapasitas tahanan lateral bangunan, terbukti dari peningkatan persentase beban yang diterima oleh *shear wall* dari model 1 ke model 3.

Tabel 6. Distribusi beban seismik yang diterima oleh rangka struktur dan *shear wall*

Model	Arah beban dinamik	Beban yang diterima (%)	
		Rangka	<i>Shear wall</i>
1	X	26.6338	73.3662
	Y	31.4979	68.5021
2	X	25.6703	74.3297
	Y	30.5954	69.4046
3	X	24.1940	75.8060
	Y	28.3365	71.6635

Simpangan lateral dan simpangan antar lantai

Nilai simpangan lateral dan simpangan antar lantai masing-masing struktur pada arah X dan Y dapat dilihat pada Tabel 7. Perbandingan nilai simpangan antar lantai tingkat masing-masing struktur ditampilkan dalam bentuk grafik pada Gambar 9 dan Gambar 10.

Tabel 7. Nilai simpangan lateral dan simpangan antar lantai

Arah beban dinamik	Model	Lantai	δ_{ex} (mm)	δ_x (mm)	Δ_x (mm)	Δ_{ijin} (mm)
X	Tanpa <i>shear wall</i>	4	32.024	176.132	37.923	70
		3	25.129	138.2095	77.858	90
		2	10.973	60.3515	41.14	60
		Mezzanine	3.493	19.2115	19.2115	60
		4	31.705	174.3775	44.099	70
		3	23.687	130.2785	72.3085	90
		2	10.54	57.97	39.2535	60
		Mezzanine	3.403	18.7165	18.7165	60
		4	29.996	164.978	44.1485	70
	1	3	21.969	120.8295	67.7105	90
		2	9.658	53.119	35.9975	60
		Mezzanine	3.113	17.1215	17.1215	60
	2	4	23.106	127.083	36.1295	70
		3	16.537	90.9535	51.062	90
		2	7.253	39.8915	26.9555	60
	3	Mezzanine	2.352	12.936	12.936	60
		4	29.518	162.349	32.923	70
		3	23.532	129.426	70.917	90
Tanpa <i>shear wall</i>	2	10.638	58.509	39.765	60	
	Mezzanine	3.408	18.744	18.744	60	
	4	29.517	162.3435	39.424	70	
	3	22.349	122.9195	67.1495	90	
	2	10.14	55.77	37.6915	60	
	Mezzanine	3.287	18.0785	18.0785	60	
	4	27.703	152.3665	39.391	70	
	1	3	20.541	112.9755	62.436	90
		2	9.189	50.5395	34.0725	60
Mezzanine		2.994	16.467	16.467	60	
2	4	21.477	118.1235	32.725	70	
	3	15.527	85.3985	47.4045	90	
	2	6.908	37.994	25.4485	60	
3	Mezzanine	2.281	12.5455	12.5455	60	

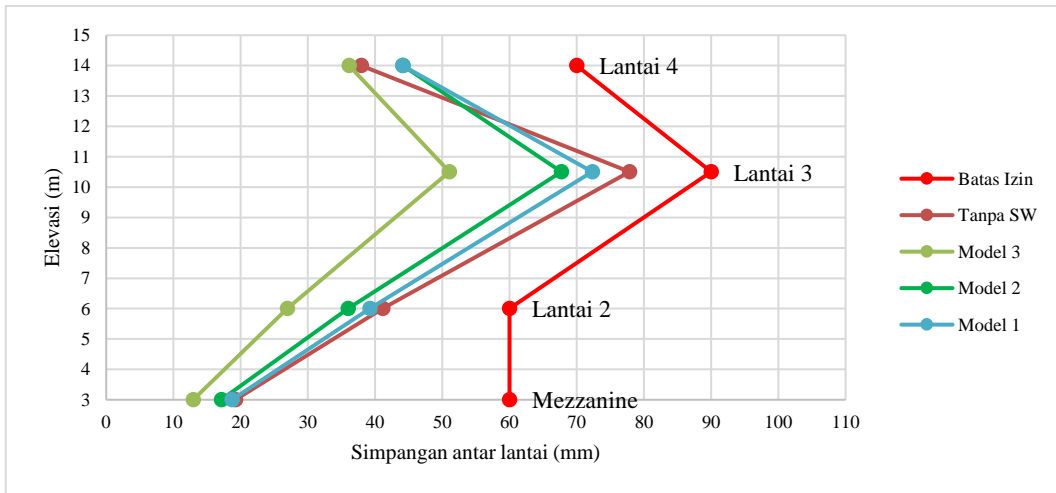
Keterangan:

δ_{ex} = simpangan lateral akibat beban dinamik pada tingkat x

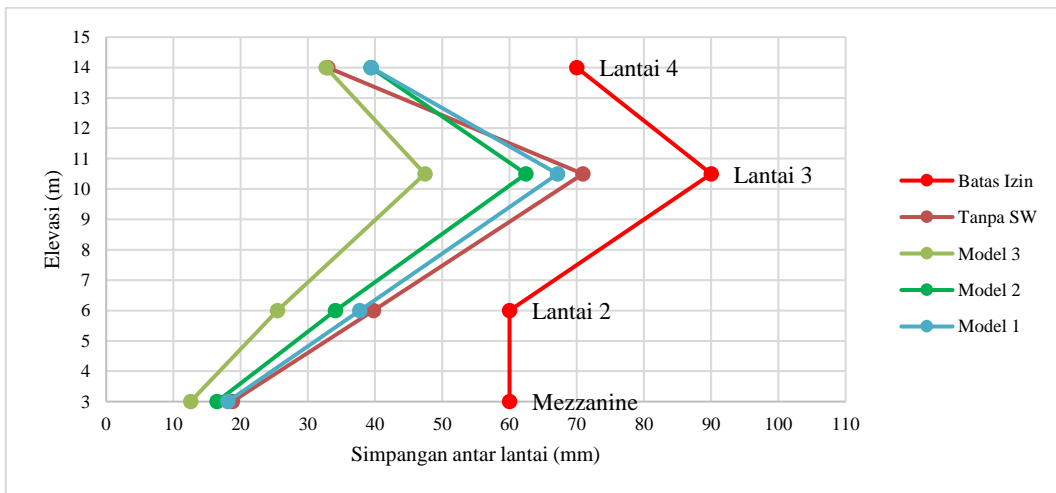
$\delta_x = \frac{\delta_{ex} \times C_d}{I_e}$ = simpangan lateral setelah diamplifikasi faktor perbesaran simpangan lateral pada tingkat x

$\Delta_x = \frac{(\delta_{ex} - \delta_{e(i-1)}) \times C_d}{I_e}$ = simpangan lantai yang diamplifikasi pada tingkat x

Δ_{ijin} = batas ijin simpangan antar lantai



Gambar 9 Grafik perbandingan simpangan antar lantai tingkat akibat beban dinamik arah X



Gambar 10 Grafik perbandingan simpangan antar lantai tingkat akibat beban dinamik arah Y

Berdasarkan hasil pengamatan, penambahan *shear wall* pada struktur mengakibatkan perubahan persentase simpangan antar lantai. Struktur dengan *shear wall* pada model 3 mampu menurunkan nilai simpangan lateral dan simpangan antar lantai secara signifikan. Sebagai contoh, pada arah beban dinamik X, lantai 4 menunjukkan nilai simpangan lateral 23.106 mm dan simpangan antar lantai 36.1295 mm. Dibandingkan dengan struktur tanpa *shear wall* yang memiliki simpangan sebesar 32.024 mm di lantai 4 dan simpangan antar lantai sebesar 37.923 mm, model 3 memiliki nilai dari kedua parameter yang lebih kecil.

Berbeda dengan *shear wall* model 3 yang memiliki nilai simpangan antar lantai yang lebih kecil dari model tanpa *shear wall* pada seluruh lantai, struktur dengan *shear wall* model 1 dan 2 memiliki nilai simpangan antar lantai yang lebih besar, yaitu pada lantai 4. Hal ini dikarenakan oleh dimensi *shear wall* yang pada kedua model yang lebih kecil dibandingkan dengan model 1. Dimensi *shear wall* yang lebih kecil ditambah dengan pengaplikasiannya yang hanya mencapai lantai 4 menyebabkan peningkatan kekakuan yang lebih rendah di lantai tersebut. Hal ini berbeda dengan lantai lainnya yang menerima peningkatan kekakuan dari dinding geser di sisi atas dan sisi bawah lantai. Oleh karena itu, desain *shear wall* yang dapat secara efektif meningkatkan kinerja seismik bangunan dalam hal simpangan antar lantai tingkat adalah model *shear wall* 3.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dan analisis yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Penambahan *shear wall* tidak mengubah arah utama gerakan translasi dan rotasi pada periode getar alami struktur. Nilai modal *mass participation ratio* juga tidak mengalami perubahan signifikan, terbukti dari selisih nilai persentase yang kecil pada tiap mode. Namun, penambahan *shear wall* dapat meningkatkan kekakuan lateral

- struktur, ditandai dengan adanya penurunan nilai periode getar alami pada struktur. Model *shear wall* yang memiliki periode getar alami terkecil untuk mode 1 hingga mode 3 adalah model 3.
2. Penambahan *shear wall* dapat merubah nilai simpangan lateral dan simpangan antar lantai pada struktur. Model *shear wall* yang memiliki dimensi lebar dan tebal yang optimal mampu menurunkan nilai simpangan, sedangkan model *shear wall* dengan lebar yang terlalu kecil dapat menyebabkan distribusi kekakuan yang kurang merata. Hal ini mengakibatkan peningkatan nilai simpangan lantai. Model *shear wall* terbaik yang dapat menurunkan simpangan lateral dan simpangan antar lantai tingkat adalah model 3.
 3. Nilai distribusi beban seismik yang diterima oleh *shear wall* dan rangka berbanding lurus dengan perubahan dimensi pada setiap model.. Penambahan dimensi panjang *shear wall* memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap perubahan daya dukung lateral daripada pengurangan dimensi ketebalan. Hal ini dibuktikan dengan *shear wall* pada model 3 yang menerima beban seismik terbesar dibandingkan dengan model lain.
 4. Secara keseluruhan, model *shear wall* terbaik untuk diterapkan pada struktur adalah model 3.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2019). *Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional Indonesia. <http://sispk.bsn.go.id/SNI/DaftarList>
- Hanif, B. A., & Buwono, H. K. (2014). Analisis pengaruh shear wall terhadap simpangan struktur gedung akibat gempa dinamis. *Konstruksia*, 5(2), 79-101.
- Hasibuan, S. A., & Ma'arif, F. (2022). Optimasi letak shear wall pada struktur gedung. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 5(4), 819-830. <https://journal.untar.ac.id/index.php/jmts/article/view/18143>
- Hasibuan, S., & Hasibuan, R. (2020). Probabilitas percepatan puncak tanah pada gempa signifikan dan merusak wilayah NTT. *Prosiding Snitt Poltekba*, 4, 140-150. <https://jurnal.poltekba.ac.id/index.php/prosiding/article/viewFile/1012/616>
- Ivan, L., & Leo, E. (2019). Analisis dinamik perilaku gedung dengan ketidakberaturan massa pada masing-masing tingkat terhadap beban gempa. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 2(3), 245-254. <https://journal.untar.ac.id/index.php/jmts/article/view/5836>
- Mustika, R., Putra, R. R., & Fitria, R. (2022). Analisis periode getar alami bangunan menggunakan mikrotremor. *Jurnal Teknik Sipil*, 18(2), 328-342. <https://doi.org/10.28932/jts.v18i2.5027>
- Nursani, R., & Noor, D. E. (2023). Analisis pengaruh penambahan dinding geser terhadap perilaku struktur gedung sistem ganda. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 8(2), 105-114.
- Sansujaya, E., Pah, J. J., & Udiana, I. (2021). Studi keefektifan dinding geser pada bangunan tingkat tinggi dalam mengurangi simpangan struktur. *Jurnal Forum Teknik Sipil (J-ForTekS)*, 1(1), 24-34. <https://ejournal.undana.ac.id/index.php/ForTekS/article/download/4073/2550>
- Sharapov, D. A., Gebre, T. H., & Ali, Y. M. (2021). The effect of story drift in a multi-story building under the influence of an earthquake. *Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings*, 17(3), 270-277. <https://journals.rudn.ru/structural-mechanics/article/view/29292>
- Usmat, N. A., Imran, I., & Sultan, M. A. (2019). Analisa letak dinding geser (shear wall) terhadap perilaku struktur gedung akibat beban gempa. *Techno: Jurnal Penelitian*, 8(2), 297-307. <http://dx.doi.org/10.33387/tk.v8i2.1327>
- Violeta, I. (2024). Analisa pengaruh variasi bentuk dan konfigurasi kolom terhadap periode getar struktur. *Jurnal Teknologi Infrastruktur*, 3(1), 1-11. <https://jurnal.upb.ac.id/index.php/ft/article/view/467>