

EFEKTIVITAS KEKUATAN STRUKTUR KOLOM AKIBAT PERUBAHAN FUNGSI GEDUNG PADA PROYEK MAGNA ONE SURABAYA TERHADAP BEBAN GEMPA

Faradiba Dwi Hernita¹, Berkat Cipta Zega²

¹D4 Teknik Sipil, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: faradibadwihernita@gmail.com

²D4 Teknik Sipil, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: berkatzega@unesa.ac.id

Abstrak

Perubahan fungsi bangunan Gedung Magna One Surabaya, semula Full Office menjadi Mixed Use untuk memenuhi kebutuhan pangsa pasar terhadap hunian vertikal di kawasan Surabaya Barat. Hal tersebut mengakibatkan adanya perubahan dimensi dan mutu beton pada struktur kolom gedung. Penelitian ini dilakukan untuk membandingkan simpangan struktur kolom dari kedua model bangunan akibat perubahan fungsi gedung. Metode penelitian menggunakan software SAP 2000 dan mengacu pada SNI 1726:2019. Hasil penelitian ini didapatkan massa struktur Mixed Use lebih besar dari struktur Full Office dengan persentase nilai kenaikan massa struktur 0.3% diakibatkan adanya penambahan perkuatan kolom berupa tulangan utama ekstra, tulangan sengkang ekstra, dan penambahan kait pada kolom struktur lantai 16 hingga 19. Gaya aksial struktur Mixed Use sebesar 17484.71 kN, nilai simpangan maksimum 41.2 mm dalam kategori aman tidak melebihi delta izin, nilai Base Shear Reaction lebih besar pada struktur Mixed Use, untuk periode Mixed Use sebesar 4.24 detik dimana 6.19% lebih kecil dari periode struktur Full Office. Periode struktur yang bekerja pada program SAP 2000 masih dalam batas aman tidak lebih dari 5.425 detik sehingga struktur Mixed Use lebih efektif.

Kata Kunci: Mixed use, Periode, Shear, Simpangan.

Abstract

Changes in the function of the Magna One Surabaya Building, originally Full Office to Mixed Use to meet the market share needs for vertical housing in the West Surabaya area. This resulted in a change in the dimensions and quality of the concrete in the column structure of the building. This research was conducted to compare the column structure deviation of the two building models due to changes in building function. The research method uses SAP 2000 software and refers to SNI 1726:2019. Results in this study, it was found that the mass of the Mixed Use structure is greater than the Full Office structure with a percentage value increase of 0.3% in structural mass due to the addition of column reinforcement in the form of extra main reinforcement, extra stirrup reinforcement, and the addition of hooks to the 16th to 19th floor structural columns. Axial force the Mixed Use structure is 17484.71 kN, the maximum deviation value is 41.2 mm in the safe category not exceeding the permit delta, the Base Shear Reaction value is greater in the Mixed Use structure, for the Mixed Use period it is 4.24 seconds which is 6.19% more smaller than the period of the Full Office structure. The structure period that works on the SAP 2000 program is still within safe limits of no more than 5.425 seconds so that the Mixed Use structure is more effective.

Keywords: Displacement, Mixed Use, Period, Shear.

PENDAHULUAN

Indonesia termasuk kedalam salah satu negara dengan tingkat intensitas bencana gempa bumi yang tinggi disebabkan oleh letak geografis Indonesia pada jalur cincin api (*ring of fire*) kawasan pasifik dan pertemuan tiga lempeng tektonik besar dunia, yaitu lempeng indo-australia, lempeng eurasia dan lempeng pasifik. Pergerakan antara lempeng tersebut mengakibatkan terjadinya gempa bumi dan menimbulkan sesar regional yang menjadi pusat gempa bumi (Mansyur 2020).

Berdasarkan artikel dari Pusat Vulkanologi Dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG) sejak Tahun 2000 hingga 2022 telah terjadi sebanyak 5 hingga 26 kejadian gempa bumi merusak (*Destructive Earthquake*) yang mengakibatkan terjadinya kerusakan pada struktur bangunan diantaranya terjadi di beberapa kota di Indonesia yaitu Halmahera Utara tanggal 10 Januari 2022 dan 18 April 2022, gempa bumi Pasaman tanggal 25 Februari 2022, gempa bumi Ketapang tanggal 1 Juli 2022, gempa bumi Cianjur tanggal 21 November 2022, dan gempa bumi Situbondo tanggal 23 November 2022.

Data terbaru kejadian gempa bumi dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) yang terjadi sepanjang periode 1-16 Januari 2023 telah terjadi 10 gempa bumi dengan kekuatan lebih dari 5 Magnitudo di Kota Aceh, Bogor, Kaur, Waropen Papua, Maluku Tenggara Barat, Pacitan Jawa Timur, Kota Jayapura, dan Kaimana Papua Barat. Struktur konstruksi bangunan tahan gempa dan analisis perhitungan harus diperhatikan bagi pembangunan gedung bertingkat agar bisa merespons gempa, dengan sikap bertahan dari keruntuhan dan bersifat fleksibel untuk meredam getaran gempa.

Kegagalan struktur pada pembangunan proyek konstruksi gedung sering disebabkan oleh gempa, untuk mengatasinya diperlukan perencanaan konstruksi aman dan tingkat kegagalan struktur yang minimum. Salah satu inovasi design struktur *Strong Column Weak Beam* atau biasa disebut “Kolom Kuat

Balok Lemah” memiliki sifat fleksibel dan daktilitas yang tinggi, sehingga dapat merencanakan gaya gempa minimum (Ariana 2016). Kolom berfungsi sangat penting pada struktur gedung sebagai penerus utama beban seluruh bangunan yang kemudian didistribusikan ke permukaan tanah dan memperkuat struktur bangunan dari kerusakan atau resiko bangunan runtuh akibat gempa.

Seluruh wilayah Kota Surabaya termasuk kategori kawasan rawan bencana gempa menengah, hal tersebut terbukti dari laporan Studi Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG) Tahun 2022 yang mencatat dari hasil pemetaan kawasan Surabaya berpotensi terkena guncangan gempa bumi berskala VII-VIII MMI (0,20-0,25 Gravitasi) ditunjukkan dengan zona kuning yang dapat mengakibatkan sebagian bangunan roboh, kaca pecah, dan struktur bangunan mengalami kerusakan ringan sampai sedang.

Wilayah Kota Surabaya merupakan wilayah yang rawan terhadap gempa bumi. Kota Surabaya adalah kawasan strategis yang mendukung perkembangan Industri CBD (*Central Business District*), di Surabaya Barat banyak ditemui Proyek Pembangunan *High Rise Building* yang tentunya dibutuhkan kekuatan dari struktur kolom pada gedung untuk meminimalisir keruntuhan akibat gempa (Purnomo dan Septanti 2021).

Selain itu Kota Surabaya yang semakin padat menimbulkan ketidaknyamanan beraktivitas di dalam kota, menuntut desain kawasan tata letak bangunan, kebutuhan ruang yang tinggi dan penggunaan ruang yang kompak, efisien, serta nyaman. Proyek *Mixed-Use Building* merupakan salah satu alternatif yang mampu menampung berbagai fungsi dalam satu lingkup. Fungsi bangunan tersebut terdiri dari fungsi hunian, perkantoran, dan pusat perbelanjaan (Saputra, Belgawan, And Roy N.D. 2021).

Proyek superblok mall perbelanjaan, hunian, dan kantor Magna One Surabaya yang berlokasi di Jalan HR Muhamad Surabaya Barat mengusung konsep *Mixed Use Building* dengan fungsi *Low-Zone* (Gedung Perkantoran) dan *High-Zone* (Hunian Apartemen) memanfaatkan minat masyarakat perkotaan, menyesuaikan kebutuhan pangsa pasar terhadap kebutuhan hunian vertikal serta kawasan yang terintegrasi.

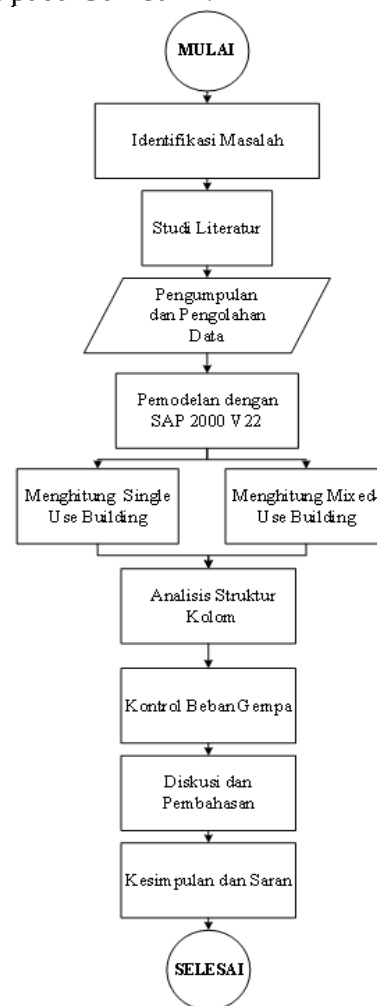
Pada konstruksi Proyek Gedung Magna One Surabaya yang semula difungsikan sebagai *Single Use Building* (Gedung Perkantoran) menjadi *Mixed Use Building* (Bangunan yang memiliki fungsi lebih dari satu) yaitu perkantoran dan hunian apartemen. Akibat perubahan fungsi sebagian struktur atas Gedung Magna One Surabaya menjadi apartemen, menyebabkan ada perubahan dimensi dan mutu beton kolom. Faktor Geografis dan Faktor Keutamaan Fungsi Gedung berpengaruh terhadap penentuan pembebanan beban gempa serta perkuatan struktur kolom. Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian tentang bagaimana efektifitas kekuatan struktur kolom akibat perubahan fungsi gedung pada proyek Magna One Surabaya terhadap beban gempa.

Penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui pemodelan *Single Use Building* dan *Mixed Use Building* menggunakan *software* SAP 2000 V22 dan mengetahui metode perkuatannya akibat perubahan fungsi gedung terhadap Beban Gempa. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi, acuan tambahan, pemodelan dalam menganalisis penyesuaian struktur kolom pada bangunan alih fungsi. Sekaligus mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam dunia teknik sipil khususnya bidang struktur bangunan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian dengan pemodelan menggunakan *software* SAP 2000 V22.

Tahapan pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir (*Flowchart*) Penelitian.

Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data proyek Magna One Surabaya diantaranya informasi proyek, fungsi awal bangunan sebelum terjadi perubahan fungsi, data perkuatan struktur, denah perencanaan, denah eksisting, *shopdrawing*, mutu beton, dimensi kolom, dan penulangan kolom. Kemudian dilakukan pemodelan struktur bangunan menggunakan program SAP 2000, input struktur, data tanah, data gempa dan perencanaan. output pemodelan berupa bangunan *single use building* dan *mix use building*. dilanjutkan menganalisis struktur kolom menggunakan data sebelum perubahan fungsi sebagai perkantoran. Kontrol beban gempa diperoleh dari data

puskim, SNI 1726:2019, dan data simulasi berdasarkan analisis bangunan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data struktur kolom *Full Office* dan *Mixed Use* pada proyek Magna One Surabaya dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Data Struktur Full Office Magna One Surabaya

Data Struktur <i>Full Office</i>					
Struktur Kolom					
Lantai	Tipe Kolom	Dimensi			Mutu Beton
		p(m)	l(m)	t(m)	
Lt.1-3	K1	1	1,6	4,8	45
Lt.4-5	K2	1	1,4	4,8	45
Lt.6-8	K3	1	1,2	4,8	45
Lt.9-13	K4	1	1	4,8	45
Lt.14-15	K5	0,9	0,9	4,8	45
Lt.16-17	K6	0,85	0,85	4,8	45
Lt.18-19	K6	0,85	0,85	4,8	40
Lt.20	K6	0,85	0,85	4,8	35
Lt.21-24	K6	0,85	0,85	4,8	35
Lt.25-35	K6	0,85	0,85	4,8	25

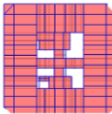
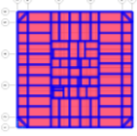
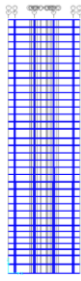
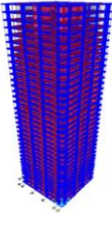
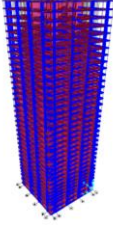
Tabel 2. Data Struktur Mixed Use Magna One Surabaya

Data Struktur Mixed Use Building					
Struktur Kolom					
Lantai	Tipe Kolom	Dimensi			Mutu Beton
		p(m)	l(m)	t(m)	
Lt.1-2	K1	1	1,6	4,8	45
Lt.3	K1	1	1,6	3,2	45
Lt.4-5	K2	1	1,4	3,2	45
Lt.6-7	K3	1	1,2	3,2	45
Lt.8	K3	1	1,2	3,9	45
Lt.9-14	K4	1	1	3,9	45

Lt.15	K5	0,9	0,9	3,9	45
Lt.16-19	K5	0,9	0,9	3,9	45
Lt.20	K5	0,9	0,9	5	45
Lt.21	K5	0,9	0,9	3,9	45
Lt.22	K6	0,85	0,85	3,9	45
Lt.23	K6	0,85	0,85	3,9	40
Lt.24-26	K6	0,85	0,85	3,9	35
Lt.27-35	K6	0,85	0,85	3,9	25

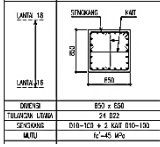
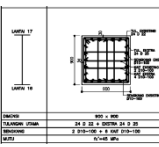
Pada penelitian ini bangunan terlebih dahulu dimodelkan dengan program SAP 2000 V22 ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pemodelan SAP 2000 V22.

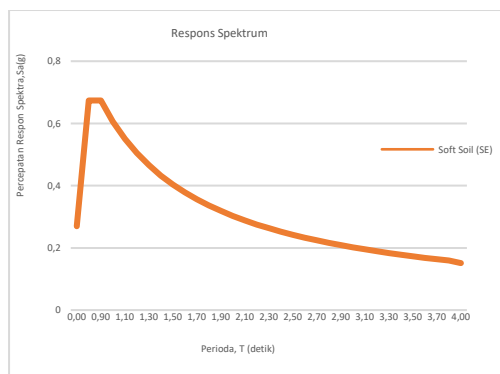
	Pemodelan Struktur <i>Full Office</i>	Pemodelan Struktur <i>Mixed Use</i>
Denah (Arah X-Y)		
Pemodelan 2D (Arah X-Z)		
Pemodelan 3D		

Penambahan Perkuatan struktur kolom pada Kolom Lantai 16 hingga Lantai 19 ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perkuatan Struktur Kolom pada Lantai 16 hingga Lantai 19.

	Struktur Kolom Full Office	Struktur Kolom Mixed Use
Penambahan:		
Tulangan utama (Ekstra), Tulangan Senggang, dan Tulangan Kait.		

Spektrum Respons Desain



Gambar 2 Grafik Respon Spektrum Desain
Sumber: Puskim-Pusgen-Esrc, 2019-2020.

Gaya Aksial

Gaya Aksial yang bekerja pada struktur *Full Office* dan *Mixed Use* ditunjukkan pada Tabel 5.

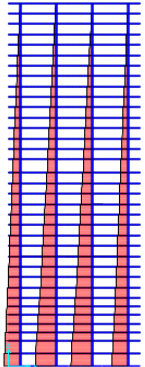
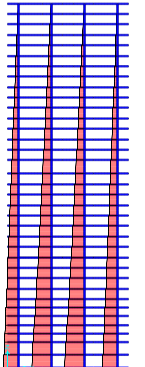
Tabel 5. Gaya Aksial pada Struktur *Full Office* dan *Mixed Use*

Gaya Aksial	Object	Gaya Aksial	Persentase penurunan
	Number	Kn	%
<i>Mixed Use</i>	7639	17484.71	12 %
<i>Full Office</i>	376	15380.54	

Berdasarkan Hasil Output SAP 2000 Gaya Aksial Lebih Besar Bekerja Pada Struktur

Mixed Use dengan nilai Gaya Aksial sebesar 17484.71 kN sedangkan Gaya Aksial Struktur Full Office Gaya Sebesar 15380.54 kN, Sehingga Selisih Gaya Aksial Sebesar 12%. Output Gaya aksial dari program SAP 2000 pada struktur *Full Office* dan *Mixed Use* dapat dilihat pada Tabel 6.

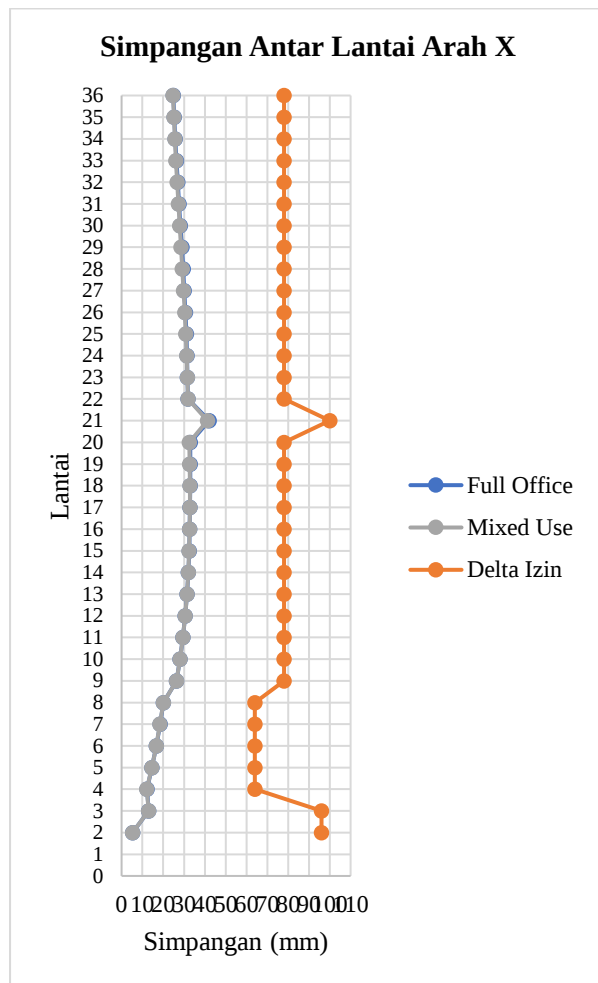
Tabel 6. Gaya Aksial Output SAP 2000.

	Gaya Aksial Full Office	Gaya Aksial Mixed Use
Hasil Gaya Aksial		

Simpangan antar Lantai

Berdasarkan Nilai Simpangan Antar Lantai Arah X Sebesar 41.2 mm Pada Struktur Mixed Use Simpangan Maksimum Pada Office Sebesar 42.1 mm. Simpangan lantai full office dan mixed use masih dibawah delta izin yang artinya dalam kategori aman terhadap *displacement*. Simpangan Arah X

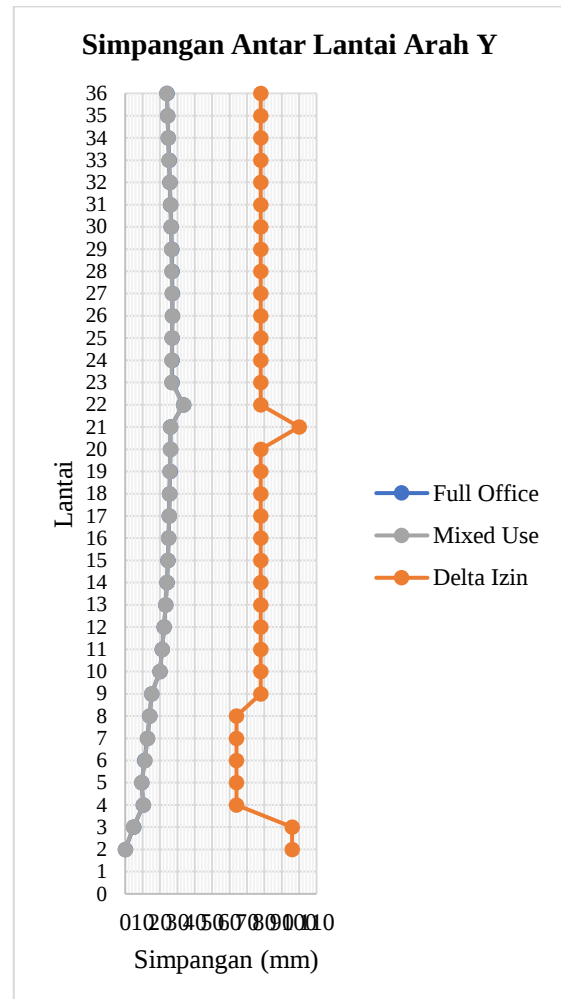
dan Arah Y disajikan pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3 Grafik Simpangan Antar Lantai Arah X Bangunan *Full Office* dan *Mixed Use*.

Berdasarkan Nilai Simpangan Antar Lantai ditunjukkan pada Grafik yang berhimpitan, Arah Y Sebesar 33,48 mm Pada Struktur Mixed Use dan Diperoleh Simpangan Maksimum Pada Office Sebesar 33,53 mm Simpangan lantai full office dan mixed use

masih dibawah delta izin yang berarti aman terhadap *displacement*.



Gambar 4 Grafik Simpangan Antar Lantai Arah Y Bangunan *Full Office* dan *Mixed Use*.

Base Shear Reaction

Gaya Geser Dasar Yang Bekerja Pada Struktur *Full Office* Dan Struktur *Mixed Use* Ditunjukkan Pada Tabel 7

Tabel 7. Hasil *Base Shear Reaction*

	Full Office	Mixed Use	Persentase Selisih
Base Shear	Fx = 12163,047 kN	Fx = 14736,689 kN	17,46%
	Fy = 13525,789 kN	Fy = 16016,933 kN	15,55%

Berdasarkan Hasil *Output* Program SAP 2000 *Base Shear Reaction* pada struktur *Mixed Use* lebih besar dibandingkan

dengan struktur *Full Office* memiliki persentase perbandingan arah X sebesar 17.46% dan arah Y sebesar 15.55%.

Periode Struktur (T)

Periode Struktur Yang Bekerja Pada Struktur Full Office Dan Mixed Use ditunjukkan pada Tabel 8

Tabel 8. Hasil Periode Struktur

Periode Struktur	Full Office	Mixed Use
	Detik	Detik
	4.52	4.24

Berdasarkan Hasil yang diperoleh dari SAP 2000 periode struktur yang bekerja masih batas diizinkan dikarenakan periode kedua struktur kurang dari 5.425 detik. periode yang bekerja pada struktur *full office* sebesar 4.52 detik, sedangkan pada struktur *mixed use* sebesar 4.24 detik.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Perhitungan massa struktur kolom *mixed used* akibat perubahan fungsi memiliki massa lebih besar 91270 t sedangkan struktur *full office* memiliki massa struktur lebih kecil sebesar 90964.47 t. Sehingga massa struktur *mixed use* mengalami kenaikan 0.3% akibat adanya penambahan perkuatan kolom berupa tulangan ekstra dari 24 D22 menjadi 24 D22 + 24 D25, penambahan tulangan Sengkang ekstra dari D10-100 menjadi 2 D10-100, dan penambahan kait dari 2 Kait D10-100 menjadi 8 kait D10-100 pada kolom struktur lantai 16 sampai dengan lantai 19.
- Efektivitas kekuatan stuktur kolom *mixed use* akibat perubahan fungsi bangunan memiliki nilai gaya aksial sebesar 17484.71 kN sedangkan gaya

aksial pada struktur *full office* sebesar 15380.54 kN selisih nilai gaya aksial pada kedua struktur sebesar 12%. Sehingga struktur kolom *mixed use* lebih efektif.

- Kontrol beban struktur *Mixed Use* akibat alih fungsi bangunan memiliki simpangan maksimum lebih kecil sebesar 41.2 mm dibandingkan struktur *Full Office* yang memiliki simpangan maksimum lebih besar 42.1 mm.
- *Base Shear Reaction* struktur *Full Office* dengan *Mixed Use* arah X sebesar 17.46% dan arah Y sebesar 15.55% sehingga *Base Shear Reaction* lebih besar pada struktur *Mixed Use* dibandingkan dengan *Full Office*, dan pada periode struktur yang bekerja pada struktur *mixed use* mengalami penurunan sebesar 6.19% dibandingkan struktur *full office*, sehingga periode struktur yang bekerja pada program SAP 2000 masih dalam batas aman tidak lebih dari 5.425 detik.

REFERENSI

- Artikel PVMBG, <https://vsi.esdm.go.id/>, Diakses Pada 14 Februari 2023.
- Badan Meteorologi, Klimatologi, Dan Geofisika (BMKG) <https://www.bmkg.go.id/>, Diakses 14 Februari 2023.
- Daerah, D I, Rawan Gempa, And Mengacu Pada. 2021. "Gedung Perhotelan Di Daerah Rawan Gempa Mengacu Pada Sni 1726-2012 (The Effect Of Column Dimension Variation On The Performance Of Ultimate Limits In Hospitality Building In."
- Hastono, K.Budi. 2018. "Efektifitas Kolom Dengan Tulangan Cold-Formed Type Hollow Dalam Memikul Beban Aksial." *Agregat* 2(2): 166–74.
- Kolom, Permodelan, dan Balok. 2019. "Perencanaan_High_Rise_Building_Atau_Bangunan_Berti." 1(2): 1–9.
- Kristiyanto, Hery, And Fery Syahputra. 2021. "Analisis Perubahan Luas

- Tulangan Kolom Akibat Pengaruh Pemasangan Dinding Geser.” *Civitech* 11(1): 1–8.
- Mansyur, Mansyur. 2020. “Evaluasi Bangunan 41 Lantai Tahan Gempa Dengan Analisis Dinamik Spektrum Respons Ragam.” *Saintifik* 6(2): 93–103.
- Muhtar, Muhtar. “Efektivitas Kekakuan Struktur Bangunan Gedung Terhadap Gempa.” : 41–49.
- Nuklirullah, M Et Al. 2021. “Analisis Struk. Balok Dan Plat.” *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil* 10(2): 101–10.
- Post, Lampung. 2017. “Manado Press Tower (.” : 219–28.
- Prakoso, Gatot Ario, Iwan Priyoga, And Adi Sasmito. “Mixed Use Building Di Tembalang Semarang Denganpendekatan Desainarsitektur Modern.” (1): 1–14.
- Prasetyo, Danang, Ratih Prawesti, Sugiharto, And Sukoyo. 2018. “Perkuatan Struktur Kolom Dan Balok Akibat Perubahan Layout Ruang Dengan Metode Cfrp.” *Wahana Teknik Sipil* 23(1): 29–36.
- Purnomo, Aisyah Dwika Adinda, And Dewi Septanti. 2021. “Perancangan Mixed-Use Building Dalam Kawasan Central Business District.” *Jurnal Sains Dan Seni Its* 9(2): 52–57.
- Putra, Fariz Harjanto Muhammad. 2021. “Perancangan Bangunan Mixed Use Hunian Vertikal, Homestay Serta Mewadahi Aktivitas Wisata Di Perkampungan Prawirotaman, Yogyakarta.”
- Saputra, Rahman, Ismet Belgawan, And Harun Roy. “Perancangan Proyek Mixed Use Building Dengan Konsep Biofilik.” : 1–12.
- Shobari, E, K Affandi, And ... 2022. “Mixed-Use Building Design Apartments And Commercial Building.” *Jurnal Arsitektur Archicentre*: 1–36.
- SNI 1726-2019. 2019. “SNI 1726:2019.” *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung* (8): 254.
- Struktur, Perkuatan, Gedung Akibat, And Alih Fungsi. 2013. “Akibat Alih Fungsi Bangustruktur, P., Akibat, G., & Fungsi, A. (2013). Akibat Alih Fungsi Bangunan.Nan.”
- Winita, Asri, And Relly Andayani. 2021. “Analysis Of Column Geometry Efficiency On Slender Building With Strength And Structure Capacity.” 20(2): 178–89.
- Yuniva, Tika, Dewi Sulistyorini, And M Afif Shulhan. 2022. “Bentuk Penampang (Studi Kasus Struktur Kolom Rumah Susun Di Yogyakarta).” 08(2019): 102–9.