



p-ISSN 2085-8507
e-ISSN 2722-3280

TECHNOLOGIC

VOLUME 15 NOMOR 2 | DESEMBER 2024

POLITEKNIK ASTRA

Jl. Gaya Motor Raya No. 8 Sunter II Jakarta Utara 14330

Telp. 021 651 9555, Fax. 021 651 9821

www.polytechnic.astra.ac.id

Email: editor.technologic@polytechnic.astra.ac.id

DEWAN REDAKSI

Technologic

Ketua Editor:

Dr. Ir. Setia Abikusna, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng. (Politeknik Astra)

Dewan Editor:

Lin Prasetyani, S.T., M.T. (Politeknik Astra)
Dr. Rida Indah Fariani, S.Si., M.T.I (Politeknik Astra)
Dr. Yohanes Tri Joko Wibowo, S.T., M.T. (Politeknik Astra)
Dr. Eng. Tresna Dewi, S.T., M.Eng (Politeknik Negeri Sriwijaya)

Mitra Bestari:

Abdi Suryadinata Telaga, Ph.D. (Politeknik Astra)
Dr. Eng. Agung Premono, S.T., M.T. (Universitas Negeri Jakarta)
Harki Apri Yanto, Ph.D. (Politeknik Astra)
Dr. Ir. Lukas, MAI, CISA, IPM (Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya)
Prof. Dr. Ir. Muhammad Mukhlisin MT., IPM. (Politeknik Negeri Semarang)
Dr. Ir. Sirajuddin, ST., MT., IPU (Universitas Sultan Ageng Tirtayasa)
Dr. Eng. Syahril Ardi, S.T., M.T. (Politeknik Astra)
Dr. Eng. Tresna Dewi, S.T., M.Eng. (Politeknik Negeri Sriwijaya)

Asisten Editor:

Asri Aisyah, A.md. (Politeknik Astra)
Kristina Hutajulu, S.Kom., M.Kom. (Politeknik Astra)

Kantor Editor:

Politeknik Astra
Jl. Gaya Motor Raya No. 8 Sunter II Jakarta Utara 14330
Telp. 021 651 9555, Fax. 021 651 9821
www.polytechnic.astra.ac.id
Email: editor.technologic@polytechnic.astra.ac.id

EDITORIAL

Pembaca yang budiman,

Puji syukur kita dapat berjumpa kembali dengan Technologic Volume 15 No. 2, Edisi Desember 2024.

Pembaca, Jurnal Technologic Edisi Desember 2024 kali ini berisi 10 manuskrip.

Atas nama Redaksi dan Editor, kami do'akan semoga dalam keadaan sehat selalu, dan semoga di tahun 2025 semakin sukses dan berjaya, tak lupa kami haturkan terima kasih atas kepercayaan para peneliti dan pembaca, serta selamat menikmati dan mengambil manfaat dari terbitan Jurnal Technologic kali ini.

Perlu kami sampaikan bahwa saat ini Jurnal Technologic masih dalam proses akreditasi jurnal, mohon dukungan dari para peneliti dan pembaca agar proses tersebut lancar dan mendapat hasil yang maksimal.

Selamat membaca!

DAFTAR ISI

INTEGRASI <i>BUILDING INFORMATION MODELING</i> (BIM) DAN <i>AUGMENTED REALITY</i> (AR) PADA <i>WAYFINDING SYSTEM</i> DI KAMPUS POLITEKNIK ASTRA (STUDI KASUS: AREA UPT. SIPIL)	1
Andrias Rianu Saputro dan Dica Rosmyanto	
MENINGKATKAN EFEKTIVITAS PROSES <i>BLEEDING</i> SISTEM REM DENGAN SST <i>BRAKE BLEEDER</i> DI PT XYZ	8
M Asyraf Fala, Wanda, Rusdi Febriyanto, Yohanes Agung Purwoko, dan Elroy FKP Tarigan	
PERANCANGAN SISTEM OTOMASI MESIN PEMBUAT WADAH MAKAN RAMAH LINGKUNGAN DARI PELEPAH PINANG BERBASIS PLC	15
Lin Prasetyani , Khairunnisa Cahya, Muhammad Iqbal , Naila Zalfa, dan Pengki Mulyanto	
OPTIMASI PENGGUNAAN LAMPU PADA AREA PAINTING DI PT X DITINJAU DARI ENERGI DAN EMISI DENGAN MENGGUNAKAN BIM	23
Mohamad Heri Sukantara, Herdimas, dan Putri Sheila Wulandari	
PENINJAUAN KEMBALI GEDUNG PRODUKSI PT.X MENURUT SNI 1726:2012 DAN PEMBARUAN SNI 1726:2019 MENGGUNAKAN SOFTWARE ETABS	30
Henkhi Krismayanto , dan Bimo Satria Wibowo	
RANCANG BANGUN APLIKASI SURVEI KEPUASAN PELANGGAN BERBASIS WEB UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS LAYANAN: STUDI KASUS DI PT XYZ	37
Rinald Pintara Paningku, Arie Kusumawati, Raden Rara Kartika Kusuma Winahyu	
EFISIENSI PENGAMBILAN DATA PENJUALAN PRODUK PADA SAP HYBRIS MELALUI IMPLEMENTASI <i>ROBOTIC PROCESS AUTOMATION</i> (RPA) DI PT PQRS	46
Sasmito Budi Utomo, Alifya Nika Gusma, dan Muhammad Tessar Radiputro	
PERANCANGAN STRUKTUR PANEL SURYA DENGAN SISTEM PERGERAKAN SEMI OTOMATIS UNTUK PRODUK <i>TOWER LAMP</i> LS4-2000	55
Pramana Sidik , Heri Sudarmaji	
PENENTUAN SKALA PRIORITAS PERBAIKAN JALAN DENGAN METODE <i>ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS</i> PADA PERKEBUNAN SAWIT	65
K. Setiawati, Andry Wisnu Prabowo, Inggar Wahyu	
ANALISIS FAKTOR KERUSAKAN JALAN MENGGUNAKAN METODE REGRESI LINIER BERGANDA PADA AKSES JALAN PERKEBUNAN SAWIT	71
K. Setiawati, M. D. Ayandi	

PENINJAUAN KEMBALI GEDUNG PRODUKSI PT.X MENURUT SNI 1726:2012 DAN PEMBARUAN SNI 1726:2019 MENGGUNAKAN SOFTWARE ETABS

Henkhi Krismayanto^{1*}, dan Bimo Satria Wibowo²

1,2. Jurusan Teknik Sipil & Infrastruktur, Program Studi Teknologi Konstruksi Bangunan Gedung, Politeknik Astra, Jl. Gaharu Blok F3 Delta Silicon II Cibatu, Cikarang Selatan Kabupaten Bekasi Jawa Barat 17530

E-mail: Henkhi.krismayanto@polytechnic.astra.ac.id*

Abstract-- Standar Nasional Indonesia (SNI) 1726:2012 an update SNI 1726:2019 become important guidelines in earthquake-resistant building design. The purpose of this study is to examine the suitability of building structural dimensions designed using SNI 1726:2012 with the requirements of SNI 1726:2019. To know the comparison of earthquake resistance to the combination of loads that occur in building structures using SNI 1726:2012 with SNI 1726:2019. To get a comparison of the behavior of building structures using earthquake regulations SNI 1726:2012 with SNI 1726:2019. To know the effect of earthquake structures on building repair costs. The results show that the building designed based on SNI 1726:2012 is structurally safe, while the design based on SNI 1726:2019 shows shear failure in eight beams, although the structural deformation in both models is still within the allowable limits. A significant difference is also seen in the number of modes required to achieve 90% mass participation, which is more in SNI 1726:2019. This indicates that the latest standards take into account the potential for larger earthquakes. Shear failure in the SNI 1726:2019 model requires reinforcement using Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) or steel jacketing, with CFRP being the more economical option. This research highlights the importance of following the latest standards, namely SNI 1726:2019, in earthquake-resistant building design. This standard considers the potential for larger earthquakes and requires stricter designs to ensure the safety and resilience of structures in earthquake-prone areas such as Indonesia.

Keyword: Structure, earthquakes, SNI 1726:2012, SNI 1726:2019, CRFP, & Steel Jacketing

Abstrak-- Standar Nasional Indonesia (SNI) 1726:2012 dan pembaruannya SNI 1726:2019 menjadi panduan penting dalam desain bangunan tahan gempa. Tujuan penelitian ini memeriksa kesesuaian dimensi struktur bangunan yang dirancang menggunakan SNI 1726:2012 dengan persyaratan SNI 1726:2019. Mengetahui perbandingan ketahanan gempa terhadap kombinasi pembebanan yang terjadi pada struktur gedung dengan menggunakan SNI 1726:2012 dengan SNI 1726:2019. Mendapatkan perbandingan perilaku struktur bangunan gedung dengan menggunakan peraturan gempa SNI 1726:2012 dengan SNI 1726:2019. Mengetahui pengaruh struktur gempa terhadap biaya perbaikan bangunan. Hasilnya menunjukkan bahwa bangunan yang dirancang berdasarkan SNI 1726:2012 aman secara struktural, sedangkan desain berdasarkan SNI 1726:2019 menunjukkan kegagalan geser pada delapan balok, meskipun deformasi struktur pada kedua model masih berada dalam batas yang diizinkan. Perbedaan signifikan juga terlihat pada jumlah ragam yang diperlukan untuk mencapai 90% partisipasi massa, yang lebih banyak pada SNI 1726:2019. Hal ini mengindikasikan bahwa standar terbaru memperhitungkan potensi gempa yang lebih besar. Kegagalan geser pada model SNI 1726:2019 memerlukan perkuatan menggunakan Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) atau steel jacketing, dengan CFRP menjadi opsi yang lebih ekonomis. Penelitian ini menyoroti pentingnya mengikuti standar terbaru, yaitu SNI 1726:2019, dalam desain bangunan tahan gempa. Standar ini mempertimbangkan potensi gempa yang lebih besar dan menuntut desain yang lebih ketat untuk memastikan keamanan dan ketahanan struktur di wilayah rawan gempa seperti Indonesia.

Kata Kunci : Struktur, Gempa, SNI 1726:2012, SNI 1726:2019, CRFP, & Steel Jacketing

I. PENDAHULUAN

Indonesia yang terletak di zona *ring of fire* memiliki kondisi tektonik yang aktif. Pergerakan dan interaksi lempeng mengakibatkan terakumulasi energi yang dapat dilepaskan tiba-tiba menyebabkan gempa bumi.

Badan Meterorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) (2021), Lokasi geografis Indonesia menjadi

salah satu negara paling rawan gempa di dunia. Gempa bumi dapat terjadi dimana saja dan kapan saja di seluruh wilayah Indonesia, baik di darat maupun di laut. Gempa dangkal dekat pusat hunian berpotensi besar adanya kerusakan dan korban jiwa. Oleh karena itu, masyarakat perlu waspada dan memahami cara-cara mitigasi gempa untuk meminimalisir risiko dan dampak bencana.

Pusat Studi Gempa Nasional (2017) menjelaskan terdapat penelitian dan publikasi setelah 2010 terkait parameter sumber gempa Indonesia terkini seperti geologi Jawa, sesar Lembang, geologi Sulawesi, Papua, dan relokasi gempa yang banyak berkontribusi pada pembaruan peta sumber dan bahaya gempa nasional 2017. Namun, kajian dalam penelitian ini tidak hanya berfokus pada karakteristik gempa, tetapi juga pada analisis struktur bangunan terhadap gempa dengan menggunakan perangkat lunak ETABS (Extended Three Analysis Building Systems).

Menurut Chopra (2017), ETABS merupakan salah satu perangkat lunak yang dirancang untuk analisis struktur dan permodelan bangunan bertingkat, memiliki keunggulan dalam menangani beban gempa dibandingkan perangkat lunak lain seperti SAP2000 (*Structural Analysis Program* 2000).

Keunggulan ETABS meliputi antarmuka yang lebih intuitif, kemampuan menangani struktur kompleks, serta integrasi dengan standar desain gempa internasional. Dengan membandingkan ETABS terhadap perangkat lunak lainnya, penelitian ini bertujuan memberikan justifikasi atas pilihan metode analisis yang paling efektif dan efisien dalam menghadapi risiko gempa di Indonesia.

Tata cara perencanaan ketahanan gempa SNI 1726:2012 dengan SNI 1726:2019 Terkait dengan adanya perubahan mengenai perencanaan ketahanan gempa yang diterbitkan oleh pemerintah, maka diperlukannya riset mengenai perbandingan parameter desain ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dari standar perencanaan ketahanan lama dengan yang terbaru. Berikut adalah tujuan dari penelitian ini :

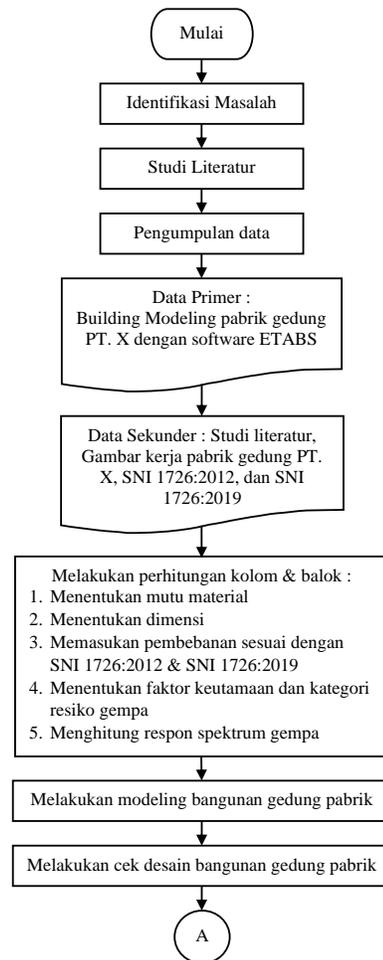
- Memeriksa kesesuaian dimensi struktur bangunan yang dirancang menggunakan SNI 1726:2012 dengan persyaratan SNI 1726:2019.
- Mengetahui perbandingan kuat tekan gempa terhadap kombinasi pembebanan yang terjadi pada struktur gedung dengan menggunakan SNI 1726:2012 dengan persyaratan SNI 1726:2019.
- Mendapatkan perbandingan perilaku struktur bangunan gedung dengan menggunakan SNI 1726:2012 dengan persyaratan SNI 1726:2019.
- Mengetahui pengaruh struktur gempa terhadap biaya perbaikan bangunan.

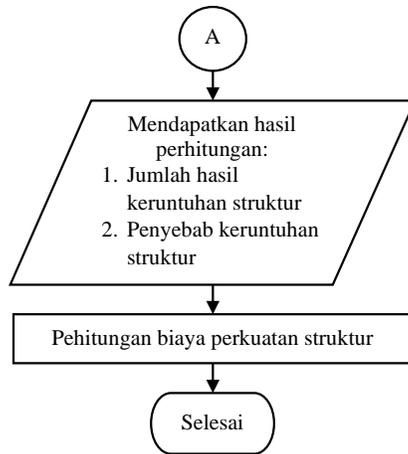
Berdasarkan computer & structure, inc. program software ETABS adalah alat untuk menghitung struktur suatu bangunan. Program ini sangat berguna untuk analisis bangunan. Alat ini mempercepat proses perhitungan dengan akurasi tinggi.

Penggunaan ETABS dikaitkan dengan desain gedung bertingkat untuk menghitung berat struktur dan beban. Beban seismik diperiksa dengan dua analisis, fungsi beban respon spektral menggunakan fungsi waktu historis. Analisis seismik (gempa) dan angin dapat dihitung secara otomatis.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang di gunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dimana dalam penelitian ini dengan desain ekerimental. Dalam penelitian ini data di kumpulkan dari bangunan gedung yang sudah selesai pembangunan untuk digunakan peraturan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 untuk mengetahui perbandingan perilaku Gedung terhadap gempa. Gambar 1 berikut ini merupakan tahapan pada penelitian ini.





Gambar 1. Tahapan Penelitian

Berdasarkan gambar 1 terdapat beberapa tahapan alur penelitian dalam penyusunan penelitian ini, berikut penjelasan dari tahapan tersebut:

- **Identifikasi Masalah**
Menentukan tema atau topik permasalahan berdasarkan hasil literatur.
- **Studi Literatur**
Penulis mencari studi literatur dengan melakukan pencarian jurnal penelitian terdahulu.
- **Pengumpulan Data**
Data primer dan sekunder. Diperoleh dari perusahaan berupa *Softdrawing* dan data sekunder berupa jurnal-jurnal terdahulu.

Tabel 1 Jurnal terdahulu (5 tahun terakhir)

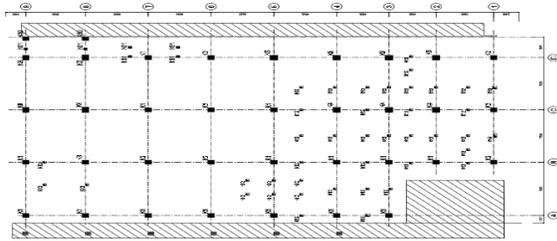
No.	Nama Jurnal	Penulis	Tahun
1	Metode analisis perhitungan struktur bangunan tahan gempa (studi kasus gedung e & f universitas muhammadiyah sukabumi)	M. R. Faillah	2020
2	Pembandingan perancangan bangunan tahan gempa Menggunakan SNI 1726:2012 Dan SNI 1726:2019	A. Wicaksana & A. Rosyidah	2021
3	Perbandingan perencanaan gedung tahan	P. A. Kalkulus	2022

	gempa dengan menggunakan SNI 1726: tahun 2002, 2012, dan 2019	& Y. Risdiyanto	
4	Pengaruh wiremesh pada panel mortar geopolimer sebagai perkuatan geser balok beton bertulang	Anggara	2023
5	Alternatif retrofitting pada kolom dengan metode steel jacketing (studi kasus gedung mess korem 012/TU ujing karang)	Rahman & A. Samsunan, dkk	2024

- **Melakukan Perhitungan dan Syarat**
Mutu bangunan dan menentukan dimensi sesuai dengan data yang di berikan. Penulis melakukan kombinasi pembebanan, selanjutnya penulis menentukan faktor keutamaan gempa dan kategori resiko gempa sesuai dengan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 dan yang terakhir penulis melakukan analisis respon spektrum.
- **Modeling Bangunan Menggunakan Software Etabs**
Memodelkan bangunan yang mengacu dengan gambar kerja yang di hasilkan kedalam software etabs untuk melakukan analisis di dalam software.
- **Cek Desain Struktur**
Penulis menjalankan analisis dari software etabs untuk mengetahui keamanan struktur dan mendapatkan hasil untuk mengetahui Perilaku Struktur terhadap gempa keruntuhan struktur beserta penyebabnya.
- **Perhitungan Biaya perkuatan**
Perhitungan biaya pemasangan perkuatan apabila ada keruntuhan yang di sebabkan perbedaan dari SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 untuk mendapatkan nilai untuk *Net Quality Income*.

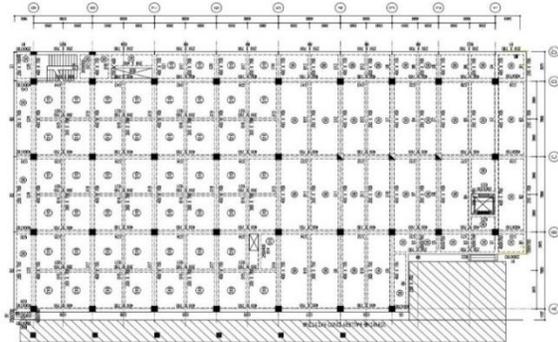
III.HASIL DAN PERANCANGAN

Pada penelitian ini akan dilakukan perbandingan analisis design struktur kolom, balok pada bangunan tipikal 6 lantai dan luas bangunan sebesar 2317 m². Peraturan yang digunakan untuk perbandingan perhitungan design struktur adalah SNI 1726:2012 dengan SNI 1726:2019 serta *software* yang digunakan yaitu *Etabs*. Berikut merupakan gambar denah struktur kolom dan balok gedung yang ditunjuk pada gambar 2 dan gambar 3 di bawah ini.



Gambar 2. Denah Struktur Kolom Gedung

Pada gambar 2 terdapat 10 jenis kolom dengan berbagai jenis ukuran.

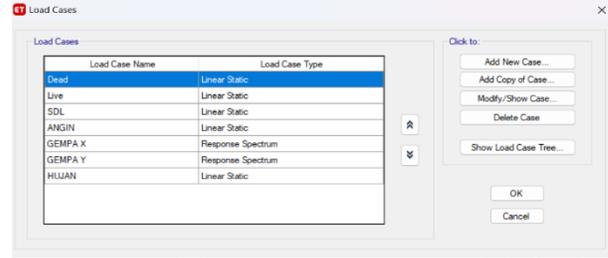


Gambar 3. Denah Struktur Balok & Pelat Lantai Gedung

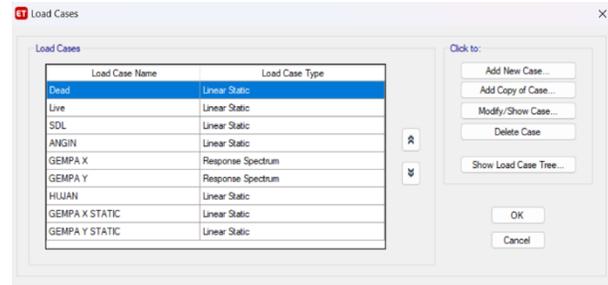
Pada gambar 3 terdapat 12 jenis balok dan 3 jenis pelat lantai dengan berbagai jenis ukuran. Tahapan perhitungan analisa struktur tidak semua menggunakan software etabs namun ada perhitungan manual dengan software microsoft excel yaitu respon spektrum yang dihitung berdasarkan perbandingan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019. Berikut adalah tahapan perhitungan struktur pada bangunan gedung tersebut.

1. Analisis Pembebanan Struktur Gedung

Tahapan analisis pembebanan menggunakan software etabs dengan menambah beban yang bekerja pada struktur gedung.



Gambar 4. Pembebanan SNI 1726:2012



Gambar 5. Pembebanan SNI 1726:2019

Perbedaan pada penambahan beban diatas yaitu pada SNI 1726:2012 tidak ditambahkan penggunaan gempa statis, sedangkan SNI 1726:2019 ditambahkan penggunaan gempa statis dengan ditambahkan respon spektrum. kombinasi pembebanan yang meliputi beban mati (DL), beban tambahan (SDL), beban hidup (LL), beban lateral dari kanan/kiri (Lr/R), beban angin (W), serta komponen beban gempa dalam arah horizontal (Ex) dan vertikal (Ey). Berikut adalah tabel kombinasi pembebanannya.

Tabel 2. Kombinasi Pembebanan Gedung

Co mbi ne	DL	SDL	LL	Lr/R	W	Ex	Ey	Note
U1	1, 4	1, 4	-	-	-	-	-	1,4 D+ 1,4 SDL
U2	1, 2	1, 2	0 , 5	0, 5	-	-	-	1,2 (D +SIDL)+0,5Lr
U4	1, 2	1, 2	1 , 6	-	-	-	-	1,2 (D +SIDL) + 1,6 Lr
U23	1, 2	1, 2	-	-	0 , 5	-	-	1,2 (D +SIDL) + 0,5 W
U24	1, 2	1, 2	0 , 5	-	1	-	-	1,2 (D +SIDL) + 1 W + L + 0,5 Lr
U6	1, 3 6	1, 3 6	-	-	-	1	0 , 3	(1,2 + 0,2 Sds) (D + SIDL) + Ex +0,3 Ey

Combi ne	DL	SDL	LL	Lr/R	W	Ex	Ey	Note
U7	1,36	1,36	-	-	-	1	-0,3	(1,2 + 0,2 Sds) (D + SIDL) + Ex - 0,3 Ey
U8	1,36	1,36	-	-	-	-1	0,3	(1,2 + 0,2 Sds) (D + SIDL) - Ex + 0,3 Ey
U9	1,36	1,36	-	-	-	-1	-0,3	(1,2 + 0,2 Sds) (D + SIDL) - Ex - 0,3 Ey
U10	1,36	1,36	-	-	-	0,3	1	(1,2 + 0,2 Sds) (D + SIDL) + 0,3 Ex + Ey
U11	1,36	1,36	-	-	-	0,3	-1	(1,2 + 0,2 Sds) (D + SIDL) + 0,3 Ex - Ey
U12	1,36	1,36	-	-	-	-0,3	1	(1,2 + 0,2 Sds) (D + SIDL) - 0,3 Ex + Ey
U13	1,36	1,36	-	-	-	-0,3	-1	(1,2 + 0,2 Sds) (D + SIDL) - 0,3 Ex - Ey
U22	0,9	0,9	-	-	1	-	-	0,9 (D + SIDL) + W
U14	0,74	0,74	-	-	-	1	0,3	(0,9-0,2 Sds) (D + SIDL) + Ex + 0,3Ey
U15	0,74	0,74	-	-	-	1	-0,3	(0,9-0,2 Sds) (D + SIDL) + Ex - 0,3Ey
U16	0,74	0,74	-	-	-	-1	0,3	(0,9-0,2 Sds) (D + SIDL) - Ex + 0,3Ey
U17	0,74	0,74	-	-	-	-1	-0,3	(0,9-0,2 Sds) (D + SIDL) - Ex - 0,3 Ey
U18	0,74	0,74	-	-	-	0,3	1	(0,9-0,2 Sds) (D + SIDL) + 0,3 Ex + Ey
U19	0,74	0,74	-	-	-	0,3	-1	(0,9-0,2 Sds) (D + SIDL) + 0,3 Ex - Ey
U20	0,74	0,74	-	-	-	-0,3	1	(0,9-0,2 Sds) (D + SIDL) - 0,3 Ex + Ey
U21	0,74	0,74	-	-	-	-0,3	-1	(0,9-0,2 Sds) (D + SIDL) - 0,3 Ex - Ey

Berdasarkan kombinasi pembebanan diatas didapatkan hasil sebagai berikut ini.

Tabel 3. Hasil Kombinasi Pembebanan Gedung

Lokasi	Area	Luas Area (m ²)	Total Beban (Ton)	Pembebanan (kN/m ²)
Lantai 2	Kantin	42,16	5,5	1,28
Lantai 3	Mixing	18,56	2	1,06
	Filling tunnel	74,58	10	1,32
	Inspection	44,46	8	1,77
	Capping	27,72	2	0,71
	Utility freezer	39,44	17	4,23
Lantai 4	server wifi	74,58	5	0,66
	Spare water	168,25	5	0,29
Lantai Rooftop	Dak atap	41,26	5,3	0,96
Rooftop				

2. Analisis Respon Spektrum SNI 1726:2012

Peta gempa dari SNI 1726:2012 menunjukkan nilai parameter yaitu $S_s=0,7$ g, $S_1=0,3$ g, $F_a=1,38$, $F_v=2,8$. Maka berdasarkan nilai tersebut dihitunglah sebagai berikut.

$$S_{ms} = F_a \times S_s = 0,96$$

$$S_{m1} = F_v \times S_1 = 0,84$$

$$S_{ds} = 2/3 \times S_{ms} = 0,64$$

$$S_{d1} = 2/3 \times S_{m1} = 0,56$$

$$T_0 = 0,2 \times S_{d1}/S_{ds} = 0,174 \text{ sama dengan nilai } T$$

$$S_a = S_{ds} \times (0,4 + 0,6 \times T/T_0) = 0,258$$

Tabel 4. Respon Spektrum SNI 1726:2012

T	0	0,174	0,870	1	2	3	4	5	6
Sa	0,258	0,644	0,644	0,560	0,280	0,187	0,140	0,112	0,093
7	8	9	10	11	12	13	14	15	
0,0800	0,0700	0,0602	0,0506	0,0501	0,0407	0,0403	0,0400	0,0307	

3. Analisis Respon Spektrum SNI 1726:2019

Pada perhitungan respon spektrum dengan SNI 1726:2019 berbeda pada penurunan nilai Sa. Rumus yang digunakan sebagai berikut ini.

$$S_a = (S_{d1} \times T_1) / T^2$$

$$S_a = (0,63 \times 0,19) / 1^2 = 0,68$$

Maka nilai respon spektrum yang didapatkan adalah sebagai berikut.

Tabel 5. Respon Spektrum SNI 1726:2019

T	0	0,19	0,494	1	2	3	4	5	6
Sa	0,266	0,664	0,664	0,630	0,315	0,210	0,157	0,126	0,105
7	8	9	10	11	12	13	14	15	
0,0900	0,0709	0,0700	0,0506	0,0501	0,0407	0,0403	0,0400	0,0307	

4. Analisis Simpangan Pada Setiap Lantai Gedung

Perpindahan lateral ini diukur dengan menggunakan kategori risiko tipe II dengan rumus yang digunakan sama pada setiap lantai dan setiap metode perhitungan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019. Yaitu sebagai berikut ini.

$$H_{sx} = 21/6 = 3,5m$$

$$\Delta a = 0,020 \times 3,5 = 0,07m$$

Perbedaan perhitungan pada bagian memasukan nilai respon spektrum pada software etabs. Untuk hasil dengan SNI 1726:2012 mendapatkan nilai simpangan pada arah X sebesar 14,53 mm dan arah Y sebesar 26,78 mm. Hasil perhitungan dengan SNI 1726:2019 mendapatkan nilai simpangan pada arah X sebesar 16,51 mm dan arah Y sebesar 29,85 mm. Berdasarkan kedua perhitungan tersebut Analisa dari deformasi struktur untuk X dan Y tidak melebihi dari batas simpang antar lantai yang di izinkan sebesar 63 mm, maka untuk simpangan antar lantai dapat di simpulkan aman.

5. Analisis Gaya Dalam Pada Struktur Gedung

Analisis terhadap gaya internal yang terjadi pada struktur bangunan berdasarkan hasil keluaran dari software ETABS. Analisis ini mencakup gaya aksial (P), gaya geser (V2), dan momen lentur (M3) yang bekerja pada berbagai level bangunan, termasuk lantai 2, lantai 3, lantai 4, dan rooftop. Data ini diperoleh dari simulasi beban pada struktur dan bertujuan untuk mengevaluasi kekuatan serta kestabilan elemen-elemen struktur tersebut.

Tabel 6. Gaya Dalam Setiap Lantai (SNI 1726:2012)

Lantai	P Lintang (kN)	V2 Normal (kN)	M3 Lentur (kNm)
Lantai 2	-125,4772	412,1627	-496,0564
Lantai 3	-125,4772	-666,8726	-1249,6285
Lantai 4	-39,9148	-368,2313	-621,3382
lantai atap	19,5752	-286,1186	-522,091

Tabel 7. Gaya Dalam Setiap Lantai (SNI 1726:2019)

Lantai	P Lintang (kN)	V2 Normal (kN)	M3 Lentur (kNm)
Lantai 2	-125,17	450,4672	-543,9719
Lantai 3	-135,525	739,9977	-1262,9884
lantai 4	-43,1217	128,9849	-692,1505
atap	-24,1756	-248,481	319,5954

Lantai 2	-125,17	450,4672	-543,9719
Lantai 3	-135,525	739,9977	-1262,9884
lantai 4	-43,1217	128,9849	-692,1505
atap	-24,1756	-248,481	319,5954

6. Analisis Keruntuhan Struktur Gedung

Hasil yang di input pada Software etabs ada 8 Komponen struktur gagal yang terjadi pada saat pengecekan dimensi dengan menggunakan SNI 1726:2019 dikarenakan adanya kegagalan pada geser atau dalam etabs di sebutkan menggunakan simbol V. Sedangkan untuk SNI 1726:2012 seluruh komponen struktur tidak ada masalah atau aman. Berikut di bawah ini jenis struktur yang mengalami kerusakan.

Tabel 8. Struktur Bangunann Yang Mengalami Keruntuhan

	Dimensi	Bentang (m)	lantai
Struktur Bangunan Gedung pada Balok	300X400	2,4	2
	400X700	1,9	
	400X700	1,9	
Struktur Bangunan Gedung pada Balok	400X700	5,7	3
	400X700	1,9	
	400X700	5,5	
	500X850	5	

7. Analisis Jenis Perbaikan Pada Struktur Balok

Kegagalan geser pada model yang menggunakan peraturan SNI 1726:2019. Ada 2 jenis metode perbaikan yang menjadi bahan pertimbangan penulis di kegagalan struktur tersebut yaitu CFRP (Carbon Fiber Reinforced Plastic) dan steel jacketing. Namun CFRP dipilih karena memiliki kekuatan tarik yang tinggi, sehingga sangat efektif untuk menahan gaya geser yang dapat menyebabkan kerusakan pada balok. Selain itu ada faktor biaya yang mempengaruhi kedua metode tersebut dimana secara detail sebagai berikut ini.

Tabel 9. Perbandingan Harga Perbaikan Struktur

Lantai	Jenis Perbaikan	Harga per lantai	Total harga	Selisih
2		Rp 62.283.666		

3	Steel Jacketing	Rp 224.901.430	Rp 287.185.096	Rp 246.655.096
2	CFRP	Rp 8.790.000	Rp 40.530.000	
3		Rp 31.740.000		

IV. KESIMPULAN

1. Pada model yang menggunakan SNI1726:2012 seluruh komponen struktur sudah aman dan sudah sesuai, Tetapi pada saat menggunakan peraturan terbaru atau SNI 1726:2019 yang di mana ada delapan balok yang gagal dan dikarekan tidak kuat menahan geser

2. Deformasi struktur yang terjadi pada SNI 1726:2012 atau model pertama diketahui pada sumbu X adalah 14,53 mm dan deformasi struktur yang terjadi pada sumbu Y adalah 26,78 mm. SNI 1726:2019 di dapat pada sumbu X adalah 16,51 mm dan pada sumbu Y adalah 29,85 mm. Untuk model 1 dan model 2 tidak melebihi batas simpang antar lantai yaitu 63 mm.

3. Hasil nilai gaya dalam maksimum pada peraturan SNI 1726:2012 yaitu terjadi pada lantai 3 dimana gaya lintang (P) yang terjadi sebesar -125,48 kN, gaya normalnya (V2) adalah -666,88 kN dan gaya momen (M3) senilai -1249,63 kN.m, tanda minus ini merupakan arah gaya yang berlawanan. Pada SNI 1726:2019 nilai gaya dalam maksimum terjadi pada lantai 3 dimana gaya lintang (P) yang terjadi sebesar -135,53 kN, gaya normalnya (V2) adalah 739,99 kN, dan gaya momen (M3) senilai -1262,98 kN.m.

4. Akibat ada komponen struktur yang yang gagal pada peraturan SNI 1726:2019 perlu dilakukanya perbaikan pada bangunan, penulis menyarankan untuk melakukan perkuatan meggunakan carbon fiber reinforced polymer dan steel jacketing. Diperoleh harga untuk melakukan perkuatan mengginakan CFRP adalah Rp 40.530.000 dan untuk melakukan perkuatan steel jacketing adalah Rp 287.185.096.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] P. W. McMullin, *Mechanics of materials*. 2016.

[2] F. Body and G. Dalam, “II . Gaya Luar dan Gaya Dalam,” pp. 1–15, 1970.

[3] M. R. Fadillah, “Metode Analisis Perhitungan Struktur Bangunan Tahan Gempa (Studi Kasus Gedung E, F Universitas Muhammadiyah Sukabumi),” *J. Student Tek. Sipil*, vol. 2, no. 3, pp. 176–182, 2020.

[4] Badan Standardisasi Nasional, “Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung,” *Sni 2847-2019*, no. 8, p. 720, 2019.

[5] A. Wicaksana and A. Rosyidah, “Pembandingan Perancangan Bangunan Tahan Gempa Menggunakan SNI 1726:2012 Dan SNI 1726:2019,” *J. Ilm. Rekayasa Sipil*, vol. 18, no. 1, pp. 88–99, 2021, doi: 10.30630/jirs.v18i1.416.

[6] P. A. Kallakus and Y. Risdianto, “Perbandingan Perancangan Gedung Tahan Gempa Dengan Menggunakan Sni 1726 Tahun 2002, 2012, Dan 2019,” *Rekayasa Tek. Sipil*, vol. 10, no. 2, pp. 1–9, 2022, [Online]. Available: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/rekayasa-teknik-sipil/article/view/49924>.

[7] Isneini, M. (2009). *Kerusakan dan perkuatan Struktur beton bertulang*. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Universitas Lampung*, 13(3), 140016.

[8] Rahman, A., Samsunan, S., Chaira, C., Alvisyahri, A., & Permadani, Y. (2024). *Alternatif Retrofitting Pada Kolom Dengan Metode Steel Jacketing (Studi Kasus Gedung Mess Korem 012/TU Ujong Karang)*. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan*, 7(2), 93-102.

[9] Anggara, H. (2023). *Pengaruh Wiremesh Pada Panel Mortar Geopolimer Sebagai Perkuatan Geser Balok Beton Bertulang (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin)*.

[10] Chopra, A. K. (2017). *Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering (5th ed.)*. New York: Pearson.

[11] Standar Nasional Indonesia (SNI 1726:2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung* Jakarta: Badan Standarisasi Nasional