



# CivETech

Civil Engineering and Technology Journal

P-ISSN 2798-4869

E-ISSN 2798-4060



**CivETech**  
Civil Engineering and Technology Journal

Vol. 7

No. 1

Hal. 1 - 57

Yogyakarta  
Februari 2025

P-ISSN 2798-4869  
E-ISSN 2798-4060

Fakultas Teknik- Universitas Cokroaminoto Yogyakarta



Vol. 7. No. 1, Februari 2025

## DAFTAR ISI

- <i>Cahyaning Kilang Permatasari, Hery Kristiyanto, Sucipto, Fadillah</i> <b>LITERATUR REVIEW: PEMANFAATAN FLY ASH TERHADAP KUAT TEKAN PAVING BLOCK</b>	1 – 9
- <i>Iskandar Yasin, Dimas Langga Chandra Galuh, Anik Nursupriyanti, Zalfa Maulidifa Rizka Putri</i> <b>ANALISIS PERKUATAN STRUKTUR LANTAI DENGAN METODE CONCRETE JACKETING (STUDI KASUS BANGUNAN RUKO SETURAN RAYA)</b>	10 – 18
- <i>Muhammad Ryan Iskandar, Indra Suharyanto, Nurokhman, Singgih Cahyono</i> <b>ANALISIS PENGGUNAAN PASIR PANTAI JATIMALANG SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR</b>	19 – 30
- <i>Nasrul Arfianto, Dwi Wahyuningrum, Eko Dwiyatno</i> <b>MANAJEMEN RISIKO UNTUK MEWUJUDKAN ZERO FATALITY ACCIDENT DALAM KONTRUKSI JALAN TOL</b>	31 – 36
- <i>Nurokhman, Suryanto, Singgih Subagyo, Wildan Yoqu Madazzaman</i> <b>DAMPAK TRANSPORTASI SISTEM LIGHT RAIL TRANSITS TERHADAP KEMACETAN LALU LINTAS DAN EMISI CARBON DI JAKARTA</b>	37 – 48
- <i>Ratih Nurmala Saridewi, Muhamad Arifin, Muchamad Arif Budiyanto, Muhammad Anggito Panjalu</i> <b>ANALISIS KESETIMBANGAN AIR IRIGASI DI DAERAH IRIGASI DUWET, KABUPATEN GUNUNGKIDUL, YOGYAKARTA</b>	49 – 57



**Vol. 7. No. 1, Februari 2025**

**Pelindung:**  
Dekan Fakultas Teknik UCY

**Pemimpin Redaksi:**  
Ir. Muchamad Arif Budiyanto, S.T., M.Eng., IPM.

**Redaksi Pelaksana:**  
Ratih Nurmalia Saridewi, S.T., M.Eng  
Cahyaning Kilang Permatasari, S.Pd., M.T.  
Ir. Suryanto, M.T.  
Ir. Singgih Subagyo, M.T.  
Fahrudin Hanafi, S.Si., M.Sc.  
Agatha Padma Laksitaningtyas S., S.T., M.Eng.  
Ir. Nasrul Arfianto, S.T., M.T., IPP  
Dr. Ir. Muslikh, M.Sc., M.Phil.  
Muhammad Ryan Iskandar, S.T., M.Eng.  
Ir. Nurokhman, M.T.  
Fattah Setiawan Santoso, S.Ag., M.Ag.  
Muhamad Arifin, S.T., M.Eng.

**Mitra Bestari:**  
Dr. Rossy Armyn Machfudiyanto, S.T., M.T.  
Dr.Ir. Herry Kristiyanto, S.T., M.T., IPM.  
Dr. Adhy Kurniawan, S.T.  
Dr. Devi Oktafiana Latif, S.T., M.Eng.  
Zainul Faizen Haza, M.T., Ph.D.  
Dr. Roby Hambali, S.T., M.Eng.  
Ir. Nurokhman, M.T.  
Dr. Ananto Nugroho, S.T., M.Eng.

**Penerbit:**  
Fakultas Teknik Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

**Alamat Redaksi:**  
Fakultas Teknik Universitas Cokroaminoto Yogyakarta  
Jl. Perintis Kemerdekaan, Gambiran, Yogyakarta 55161  
Telp. (0274) 372274  
e-mail: civetechjournal@gmail.com

Jurnal CivETech terbit perdana pada Februari 2019. Jurnal ini memuat tulisan ilmiah, hasil penelitian, atau ide/gagasan orisinal yang belum pernah dimuat pada media cetak lain. Redaksi menerima tulisan sesuai dengan ketentuan naskah. Jurnal CivETech diterbitkan 2 (dua) kali setahun pada bulan Februari dan Agustus, , diterbitkan secara online dan akses terbuka dengan Elektronik dengan P-ISSN 2798-4869 dan E-ISSN 2798-4060.

# ANALISIS PERKUATAN STRUKTUR LANTAI DENGAN METODE CONCRETE JACKETING (STUDI KASUS BANGUNAN RUKO SETURAN RAYA)

Iskandar Yasin<sup>1</sup>, Dimas Langga Chandra Galuh<sup>1</sup>, Anik Nursupriyanti<sup>2</sup>, Zalfa Maulidifa Rizka

Putri<sup>2</sup>

E-mail : [iskandaryasin@ustjogja.ac.id](mailto:iskandaryasin@ustjogja.ac.id)

**ABSTRAK:** Konteks pembangunan perkotaan yang semakin padat dan perekonomian yang semakin meningkat, kebutuhan akan kapasitas ruang pada bangunan, terutama bertipeologi komersial seperti ruko, menjadi semakin mendesak. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil evaluasi struktur eksisting akibat dari rencana penambahan lantai bangunan dan sebagai rekomendasi perencanaan perkuatan pada elemen struktur eksisting yang memerlukan perkuatan. Penelitian ini dilakukan di Ruko Seturan Raya yang terletak di Jl. Seturan Raya No.100, Caturtunggal, Depok, Sleman, DIY. Pradesain struktur dilakukan untuk mendapatkan struktur awal bangunan 2 (dua) lantai yang difungsikan sebagai rumah toko menggunakan SNI 2847-2013. Evaluasi struktur yang direncanakan dengan menambahkan 1 (satu) tingkat menjadi bangunan 3 (tiga) tingkat yang dimodelkan 3D menggunakan software SAP2000. Elemen struktur dan pembebanan untuk tingkat yang ditambahkan sama dengan struktur awal dan analisis gempa dengan statik ekivalen. Analisis beban gempa berdasarkan SNI 1726-2019. Hasil evaluasi struktur yaitu kemampuan eksisting kolom akibat penambahan tingkat. Perkuatan elemen struktur yang dilakukan dengan concrete jacketing dan dilakukan beberapa permodelan sebagai rekomendasi perkuatan.

**Kata Kunci:** Analisis, Perkuatan, Struktur

## 1. PENDAHULUAN

Konteks pembangunan perkotaan yang semakin padat dan perekonomian yang semakin meningkat, kebutuhan akan kapasitas ruang pada bangunan, terutama bertipeologi komersial seperti ruko, menjadi semakin mendesak. Bangunan Ruko Seturan Raya merupakan 4 (empat) bangunan ruko masing-masing terdiri atas 2 (dua) lantai yang berfungsi sebagai tempat usaha pertokoan. Bangunan Ruko Seturan Raya terletak pada lokasi komersial strategis berada di Jl. Seturan Raya No. 100. Lokasi tersebut mudah diakses dan menjadi daya tarik tersendiri bagi konsumen para pelaku usaha. Bangunan eksisting ruko 2 (dua) lantai saat ini sudah mencapai kapasitas maksimum pada area service sehingga membutuhkan penambahan bangunan atau perluasan untuk kebutuhan ruang penyimpanan atau storage. Permasalahan yang dihadapi dalam upaya penambahan bangunan adalah adanya keterbatasan lahan, sehingga penambahan bangunan secara horizontal akan sulit dilakukan. Melihat kenyataan tersebut maka penambahan bangunan secara vertical menjadi salah satu solusi terbaik yang dapat dilakukan.

Penambahan lantai pada bangunan ruko sering kali dianggap sebagai solusi praktis untuk memenuhi kebutuhan ruang yang terus meningkat. Namun, proses ini tidak tanpa tantangan, terutama terkait dengan kekuatan dan stabilitas struktur yang sudah ada. Beban tambahan yang dihasilkan dari penambahan lantai dapat mengakibatkan risiko terhadap keamanan dan daya dukung bangunan jika tidak ditangani dengan tepat. Sebelum melakukan penambahan lantai diperlukan analisis terlebih dahulu terhadap struktur dibawahnya, bangunan yang telah dianalisis di mana hasilnya ternyata tidak mampu

1) Dosen Prodi Teknik Sipil Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa

2) Mahasiswa Prodi Teknik Sipil Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa

menahan beban lantai tambahan maka perlu dilakukan penguatan pada struktur bangunannya. Penguatan struktur bangunan dapat dilakukan dengan menggunakan metode *concrete jacketing*, penambahan dimensi dan penambahan tulangan pada elemen struktur [1]. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil evaluasi struktur eksisting akibat dari rencana penambahan lantai bangunan dan sebagai rekomendasi perencanaan perkuatan pada elemen struktur eksisting yang memerlukan perkuatan. Fokus pada penelitian ini adalah Analisis struktur yang terdiri atas struktur atas bangunan (*upper structure*) berupa kolom, tidak menganalisis struktur bawah bangunan (*lower structure*) atau pondasi. Software yang digunakan untuk menganalisis struktur adalah software SAP 2000 V.22 sesuai dengan ketentuan dalam memberikan beban SNI 2052-2017, SNI 1726:2019, SNI 2847-2019 dan SNI 1727-2020.

## **2. METODOLOGI PENELITIAN**

Menurut **Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2019)**, beban-beban yang harus diperhitungkan dalam perancangan struktur meliputi beban mati, beban hidup, beban angin, beban gempa, serta beban-beban lainnya. Beban-beban tersebut dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis tergantung pada sifat, sumber, dan waktu kerjanya pada bangunan. SNI 1726-2019, kombinasi beban untuk metode ultimit:

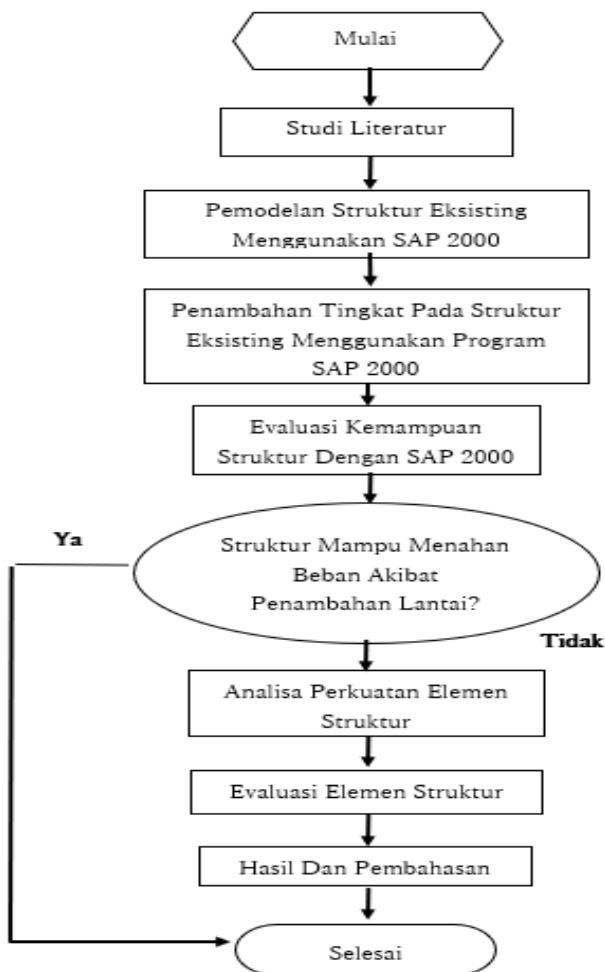
- a. 1.4 D
- b. 1.2D + 1.6L + 0.5 (Lr atau R)
- c. 1.2D + 1.6 (Lr atau R) + (L atau 0.5 W)
- d. 1.2D + 1.0W + L + 0.5 (Lr atau R)
- e. 0.9D + 1.0 W
- f. 1.2D + E<sub>v</sub>+E<sub>h</sub>+L
- g. 0.9D – E<sub>v</sub>+E<sub>h</sub>

*Over strength factor* diartikan sebagai perbandingan antara kapasitas beban maksimum yang dapat ditahan oleh struktur terhadap kapasitas beban rencana [4]. Kolom merupakan komponen struktur umumnya vertikal, digunakan untuk memikul beban tekan aksial, tapi dapat juga memikul momen, geser atau torsi. Kolom yang digunakan sebagai bagian sistem rangka pemikul gaya lateral menahan kombinasi beban aksial, momen dan geser[5]. Kolom merupakan elemen struktur tekan yang menempati posisi terpenting dalam sistem struktur bangunan, apabila terjadi keruntuhan pada suatu kolom dapat menyebabkan runtuhnya (*collapse*) lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total (*total collapse*) seluruh struktur.

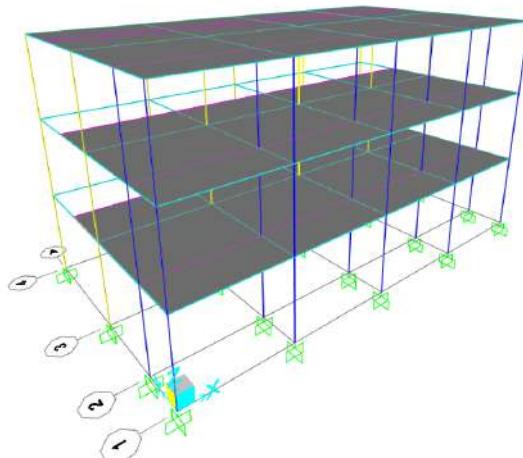
Metode *concrete jacketing* adalah suatu sistem perkuatan atau perbaikan beton dengan cara menyelimuti beton yang telah ada dengan beton tambahan[6]. Metode ini dilakukan dengan menyelimuti elemen beton yang sudah ada menggunakan beton baru dan tulangan tambahan untuk memperbaiki atau meningkatkan kinerja struktur yang mengalami penurunan akibat kerusakan, usia, gempa, atau faktor lingkungan lainnya. Metode *concrete jacketing* dapat meningkatkan kapasitas kolom dalam menahan gaya-gaya yang bekerja. Kolom yang diperkuat dengan metode *concrete jacketing* mengalami peningkatan[7]. Dokumen CED 39 (7428) menyebutkan spesifikasi minimum yang harus dipenuhi dalam metode perkuatan *concrete jacketing*, adalah sebagai berikut[8]:

- a. Mutu beton pembungkus yang harus lebih besar atau sama dari mutu beton eksisting.
- b. Untuk kolom yang tulangan longitudinal tambahan tidak dibutuhkan, minimum harus diberikan tulangan Ø 12 mm di keempat ujungnya dengan sengkang Ø 8mm.
- c. Minimum tebal *concrete jacketing* 100 mm.
- d. Diameter tulangan sengkang minimum Ø 8mm tidak boleh kurang 1/3 Ø tulangan longitudinal.

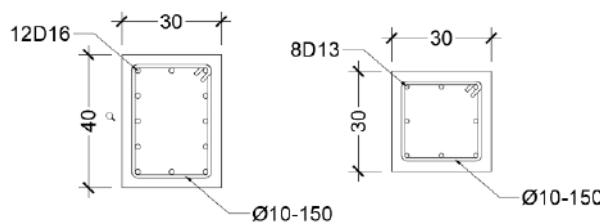
- e. Jarak maksimal tulangan sengkang pada daerah  $\frac{1}{4}$  bentang adalah 100 mm dan jarak vertikal antar tulangan sengkang tidak boleh melebihi 100mm .



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian



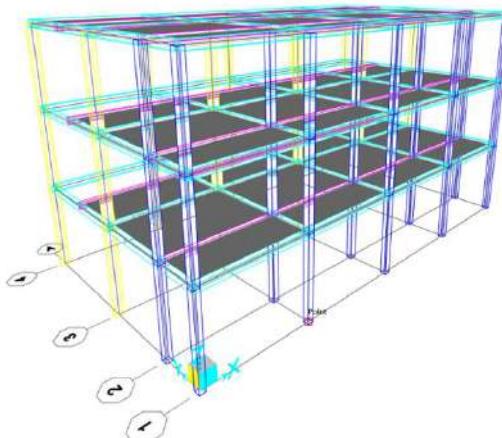
Gambar 2. Tampak 3D Model Struktur Awal



Gambar 3. Detail Elemen Struktur Awal Kolom

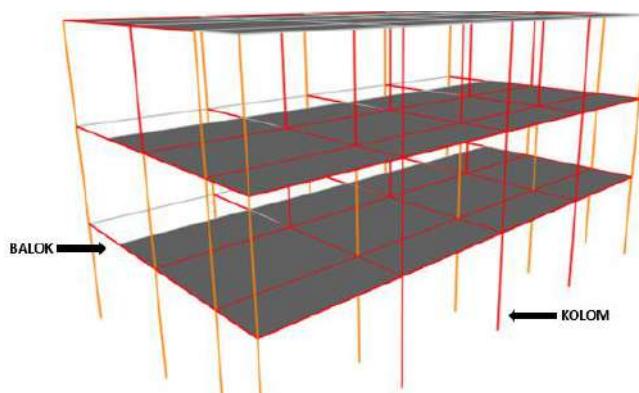
### 3. Hasil dan Pembahasan

Bangunan ruko 2 (dua) lantai eksisting direncanakan akan ditambahkan 1 (satu) tingkat lantai tambahan, sehingga struktur menjadi 3 (tiga) tingkat. Untuk lantai yang ditambahkan berfungsi sebagai ruang penyimpanan. Pelat, balok dan kolom pada lantai 3 (tiga) sama dengan lantai 2 (dua).



Gambar 4. Permodelan 3D Rencana Penambahan Plat Lantai

Rencana permodelan dengan menambahkan lantai bangunan pada struktur eksisting menjadi 3 lantai, memperlihatkan jika elemen struktur kolom dan balok terjadi *over strength* (O/S).



Gambar 5. Gambar Elemen Struktur Mengalami Over Strength (Garis Merah)

Pada analisis struktur, diperlihatkan atau dihitung rasio tegangan (*stress ratio*) dari penampang kolom. Nilai rasio tegangan  $< 1$  menunjukkan kolom tersebut mampu menahan beban yang bekerja .



Tabel 1. Evaluasi Rasio Tegangan Struktur Kolom

Kolom	Lantai	Kondisi Eksisting		Rasio Tegangan	Keterangan
		Ukuran Penampang	Tulangan Tepasang		
C1	1	30 X 30	SD13	1,060	Kolom Tidak Mampu
	2	30 X 30	SD13	0,935	Kolom Mampu
	3	30 X 30	SD13	0,855	Kolom Mampu
C2	1	30 X 30	SD13	1,174	Kolom Tidak Mampu
	2	30 X 30	SD13	1,246	Kolom Tidak Mampu
	3	30 X 30	SD13	1,291	Kolom Tidak Mampu
C3	1	30 X 30	SD13	1,080	Kolom Tidak Mampu
	2	30 X 30	SD13	1,179	Kolom Tidak Mampu
	3	30 X 30	SD13	1,221	Kolom Tidak Mampu
C4	1	30 X 30	SD13	1,174	Kolom Tidak Mampu
	2	30 X 30	SD13	1,227	Kolom Tidak Mampu
	3	30 X 30	SD13	1,291	Kolom Tidak Mampu
C5	1	30 X 30	SD13	1,012	Kolom Tidak Mampu
	2	30 X 30	SD13	0,800	Kolom Mampu
	3	30 X 30	SD13	0,856	Kolom Mampu
C6	1	30 X 30	SD13	0,867	Kolom Mampu
	2	30 X 30	SD13	0,827	Kolom Mampu
	3	30 X 30	SD13	1,002	Kolom Tidak Mampu
C7	1	30 X 30	SD13	0,878	Kolom Mampu
	2	30 X 30	SD13	1,040	Kolom Tidak Mampu
	3	30 X 30	SD13	1,065	Kolom Tidak Mampu
C8	1	30 X 30	SD13	0,946	Kolom Mampu
	2	30 X 30	SD13	1,034	Kolom Tidak Mampu
	3	30 X 30	SD13	1,056	Kolom Tidak Mampu
C9	1	30 X 30	SD13	0,867	Kolom Mampu
	2	30 X 30	SD13	1,034	Kolom Tidak Mampu
	3	30 X 30	SD13	1,048	Kolom Tidak Mampu
C10	1	30 X 30	SD13	0,859	Kolom Mampu
	2	30 X 30	SD13	0,822	Kolom Mampu
	3	30 X 30	SD13	1,011	Kolom Tidak Mampu
C11	1	30 X 40	12D16	1,086	Kolom Tidak Mampu
	2	30 X 40	12D16	1,015	Kolom Tidak Mampu
	3	30 X 40	12D16	1,079	Kolom Tidak Mampu
C12	1	30 X 40	12D16	1,021	Kolom Tidak Mampu
	2	30 X 40	12D16	1,022	Kolom Tidak Mampu
	3	30 X 40	12D16	1,589	Kolom Tidak Mampu
C13	1	30 X 40	12D16	1,094	Kolom Tidak Mampu
	2	30 X 40	12D16	1,002	Kolom Tidak Mampu
	3	30 X 40	12D16	1,575	Kolom Tidak Mampu
C14	1	30 X 40	12D16	1,029	Kolom Tidak Mampu
	2	30 X 40	12D16	1,029	Kolom Tidak Mampu
	3	30 X 40	12D16	1,593	Kolom Tidak Mampu
C15	1	30 X 40	12D16	1,079	Kolom Tidak Mampu
	2	30 X 40	12D16	0,995	Kolom Mampu
	3	30 X 40	12D16	1,094	Kolom Tidak Mampu

Permodelan kolom dengan *concrete jacketing* menggunakan spesifikasi minimum berdasarkan dokumen CED 39 (7482) "Seismic Evaluations and Strengthening of Existing Reinforced Concrete Buildings – Guidelines" dan memperhatikan syarat SNI 2847-2019. Kolom 30cm x 30cm ditambahkan tulangan minimum dan penampang diperbesar menjadi 50cm x 50cm dan kolom 30cm x 40cm diperbesar menjadi 50 x 60 cm.

**Tabel 2. Pemodelan 1 Analisa Concrete Jacketing**

Kolom	Lantai	Kondisi Eksisting		Perkuatan		Rasio Tegangan	Keterangan
		Ukuran Penampang	Tulangan Terpasang	Ukuran Penampang Diperbesar	Tulangan Yang Dibutuhkan		
C1	1	30 X 30	8D13			0,658	Kolom Mampu
	2	30 X 30	8D13			0,704	Kolom Mampu
	3	30 X 30	8D13			0,625	Kolom Mampu
C2	1	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,224	Kolom Mampu
	2	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,390	Kolom Mampu
	3	30 X 30	8D13			0,989	Kolom Mampu
C3	1	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,219	Kolom Mampu
	2	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,381	Kolom Mampu
	3	30 X 30	8D13			0,937	Kolom Mampu
C4	1	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,224	Kolom Mampu
	2	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,390	Kolom Mampu
	3	30 X 30	8D13			0,991	Kolom Mampu
C5	1	30 X 30	8D13			0,659	Kolom Mampu
	2	30 X 30	8D13			0,704	Kolom Mampu
	3	30 X 30	8D13			0,626	Kolom Mampu
C6	1	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,305	Kolom Mampu
	2	30 X 30	8D13			0,747	Kolom Mampu
	3	30 X 30	8D13			0,909	Kolom Mampu
C7	1	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,252	Kolom Mampu
	2	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,226	Kolom Mampu
	3	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,282	Kolom Mampu
C8	1	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,241	Kolom Mampu
	2	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,249	Kolom Mampu
	3	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,264	Kolom Mampu
C9	1	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,245	Kolom Mampu
	2	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,250	Kolom Mampu
	3	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,279	Kolom Mampu
C10	1	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,288	Kolom Mampu
	2	30 X 30	8D13			0,728	Kolom Mampu
	3	30 X 30	8D13			0,869	Kolom Mampu
C11	1	30 X 40	12D16			0,530	Kolom Mampu
	2	30 X 40	12D16			0,554	Kolom Mampu
	3	30 X 40	12D16			0,638	Kolom Mampu
C12	1	30 X 40	12D16	50 X 60	14D16	0,174	Kolom Mampu
	2	30 X 40	12D16	50 X 60	14D16	0,175	Kolom Mampu
	3	30 X 40	12D16	50 X 60	14D16	0,264	Kolom Mampu
C13	1	30 X 40	12D16			0,635	Kolom Mampu
	2	30 X 40	12D16			0,682	Kolom Mampu
	3	30 X 40	12D16			0,994	Kolom Mampu
C14	1	30 X 40	12D16	50 X 60	14D16	0,175	Kolom Mampu
	2	30 X 40	12D16	50 X 60	14D16	0,176	Kolom Mampu
	3	30 X 40	12D16	50 X 60	14D16	0,264	Kolom Mampu
C15	1	30 X 40	12D16			0,536	Kolom Mampu
	2	30 X 40	12D16			0,560	Kolom Mampu
	3	30 X 40	12D16			0,646	Kolom Mampu

Tabel 3. Pemodelan 2 Analisis Concrete Jacketing

Kolom	Lantai	Kondisi Eksisting		Perkuatan		Rasio Tegangan	Keterangan
		Ukuran Penampang	Tulangan Terpasang	Ukuran Penampang Diperbesar	Tulangan Yang Dibutuhkan		
C1	1	30 X 30	8D13			0,646	Kolom Mampu
	2	30 X 30	8D13			0,693	Kolom Mampu
	3	30 X 30	8D13			0,652	Kolom Mampu
C2	1	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,257	Kolom Mampu
	2	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,268	Kolom Mampu
	3	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,298	Kolom Mampu
C3	1	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,252	Kolom Mampu
	2	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,261	Kolom Mampu
	3	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,298	Kolom Mampu
C4	1	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,257	Kolom Mampu
	2	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,268	Kolom Mampu
	3	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,299	Kolom Mampu
C5	1	30 X 30	8D13			0,646	Kolom Mampu
	2	30 X 30	8D13			0,693	Kolom Mampu
	3	30 X 30	8D13			0,652	Kolom Mampu
C6	1	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,334	Kolom Mampu
	2	30 X 30	8D13			0,739	Kolom Mampu
	3	30 X 30	8D13			0,861	Kolom Mampu
C7	1	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,284	Kolom Mampu
	2	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,288	Kolom Mampu
	3	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,340	Kolom Mampu
C8	1	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,279	Kolom Mampu
	2	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,283	Kolom Mampu
	3	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,335	Kolom Mampu
C9	1	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,275	Kolom Mampu
	2	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,281	Kolom Mampu
	3	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,332	Kolom Mampu
C10	1	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,313	Kolom Mampu
	2	30 X 30	8D13			0,718	Kolom Mampu
	3	30 X 30	8D13			0,817	Kolom Mampu
C11	1	30 X 40	12D16			0,524	Kolom Mampu
	2	30 X 40	12D16			0,548	Kolom Mampu
	3	30 X 40	12D16			0,629	Kolom Mampu
C12	1	30 X 40	12D16	50 X 60	14D16	0,213	Kolom Mampu
	2	30 X 40	12D16	50 X 60	14D16	0,216	Kolom Mampu
	3	30 X 40	12D16	50 X 60	14D16	0,325	Kolom Mampu
C13	1	30 X 40	12D16	50 X 60	14D16	0,207	Kolom Mampu
	2	30 X 40	12D16	50 X 60	14D16	0,209	Kolom Mampu
	3	30 X 40	12D16	50 X 60	14D16	0,318	Kolom Mampu
C14	1	30 X 40	12D16	50 X 60	14D16	0,215	Kolom Mampu
	2	30 X 40	12D16	50 X 60	14D16	0,218	Kolom Mampu
	3	30 X 40	12D16	50 X 60	14D16	0,326	Kolom Mampu
C15	1	30 X 40	12D16			0,530	Kolom Mampu
	2	30 X 40	12D16			0,554	Kolom Mampu
	3	30 X 40	12D16			0,636	Kolom Mampu

Tabel 4. Pemodelan 3 Analisis Concrete Jacketing

Kolom	Lantai	Kondisi Eksisting		Perkuatan		Rasio Tegangan	Keterangan
		Ukuran Penampang	Tulangan Terpasang	Ukuran Penampang Diperbesar	Tulangan Yang Dibutuhkan		
C1	1	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,271	Kolom Mampu
	2	30 X 30	8D13			0,678	Kolom Mampu
	3	30 X 30	8D13			0,669	Kolom Mampu
C2	1	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,247	Kolom Mampu
	2	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,265	Kolom Mampu
	3	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,269	Kolom Mampu
C3	1	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,247	Kolom Mampu
	2	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,259	Kolom Mampu
	3	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,297	Kolom Mampu
C4	1	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,248	Kolom Mampu
	2	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,265	Kolom Mampu
	3	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,296	Kolom Mampu
C5	1	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,272	Kolom Mampu
	2	30 X 30	8D13			0,667	Kolom Mampu
	3	30 X 30	8D13			0,647	Kolom Mampu
C6	1	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,225	Kolom Mampu
	2	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,215	Kolom Mampu
	3	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,258	Kolom Mampu
C7	1	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,268	Kolom Mampu
	2	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,274	Kolom Mampu
	3	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,325	Kolom Mampu
C8	1	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,266	Kolom Mampu
	2	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,275	Kolom Mampu
	3	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,325	Kolom Mampu
C9	1	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,265	Kolom Mampu
	2	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,277	Kolom Mampu
	3	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,327	Kolom Mampu
C10	1	30 X 30	8D13	50 X 50	12D13	0,320	Kolom Mampu
	2	30 X 30	8D13			0,718	Kolom Mampu
	3	30 X 30	8D13			0,828	Kolom Mampu
C11	1	30 X 40	12D16			0,522	Kolom Mampu
	2	30 X 40	12D16			0,553	Kolom Mampu
	3	30 X 40	12D16			0,636	Kolom Mampu
C12	1	30 X 40	12D16	50 X 60	14D16	0,210	Kolom Mampu
	2	30 X 40	12D16	50 X 60	14D16	0,215	Kolom Mampu
	3	30 X 40	12D16	50 X 60	14D16	0,325	Kolom Mampu
C13	1	30 X 40	12D16	50 X 60	14D16	0,203	Kolom Mampu
	2	30 X 40	12D16	50 X 60	14D16	0,207	Kolom Mampu
	3	30 X 40	12D16	50 X 60	14D16	0,316	Kolom Mampu
C14	1	30 X 40	12D16	50 X 60	14D16	0,211	Kolom Mampu
	2	30 X 40	12D16	50 X 60	14D16	0,214	Kolom Mampu
	3	30 X 40	12D16	50 X 60	14D16	0,323	Kolom Mampu
C15	1	30 X 40	12D16			0,520	Kolom Mampu
	2	30 X 40	12D16			0,546	Kolom Mampu
	3	30 X 40	12D16			0,635	Kolom Mampu

Permodelan 1,2, dan 3 direkomendasi untuk perkuatan kolom pada struktur awal, dimana setelah dianalisis dengan bantuan software SAP 2000 seluruh elemen struktur kolom mampu menerima penambahan tingkat. Pemodelan 3 merupakan struktur yang tepat, efisien dan aman, *jacketing* hanya dilakukan pada kolom C2, C3, dan C4 pada lantai 2 (dua), C6 dan C10 perkuatan hanya pada kolom lantai 1 (satu), C7, C8, C9, C12 dan C14 perkuatan dilakukan pada lantai 1 (satu) hingga lantai 3 (tiga). Setiap elemen struktur mampu untuk menerima perencanaan penambahan tingkat.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil evaluasi struktur, terdapat beberapa kolom yang memiliki rasio tegangan  $>1$  yaitu kolom C1 dan C5 pada lantai 1 (satu), C2,C3,C4,C11,C12,C13,C14 terdapat pada lantai 1 (satu) hingga lantai 3 (tiga), C6 dan C10 pada lantai 3 (tiga), C7,C8,C9 pada lantai 2 (dua) dan 3 (tiga) dan C15 pada lantai 1 (satu) dan 3 (tiga) sehingga diperlukan perkuatan kolom pada struktur awal. Rekomendasi perkuatan dengan metode concrete jacketing pada Pemodelan 3, kolom C2, C3, dan C4 pada lantai 2 (dua), C6 dan C10 perkuatan hanya

pada kolom lantai 1 (satu), C7, C8, C9, C12 dan C14 perkuatan dilakukan pada lantai 1 (satu) hingga lantai 3 (tiga). Penguatan dengan metode concrete jacketing, menambah dimensi elemen kolom struktur K1 yang awalnya berukuran 30 cm x 40 cm dirubah menjadi 50 cm x 60 cm dengan tulangan longitudinal 16D16, tulangan geser ø10-100 dan kualitas beton 25 MPa. Kolom struktur K2 yang awalnya berukuran 30cm x 30cm dirubah menjadi 50cm x 50cm dengan tulangan longitudinal 12D13, tulangan geser ø10-100 dan kualitas beton 25 MPa. Pada percobaan kondisi pasir setelah dilakukan pencucian dengan air tawar sebanyak 5 kali guna mengurangi kandungan kadar lumpur, kotoran, dan debu pada pasir, terdapat peningkatan pada daya serap, berat jenis, dan kuat tekan mortar. Daya serap air rata-rata berkurang sebesar 1,45 %. dengan daya serap terendah pada campuran 1 Pc : 2 Psp sebesar 5,62 %. Pada hasil pengujian berat jenis terdapat peningkatan sebesar 5,39 % dengan berat jenis tertinggi pada campuran 1 Pc : 2 Psp sebesar 2,04 gr/cm<sup>3</sup>. Pada hasil pengujian kuat tekan mortar terjadi peningkatan rata-rata sebesar 12,44 % dengan kuat tekan tertinggi pada variasi campuran 1 Pc : 2 Psp sebesar 26,48 Mpa.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Muhroni, "Analisa Penguatan Struktur Penambahan Lantai Bangunan Gedung (Studi Kasus Di Dpmptsp Kab. Kudus)," *J. Tek. Indones.*, vol. 5, no. 1, p. 34, 2024, doi: 10.61689/jti.v5i1.547.
- [2] C. V Saruni, S. O. Dapas, and H. Manalip, "Evaluasi dan analisis perkuatan bangunan yang bertambah jumlah tingkatnya," *Sipil Statik*, vol. 5, no. 9, pp. 591–602, 2017.
- [3] A. Prabowo and M. Lutfi, "Analisis Struktur Bangunan Gedung Sekolah akibat Penambahan Ruang Kelas Baru (Studi Kasus di SMK Bina Putera Kota Bogor)," *J. Manaj. Aset Infrastruktur Fasilitas*, vol. 4, no. 2, pp. 133–148, 2020, doi: 10.12962/j26151847.v4i2.6887.
- [4] M. Aswin, "Nilai Over Strength Factor Pada Balok Beton Bertulang Yang Menggunakan Serat Bendrat Dan Tulangan Baja Yang Sudah Mengalami Pembengkokan (Kajian Analitis Dan Eksperimental)," *J. Rekayasa Strukt. Infrastruktur*, vol. 4, no. 1, p. 44, 2010.
- [5] Badan Standardisasi Nasional, "Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung," *SNI 2847-2019*, no. 8, p. 720, 2019.
- [6] H. Khoeri, "Pemilihan Metode Perbaikan dan Perkuatan Struktur Akibat Gempa," *Konstruksia*, vol. 12, no. 1, pp. 93–103, 2020.
- [7] N. Hidayati, "Evaluasi dan Perkuatan Struktur Kolom Beton Bertulang Akibat Kebakaran," *Potensi J. Sipil Politek.*, vol. 24, no. 1, pp. 1–9, 2022, doi: 10.35313/potensi.v24i1.3606.
- [8] A. Rahman, S. Samsunan, M. Refiyanni, R. Faisal, N. Shaskia, and S. P. Soksen, "Analisis Kekuatan Kolom Beton Bertulang Yang Diperkuat Dengan Metode Concrete Jacketing," *J. Arsip Rekayasa Sipil dan Perenc.*, vol. 6, no. 1, pp. 53–64, 2023, doi: 10.24815/jarsp.v6i1.31164.