

No. 37/SKRIPSI/S.Tr-TKG/2023

SKRIPSI

**EVALUASI DAN ANALISIS PERKUATAN STRUKTUR  
GEDUNG MENGGUNAKAN *CARBON FIBER*  
*REINFORCED POLYMER (CFRP)***



**Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan program D-IV  
Politeknik Negeri Jakarta**

**Disusun oleh:**

**Desfitri Hayu Wandaning**

**NIM. 1901421022**

**Pembimbing:**

**Amalia, S.Pd., S.S.T., M.T.**

**NIP. 197401311998022001**

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK KONSTRUKSI GEDUNG  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**2023**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul :

### **EVALUASI DAN ANALISIS PERKUATAN STRUKTUR GEDUNG MENGUNAKAN *CARBON FIBER REINFORCED POLYMER (CFRP)***

yang disusun oleh Desfitri Hayu Wandaning (NIM 1901421022) telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam pelaksanaan Sidang Skripsi Tahap

2

**Pembimbing**

**Amalia, S.Pd., S.S.T., M.T.**

**NIP. 197401311998022001**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi berjudul :

### EVALUASI DAN ANALISIS PERKUATAN STRUKTUR MENGUNAKAN *CARBON FIBER REINFORCED POLYMER* (CFRP)

yang disusun oleh **Desfitri Hayu Wandaning (NIM 1901421022)**  
telah dipertahankan dalam **Sidang Skripsi Tahap 2** di depan Tim  
Penguji pada hari **Senin tanggal 07 Agustus 2023**

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Mudiono Kasmuri, S.T., M.Eng., Ph.D. NIP. 198012042020121001	
Anggota	Andrias Rudi Hermawan, S.T., M.T. NIP. 196601181990111001	
Anggota	Agus Murdiyoto R., Drs., S.T., M.Si. NIP. 195908191986031002	

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Politeknik Negeri Jakarta



**(Dr. Dyah Nurwidyaningrum, S.T., M.M., M.Ars)**

**NIP. 19740706199932001**



## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Desfitri Hayu Wandaning

NIM : 1901421022

Program Studi : D4 Teknik Konstruksi Gedung

Alamat Email : desfitri.hayuwandaning.ts19@mhs.wpnj.ac.id

Judul Naskah : Evaluasi dan Analisis Perkuatan Struktur Gedung Menggunakan  
*Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP)*

Dengan ini saya menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Skripsi Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2022/2023 adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan karya orang lain dan belum pernah diikuti dalam segala bentuk kegiatan akademis.

Apabila dikemudian hari ternyata tulisan/naskah saya tidak sesuai dengan pernyataan ini, maka secara otomatis tulisan/naskah saya dianggap gugur dan bersedia menerima sanksi yang ada. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

Denpasar, 31 Juli 2023

Yang menyatakan,

Desfitri Hayu Wandaning

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## KATA PENGANTAR

Dengan penuh rasa syukur, penulis ingin mengungkapkan terima kasih kepada Allah SWT atas rahmat, karunia, dan petunjuk-Nya yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini dengan lancar dan sukses. Serta rasa hormat dan salam penulis sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga beliau, para sahabat, dan seluruh umat Islam yang telah memberikan inspirasi, semangat, dan dukungan sehingga penulis berhasil menyelesaikan penulisan skripsi berjudul “**Evaluasi dan Analisis Perkuatan Struktur Gedung Menggunakan *Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP)***” sebagai persyaratan untuk dapat menyelesaikan jenjang pendidikan Program Diploma IV pada Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.

Dalam proses penyusunan naskah skripsi ini penulis telah mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih antara lain kepada:

1. Orang tua dan adik-adik penulis yang telah memberikan dukungan yang tulus dalam bentuk doa, inspirasi dan semangat yang tinggi bagi penulis untuk lebih bersemangat dalam penyusunan naskah Skripsi ini.
2. Ibu Amalia, S.Pd., S.S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan kepada penulis.
3. Ibu Dr. Dyah Nurwidyaningrum, S.T., M.M., M.Ars. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
4. Bapak Mudiono Kasmuri, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Kepala Program Studi Teknik Konstruksi Gedung.
5. Ibu Darul Nurjanah, S.Ag., M.Si. selaku pembimbing akademis kelas TKG2 2019 yang selalu membimbing penulis selama perkuliahan.
6. Bapak dan ibu karyawan Proyek Pembangunan RSIA Ngoerah Denpasar atas bantuannya dalam memberikan masukan serta data-data kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
7. Anita Rizki Triwidyanata sebagai teman yang selalu membantu penulis sepanjang 4 tahun perjalanan studi dan selalu bersedia untuk mendengarkan

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

semua keluh kesah penulis. *I couldn't imagine going through this without you. You make the tough times easier and the good times even better.*

8. Hana Dwi Yuliashti sebagai teman pertama hingga penghujung perjalanan studi yang selalu menemani dan selalu bersedia untuk mendengarkan semua keluh kesah penulis terutama pada saat melakukan magang di Denpasar, Bali. *Thank you for being there for me throughout this thesis journey. Your support means the world to me.*
9. Nurrohmah Akmalia sebagai teman yang telah bersama dan melihat perkembangan penulis selama 8 tahun terakhir. *Cheers to many more moments and years together!*
10. Ananda Kusuma yang selalu menemani, memberikan masukan, dan juga semangat selama pengerjaan skripsi ini. *Thanks for being my cheerleader and reminding me of my capabilities.*
11. Teman-teman TKG 2 angkatan 2019 yang senantiasa memberikan semangat selama menjalani perkuliahan dan penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa pada penyusunan naskah Skripsi ini masih memiliki beberapa kekurangan. Oleh karena itu, masukan kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan guna meningkatkan perkembangan Skripsi ini. Penulis telah berusaha sebaik mungkin untuk memenuhi maksud dan tujuan penulisan Skripsi ini, dan berharap agar dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang terlibat.

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA

Denpasar, 31 Juli 2023

Desfitri Hayu Wandaning



## DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>19</b>
1.1 Latar Belakang .....	19
1.2 Identifikasi Masalah.....	20
1.3 Perumusan Masalah .....	20
1.4 Tujuan Penelitian .....	21
1.5 Manfaat Penelitian .....	21
1.6 Batasan Masalah.....	21
1.7 Sistematika Penulisan.....	22
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>24</b>
2.1 Penelitian Terdahulu .....	24
2.2 Evaluasi Struktur Gedung .....	26
2.2.1 Pembebanan Pada Struktur .....	26
2.2.2 Kombinasi Pembebanan.....	29
2.2.3 Kuat Perlu dan Kuat Rencana .....	30

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.3 Perhitungan Elemen Struktur .....	30
2.3.1 Perhitungan Balok.....	31
2.3.2 Perhitungan Kolom .....	32
2.3.3 Perhitungan Hubungan Balok dan Kolom .....	35
2.3.4 Perhitungan Pelat .....	37
2.4 Perkuatan Pada Struktur Bangunan.....	38
2.4.1 Penggunaan FRP Sebagai Material Perkuatan.....	39
2.4.2 Kelebihan dan Kekurangan FRP.....	40
2.4.3 Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP).....	41
2.5 Perhitungan Perkuatan Dengan CFRP Berdasarkan ACI 440.2R-17 .....	43
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>50</b>
3.1 Lokasi dan Objek Penelitian .....	50
3.2 Waktu Penelitian.....	54
3.3 Program Bantu yang Digunakan Untuk Analisis dan Evaluasi .....	54
3.4 Tahapan Penelitian.....	55
3.5 Peraturan yang Digunakan.....	56
3.6 Pengumpulan Data Bangunan.....	56
3.7 Pemodelan Struktur.....	57
3.7.1 Analisis Pembebanan .....	57
3.7.2 Analisis Beban Gempa.....	58
3.7.3 Kombinasi Pembebanan.....	58
3.7.4 Analisis Kemampuan dan Penilaian Struktur .....	59
3.7.5 Perhitungan Perkuatan Dengan CFRP .....	60
<b>BAB IV DATA DAN ANALISIS .....</b>	<b>62</b>
4.1 Data Struktural Bangunan.....	62
4.1.1 Mutu Beton.....	62
4.1.2 Mutu Baja Tulangan.....	62





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.1.3 Mutu Baja.....	62
4.1.4 Data Elemen Struktur.....	63
4.1.5 Data Wilayah Gempa.....	64
4.1.6 Data Tanah Lokasi.....	65
4.2 Perhitungan Pembebanan.....	66
4.2.1 Perhitungan Utilitas.....	66
4.2.2 Perhitungan Pembebanan Tangga.....	66
4.3 Perhitungan Rangka Atap Baja.....	73
4.3.1 Data Rangka Atap dan Material Eksisting.....	73
4.3.2 Menghitung Beban Mati (DL).....	74
4.3.3 Menghitung Beban Hidup (LL).....	74
4.3.4 Menghitung Beban Air Hujan (R).....	74
4.3.5 Menghitung Beban Angin (WL).....	75
4.4 Pemodelan Struktur dan Analisis Gempa.....	75
4.4.1 Respons Spektrum.....	75
4.4.2 Kombinasi Pembebanan.....	78
4.4.3 Pembebanan Struktur.....	79
4.4.4 Pemodelan Struktur Menggunakan Program ETABS 19.....	90
4.4.5 Hasil Analisis Struktur.....	92
<b>BAB V PEMBAHASAN.....</b>	<b>102</b>
5.1 Analisis Elemen Struktur.....	102
5.1.1 Analisis Elemen Struktur Balok Eksisting.....	102
5.1.2 Analisis Elemen Struktur Kolom Eksisting.....	112
5.1.3 Analisis Elemen Struktur Plat Lantai Eksisting.....	123
5.1.4 Analisis Hubungan Balok Kolom Eksisting.....	129
5.2 Analisis Perkuatan dengan <i>Carbon Fiber Reinforcement Polymer</i> (CFRP)..	129
5.2.1 Perkuatan Elemen Struktur Balok.....	130



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.2.2 Perkuatan Elemen Struktur Kolom .....	132
5.2.3 Perkuatan Elemen Struktur Plat Lantai .....	133
5.3 Persentase Kenaikan Kekuatan Elemen-Elemen Struktur Setelah Perkuatan dengan CFRP .....	134
<b>BAB VI PENUTUP .....</b>	<b>138</b>
6.1 Kesimpulan .....	138
6.2 Saran.....	140
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>141</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>144</b>





## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tinggi Minimum Balok Non-prategang .....	31
Tabel 2. 2 Faktor Reduksi Lingkungan .....	43
Tabel 2. 3 Faktor Reduksi Kekuatan Geser .....	45
Tabel 3. 1 Program Bantu yang Digunakan .....	54
Tabel 3. 2 Faktor Reduksi Maksimum yang Diizinkan .....	59
Tabel 3. 3 Faktor Reduksi Kekuatan ( $\Phi$ ) Untuk Momen, Gaya Aksial, atau Kombinasi Momen dan Gaya Aksial.....	60
Tabel 4. 1 Mutu Beton Elemen Struktur .....	62
Tabel 4. 2 Mutu Baja Tulangan.....	62
Tabel 4. 3 Dimensi Kolom .....	63
Tabel 4. 4 Dimensi Balok.....	63
Tabel 4. 5 Dimensi Pelat .....	63
Tabel 4. 6 Hasil Uji Boring Log.....	65
Tabel 4. 7 Rekapitulasi Beban Utilitas.....	66
Tabel 4. 8 Rekapitulasi Pembebanan Tangga .....	72
Tabel 4. 9 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Nongedung untuk Beban Gempa .....	75
Tabel 4. 10 Faktor Keutamaan Gempa .....	76
Tabel 4. 11 Klasifikasi Situs .....	77
Tabel 4. 12 Kombinasi Pembebanan Berdasarkan SNI 1727:2020 dan SNI 1726:2019 .....	79
Tabel 4. 13 Tabel Beban Hidup Pelat Lantai .....	80
Tabel 4. 14 Gaya Angin Arah X (6 m).....	85
Tabel 4. 15 Gaya Angin Arah X (3 m).....	85
Tabel 4. 16 Gaya Angin Arah Y (4 m).....	86
Tabel 4. 17 Gaya Angin Arah Y (6 m).....	86
Tabel 4. 18 Gaya Angin Arah Y (8 m).....	87
Tabel 4. 19 Gambar 4. 8 Nilai Joint Reaction dari Pemodelan Struktur Tangga.....	87
Tabel 4. 20 Nilai Joint Reaction Terbesar.....	89
Tabel 4. 21 Kategori Desain Seismik pada Periode Pendek .....	93
Tabel 4. 22 Kategori Desain Seismik pada Periode 1 detik.....	93

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 23 Faktor R, Cd, $\Omega_0$ untuk sistem pemikul gaya seismik.....	93
Tabel 4. 24 Rekapitulasi Berat Bangunan Per Lantai .....	93
Tabel 4. 25 Periode dan Modal Respon .....	94
Tabel 4. 26 Rekapitulasi Gaya Gempa Tiap Lantai .....	96
Tabel 4. 27 Simpangan antar lantai sumbu x .....	99
Tabel 4. 28 Simpangan antar lantai sumbu y .....	99
Tabel 4. 29 Kontrol Pengaruh P-Delta Arah X .....	100
Tabel 4. 30 Kontrol Pengaruh P-Delta Arah Y .....	100
Tabel 5. 1 Elemen Balok Lantai 2 yang dianalisis.....	102
Tabel 5. 2 Syarat Dimensi Balok Eksisting Lantai 2 .....	103
Tabel 5. 3 Momen Lentur Balok Eksisting Lantai 2 .....	103
Tabel 5. 4 Penampang Geser Balok Eksisting .....	104
Tabel 5. 5 Elemen Balok Lantai 3 yang dianalisis.....	104
Tabel 5. 6 Syarat Dimensi Balok Eksisting Lantai 3 .....	105
Tabel 5. 7 Momen Lentur Balok Eksisting Lantai 3.....	105
Tabel 5. 8 Penampang Geser Balok Eksisting Lantai 3 .....	106
Tabel 5. 9 Elemen Balok Lantai 3A yang dianalisis.....	106
Tabel 5. 10 Syarat Dimensi Balok Eksisting Lantai 3A .....	106
Tabel 5. 11 Momen Lentur Balok Eksisting Lantai 3A.....	107
Tabel 5. 12 Penampang Geser Balok Eksisting Lantai 3A .....	107
Tabel 5. 13 Elemen Balok Lantai 5 yang dianalisis.....	108
Tabel 5. 14 Syarat Dimensi Balok Eksisting Lantai 5 .....	108
Tabel 5. 15 Momen Lentur Balok Eksisting Lantai 5 .....	108
Tabel 5. 16 Penampang Geser Balok Eksisting Lantai 5 .....	109
Tabel 5. 17 Elemen Balok Lantai Atap yang dianalisis.....	110
Tabel 5. 18 Syarat Dimensi Balok Eksisting Lantai Atap .....	110
Tabel 5. 19 Momen Lentur Balok Eksisting Lantai Atap .....	110
Tabel 5. 20 Penampang Geser Balok Eksisting Lantai Atap .....	111
Tabel 5. 21 Elemen Kolom Lantai 1 yang dianalisis .....	112
Tabel 5. 22 Syarat Dimensi Kolom Eksisting Lantai 1 .....	112
Tabel 5. 23 Kapasitas Beban Aksial Kolom Lantai 1 .....	112
Tabel 5. 24 Syarat Strong Column Weak Beam Lantai 1 .....	113
Tabel 5. 25 Kontrol Gaya Geser Kolom Lantai 1 .....	113
Tabel 5. 26 Kontrol Tulangan Geser Lantai 1 .....	113



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 5. 27 Kontrol Gaya Geser Beton Lantai 1 .....	113
Tabel 5. 28 Elemen Kolom Lantai 2 yang dianalisis .....	114
Tabel 5. 29 Syarat Dimensi Kolom Eksisting Lantai 2.....	114
Tabel 5. 30 Kapasitas Beban Aksial Kolom Lantai 2 .....	114
Tabel 5. 31 Syarat Strong Column Weak Beam Lantai 2 .....	115
Tabel 5. 32 Kontrol Gaya Geser Kolom Lantai 2 .....	115
Tabel 5. 33 Kontrol Tulangan Geser Lantai 2.....	115
Tabel 5. 34 Kontrol Gaya Geser Beton Lantai 2.....	116
Tabel 5. 35 Elemen Kolom Lantai 3 yang dianalisis .....	116
Tabel 5. 36 Syarat Dimensi Kolom Eksisting Lantai 3.....	116
Tabel 5. 37 Kapasitas Beban Aksial Kolom Lantai 3 .....	117
Tabel 5. 38 Syarat Strong Column Weak Beam Lantai 3 .....	117
Tabel 5. 39 Kontrol Gaya Geser Kolom Lantai 3 .....	117
Tabel 5. 40 Kontrol Tulangan Geser Lantai 3.....	118
Tabel 5. 41 Kontrol Gaya Geser Beton Lantai 3.....	118
Tabel 5. 42 Elemen Kolom Lantai 3A yang dianalisis .....	118
Tabel 5. 43 Syarat Dimensi Kolom Eksisting Lantai 3A.....	119
Tabel 5. 44 Kapasitas Beban Aksial Kolom Lantai 3A .....	119
Tabel 5. 45 Syarat Strong Column Weak Beam Lantai 3A .....	119
Tabel 5. 46 Kontrol Gaya Geser Kolom Lantai 3A .....	119
Tabel 5. 47 Kontrol Tulangan Geser Lantai 3A.....	120
Tabel 5. 48 Kontrol Gaya Geser Beton Lantai 3A.....	120
Tabel 5. 49 Elemen Kolom Lantai 5 yang dianalisis .....	120
Tabel 5. 50 Syarat Dimensi Kolom Eksisting Lantai 5.....	121
Tabel 5. 51 Kapasitas Beban Aksial Kolom Lantai 5 .....	121
Tabel 5. 52 Syarat Strong Column Weak Beam Lantai 5 .....	121
Tabel 5. 53 Kontrol Gaya Geser Kolom Lantai 5 .....	122
Tabel 5. 54 Kontrol Tulangan Geser Lantai 5.....	122
Tabel 5. 55 Kontrol Gaya Geser Beton Lantai 5.....	122
Tabel 5. 56 Dimensi Plat Lantai Eksisting.....	123
Tabel 5. 57 Momen Lentur Plat Lantai Interior Lantai 2 .....	123
Tabel 5. 58 Momen Lentur Plat Lantai Eksterior Lantai 2 .....	124
Tabel 5. 59 Momen Lentur Plat Lantai Interior Lantai 3 .....	124
Tabel 5. 60 Momen Lentur Plat Lantai Eksterior Lantai 3 .....	125



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 5. 61 Momen Lentur Plat Lantai Interior Lantai 3A .....	125
Tabel 5. 62 Momen Lentur Plat Lantai Eksterior Lantai 3A .....	126
Tabel 5. 63 Momen Lentur Plat Lantai Interior Lantai 5 .....	126
Tabel 5. 64 Momen Lentur Plat Lantai Eksterior Lantai 5 .....	127
Tabel 5. 65 Momen Lentur Plat Lantai Interior Lantai Atap .....	127
Tabel 5. 66 Momen Lentur Plat Lantai Eksterior Lantai Atap .....	128
Tabel 5. 67 Momen Lentur Plat Lantai Eksterior Lantai Rumah Lift.....	128
Tabel 5. 68 Hubungan Balok dan Kolom Eksisting.....	129
Tabel 5. 69 Kebutuhan CFRP untuk Perkuatan Lentur Balok Eksisting .....	130
Tabel 5. 70 Kebutuhan CFRP untuk Perkuatan Geser Balok Eksisting .....	131
Tabel 5. 71 Kebutuhan CFRP untuk Perkuatan Gaya Aksial Kolom Eksisting .....	132
Tabel 5. 72 Kebutuhan CFRP untuk Perkuatan Gaya Geser Kolom Eksisting .....	132
Tabel 5. 73 Kebutuhan CFRP untuk Perkuatan Lentur Plat Lantai 2 .....	133
Tabel 5. 74 Kebutuhan CFRP untuk Perkuatan Lentur Plat Lantai 3 .....	133
Tabel 5. 75 Kebutuhan CFRP untuk Perkuatan Lentur Plat Lantai Rumah Lift.....	133
Tabel 5. 76 Persentase Kenaikan Momen Nominal Balok Eksisting.....	134
Tabel 5. 77 Persentase Kenaikan Geser Nominal Balok Eksisting.....	135
Tabel 5. 78 Persentase Kenaikan Gaya Aksial Kolom Eksisting.....	136
Tabel 5. 79 Persentase Kenaikan Gaya Geser Kolom Eksisting.....	136
Tabel 5. 80 Persentase Kenaikan Momen Nominal Plat Lantai Eksisting.....	136



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Interaksi Kolom.....	33
Gambar 2. 2 Pemasangan FRP Terhadap Permukaan Beton .....	41
Gambar 2. 3 Tipe Pembungkus (Wrapping) untuk Perkuatan Geser Menggunakan Lapisan FRP .....	42
Gambar 2. 4 Mode Kegagalan Balok Beton yang Diperkuat dengan CFRP Wrap: (A) Tulangan Baja Leleh dan Pecahnya Ikatan CFRP, (B) Kegagalan Lentur Beton, (C) Kegagalan Geser, (D) Debonding CFRP sepanjang Tulangan Longitudinal, (E) Lepasnya Ikatan antara CFRP dengan Beton, (F) Gagal akibat Retak Geser.....	42
Gambar 2. 5 Regangan dan Tegangan pada Keadaan Batas Ultimit .....	43
Gambar 2. 6 Metode Pembungkusan Material CFRP .....	45
Gambar 2. 7 Ilustrasi Variabel Dimensi pada Perkuatan Geser Menggunakan Laminasi FRP.....	46
Gambar 3. 1 Denah Lokasi Proyek Gedung (Google Earth 2023) .....	50
Gambar 3. 2 Lingkungan Sekitar Proyek.....	50
Gambar 3. 3 Denah Pelat Lantai 2 .....	51
Gambar 3. 4 Denah Pelat Lantai 3 .....	51
Gambar 3. 5 Denah Pelat Lantai 4 .....	52
Gambar 3. 6 Denah Pelat Lantai Atap .....	52
Gambar 3. 7 Denah Balok dan Kolom Lantai 2 .....	52
Gambar 3. 8 Denah Balok dan Kolom Lantai 3 .....	53
Gambar 3. 9 Denah Balok dan Kolom Lantai 4 .....	53
Gambar 3. 10 Denah Balok dan Kolom Atap .....	53
Gambar 3. 11 Tahapan-Tahapan Penelitian .....	55

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	Formulir SI.....	144
LAMPIRAN 1	Struktur Gedung Bertingkat.....	159
LAMPIRAN 2	Spesifikasi CFRP.....	170
LAMPIRAN 3	Perhitungan Pembebanan.....	172
LAMPIRAN 4	Perhitungan Analisis Struktur.....	186
LAMPIRAN 5	Analisis Struktur Balok Eksisting.....	191
LAMPIRAN 6	Analisis Struktur Kolom Eksisting.....	346
LAMPIRAN 7	Analisis Struktur Plat Lantai Eksisting.....	403
LAMPIRAN 8	Analisis Hubungan Balok-Kolom Eksisting.....	470
LAMPIRAN 9	Perkuatan Struktur Balok dengan CFRP.....	487
LAMPIRAN 10	Perkuatan Struktur Kolom dengan CFRP.....	604
LAMPIRAN 11	Perkuatan Struktur Plat Lantai dengan CFRP.....	635





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada akhir tahun 2022, terdapat pembangunan gedung bertingkat di daerah Denpasar, Bali. Gedung ini memiliki luas 15.946,7 m<sup>2</sup> yang terdiri dari 4 (empat) lantai. Namun pada saat proses pembangunan sampai dengan lantai dua terjadi perubahan rencana dengan menambahkan satu lantai menjadi 5 (lima) lantai. Penambahan jumlah lantai ini menyebabkan bertambahnya jumlah beban, baik beban hidup, beban mati, maupun beban gempa yang memungkinkan terjadinya kegagalan pada struktur atas maupun struktur bawah karena tidak diperhitungkan pada saat perencanaan awal. Oleh sebab itu, diperlukan evaluasi struktur gedung tersebut agar dapat diketahui kapasitas struktur gedung akibat penambahan jumlah lantai tersebut. Dari hasil evaluasi tersebut, struktur gedung membutuhkan perkuatan pada semua elemen struktur agar dapat memikul semua beban yang bekerja.

Salah satu metode yang dapat dilakukan pada Gedung Bertingkat ini adalah dengan memberikan pengekangan eksternal pada beton. Penerapan pengikat eksternal pada beton dapat secara signifikan meningkatkan kekuatan dan sifat daktilitasnya. (Baasankhuu et al., 2020; Ozbakkaloglu et al., 2013). Pengekangan eksternal beton yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan material *Fiber Reinforced Polymer* (FRP).

*Fiber Reinforced Polymers* (FRP) adalah bahan komposit yang terdiri dari dua konstituen utama, yang pertama adalah elemen penguat (serat), yang memberikan kekuatan dan kekakuan material yang tinggi. Komponen kedua (polimer) adalah matriks isotropik yang menjaga integritas material dan memungkinkan fase penguat bekerja secara efektif (Samy et al., 2022). FRP Merupakan suatu inovasi dalam penguatan komposit yang saat ini banyak dipergunakan sebagai penguatan eksternal tambahan pada struktur, karena memiliki kekuatan yang superior serta kemudahan dalam pemasangannya jika dibandingkan dengan material lain (Samy et al., 2022).

*Fiber reinforcement polymer* (FRP) yang digunakan yaitu jenis carbon. *Carbon Fiber Reinforced Polymers* (CFRP) merupakan material dengan kekuatan



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

yang tinggi, ringan serta bersifat non-korosif dan non-magnetik sehingga cocok untuk digunakan sebagai perkuatan eksternal (Samy et al., 2022). Selain itu penggunaan CFRP dapat dimanfaatkan untuk menambah kekuatan atau memberikan peningkatan kapasitas lentur, geser, aksial, dan daktilitas (Hirwo & Rozak, 2022), serta meningkatkan kuat tekan beton melalui pengekanan (Suprpto et al., 2022).

Berdasarkan uraian permasalahan diatas maka perlu dilakukan evaluasi struktur dan menganalisis kebutuhan perkuatan elemen struktur gedung akibat penambahan lantai. Analisis yang dilakukan mencakup penentuan elemen struktur yang harus diperkuat, jenis perkuatan yang digunakan, jumlah kebutuhan perkuatan yang diperlukan untuk memperkuat struktur eksisting sehingga mampu menahan beban akibat dari penambahan jumlah lantai bangunan.

### 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat diidentifikasi adanya permasalahan diantara adalah sebagai berikut:

1. Terjadi perubahan desain yaitu adanya penambahan jumlah lantai.
2. Progress pekerjaan sudah mencapai lantai 2 (Zona 6 dan zona 5).
3. Dibutuhkan perkuatan pada elemen struktur bangunan eksisting yang tidak kuat memikul beban akibat penambahan jumlah lantai.
4. Penggunaan CFRP sebagai perkuatan lentur dan perkuatan geser serta meningkatkan kuat tekan beton.

### 1.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Apakah elemen-elemen struktur atas gedung pada rencana awal masih kuat memikul beban-beban yang bekerja akibat penambahan jumlah lantai?
2. Dari hasil evaluasi struktur, jika diperlukan perkuatan berapa kebutuhan perkuatan elemen-elemen struktur akibat penambahan lantai menggunakan material CFRP?



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Berapa persentase kenaikan kekuatan elemen-elemen struktur setelah dilakukan perkuatan menggunakan material CFRP?

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari dilakukannya penelitian ini sebagai berikut:

1. Menghitung kapasitas elemen-elemen struktur setelah dilakukan penambahan jumlah lantai.
2. Menghitung kebutuhan perkuatan elemen struktur gedung akibat penambahan jumlah lantai.
3. Menghitung persentase kenaikan kekuatan elemen-elemen struktur setelah dilakukan perkuatan menggunakan material CFRP.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dalam aspek akademis sebagai bidang pengetahuan dan proses pembelajaran, hal ini memiliki nilai penting sebagai materi kontribusi dan faktor yang dipertimbangkan dalam melakukan studi ilmiah mengenai pemanfaatan CFRP sebagai penguatan eksternal.
2. Rekomendasi kepada pengelola bangunan mengenai perkuatan struktur dengan tipe gedung seperti yang dimodelkan yang memerlukan penambahan jumlah lantai.

#### 1.6 Batasan Masalah

Untuk mempersingkat dan memperjelas suatu penelitian agar tidak terlalu luas dan terfokus pada masalah yang dihadapi serta keterbatasan waktu dalam menyusun skripsi. Maka batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Analisis struktur hanya dilakukan pada struktur atas yaitu pada komponen kolom, balok, dan pelat.
2. Analisis dan evaluasi struktur menggunakan program ETABS, SAP2000 dan perhitungan secara manual.
3. Pemodelan *open frame* tiga dimensi (3D).



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4. Perkuatan struktur yang digunakan yaitu perkuatan eksternal dengan menggunakan *Carbon Fiber Reinforced Polymer* (CFRP).

### 1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan oleh penulis dalam penyusunan skripsi ini adalah sebagai berikut:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab 1 berisi latar belakang penelitian, uraian mengenai identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, manfaat penulisan, dan sistematika penulisan.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab 2 berisi penelitian terdahulu serta uraian tentang dasar teori yang mendukung dalam penelitian sehingga dapat dijadikan sebagai landasan penelitian, yaitu tentang evaluasi dan analisis perkuatan bangunan gedung dengan menggunakan CFRP. Uraian tersebut berdasarkan teori dari jurnal yang relevan terhadap topik penelitian.

#### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab 3 berisi tentang uraian mengenai diagram alir perencanaan yang di dalamnya membahas proses atau tahapan perencanaan yang dilakukan. Selain itu terdapat deskripsi lokasi penelitian, alat dan bahan, dan luaran.

#### **BAB IV DATA DAN ANALISIS**

Bab 4 berisi data yang diperoleh untuk melakukan penelitian berupa data primer dan data sekunder, serta hasil analisis pendukung.

#### **BAB V PEMBAHASAN**

Bab 5 berisi hasil analisis berdasarkan data yang diperoleh yang kemudian dilakukan pembahasan dari hasil penelitian yang dilakukan.



## BAB VI PENUTUP

Bab 6 meliputi rangkuman dari simpulan yang diambil berdasarkan analisis hasil penelitian yang telah dijalankan pada bab sebelumnya. Hal ini dilakukan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan pokok yang diajukan dan sejalan dengan tujuan penelitian. Selain itu, bab ini juga mencakup rekomendasi yang diharapkan bisa memberikan panduan bagi pemilik proyek atau pelaksana proyek serta bagi peneliti berikutnya yang tertarik dalam studi serupa.



### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB VI PENUTUP

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis kekuatan struktur bangunan akibat penambahan lantai, maka didapatkan beberapa kesimpulan, yaitu.

1. Kekuatan struktur balok, kolom, dan pelat eksisting setelah dilakukan penambahan jumlah lantai sebagai berikut:
  - a. Terdapat dua balok yaitu Balok B2 dan Balok B6 yang tidak memenuhi syarat dimensi balok untuk syarat SRPMK. Selain itu, hasil analisis elemen struktur menunjukkan 56% balok eksisting mengalami kegagalan dalam menahan momen dan geser yang bekerja akibat penambahan lantai. Oleh karena itu balok eksisting perlu dilakukan perkuatan pada lentur dan geser.
  - b. Semua kolom eksisting memenuhi syarat dimensi untuk syarat SRPMK. Berdasarkan hasil analisis elemen struktur balok eksisting didapatkan bahwa 36% kolom eksisting mengalami kegagalan dalam menahan beban-beban yang bekerja akibat penambahan lantai dan tidak memenuhi syarat *strong column weak beam*. Semua kolom eksisting kuat memikul gaya geser yang bekerja, hanya pada kolom K4 dan kolom K3 lantai 5 tidak kuat memikul gaya geser akibat penambahan lantai. Oleh karena itu, untuk perhitungan yang tidak terpenuhi perlu dilakukan perkuatan gaya aksial dan gaya geser pada kolom eksisting.
  - c. Berdasarkan hasil analisis elemen struktur plat lantai eksisting didapatkan bahwa 20% plat lantai eksisting mengalami kegagalan dalam menahan beban-beban yang bekerja akibat penambahan lantai. Sehingga plat eksisting perlu dilakukan perkuatan lentur.
2. Kebutuhan perkuatan struktur balok, kolom, dan plat eksisting sebagai berikut:
  - a. Dalam perkuatan lentur untuk balok eksisting menggunakan *Carbon Fiber Reinforcement Polymer* (CFRP), 24% balok membutuhkan 1 lapisan CFRP, 24% balok membutuhkan 2 lapisan CFRP, 38% balok membutuhkan 3 lapisan CFRP, 12% balok membutuhkan 4 lapisan CFRP, dan 2% balok membutuhkan 5 lapisan CFRP.

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- b. Dalam perkuatan geser balok eksisting menggunakan *Carbon Fiber Reinforcement Polymer* (CFRP), 57% balok membutuhkan 1 lapisan CFRP, 29% balok membutuhkan 2 lapisan CFRP, 7% balok membutuhkan 17 lapisan CFRP, dan 7% balok membutuhkan 31 lapisan CFRP.
  - c. Dalam perkuatan gaya aksial struktur kolom menggunakan *Carbon Fiber Reinforcement Polymer* (CFRP), 67% kolom eksisting membutuhkan 3 lapisan CFRP, dan 33% kolom eksisting membutuhkan 4 lapisan CFRP.
  - d. Dalam perkuatan geser beton kolom eksisting menggunakan *Carbon Fiber Reinforcement Polymer* (CFRP), 100% kolom eksisting membutuhkan 1 lapisan CFRP.
  - e. Dalam perkuatan momen lentur pada struktur plat lantai eksisting menggunakan *Carbon Fiber Reinforcement Polymer* (CFRP), 100% plat lantai eksisting membutuhkan 1 lapisan CFRP pada semua elemen struktur yang tidak kuat menahan beban-beban yang bekerja akibat penambahan lantai.
3. Persentase kenaikan kekuatan elemen-elemen struktur setelah perkuatan dengan CFRP sebagai berikut:
- a. Persentase kenaikan momen nominal pada balok setelah perkuatan CFRP didapatkan rata-rata sebesar 70% dari momen nominal sebelum perkuatan dengan CFRP.
  - b. Persentase kenaikan geser nominal pada balok setelah perkuatan CFRP didapatkan rata-rata sebesar 57% dari geser nominal sebelum perkuatan dengan CFRP.
  - c. Persentase kenaikan gaya aksial pada kolom setelah perkuatan CFRP didapatkan rata-rata 35% dari gaya aksial sebelum perkuatan dengan CFRP.
  - d. Persentase kenaikan gaya geser beton pada kolom setelah perkuatan CFRP didapatkan sebesar 79% dari gaya geser beton sebelum perkuatan dengan CFRP.
  - e. Persentase kenaikan momen nominal pada plat lantai setelah perkuatan CFRP didapatkan sebesar 35% dari momen nominal sebelum perkuatan dengan CFRP.



## 6.2

### Saran

1. Untuk perkuatan kolom yang tidak memenuhi prinsip "*strong column weak beam*" direkomendasikan untuk mempertimbangkan metode *concrete steel jacketing*.
2. Penting untuk memiliki data bangunan eksisting yang lengkap dan akurat agar perhitungan struktur sesuai dengan kondisi yang ada.
3. Saat melakukan analisis, penting untuk menjaga tingkat ketelitian yang tinggi dalam pengerjaan agar kesalahan dapat diminimalkan.
4. Disarankan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang konsep perkuatan dengan CFRP, terutama mengingat penggunaannya yang masih terbatas di Indonesia. Dapat dilakukan melalui studi literatur, pelatihan, atau konsultasi dengan ahli dalam bidang tersebut.



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





## DAFTAR PUSTAKA

- ACI 440.2R-17. (2017). *Guide for the design and construction of externally bonded FRP systems for strengthening concrete structures*. American Concrete Institute.
- Agustinus, S., & Lesmana, C. (2019). Perbandingan Analisis Perkuatan Struktur Pelat Dengan Metode Elemen Hingga. *Jurnal Teknik Sipil*, 15(1).
- Antonius. (2021). *Perilaku Dasar dan Desain Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2019*.
- Aulia, F., Roestaman, & Walujodjati, E. (2021). *Pengaruh Perkuatan Beton Menggunakan CFRP Terhadap Kuat Tekan Beton*. <http://jurnal.sttgarut.ac.id/>
- Baasankhuu, B., Choi, D., & Ha, S. (2020). Behavior of Small-Scale Concrete Cylinders in Compression Laterally Confined by Basalt Fiber and PEN Fiber Reinforced Polymer Composites. *International Journal of Concrete Structures and Materials*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s40069-019-0384-6>
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 1726:2019*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). *Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain SNI 1727:2020*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung SNI 2847:2019*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1987). *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG)*. Yayasan Badan Penerbit Pu.
- Ginardi, I. P. (2014). *Perbandingan Kekuatan Lentur Balok Beton Bertulang Dengan Menggunakan Perkuatan CFRP dan GFRP*.
- Hadi, B. W., Priyosulistyo, H., & Siswanto, M. F. (2021). Balok Beton Bertulang yang Diperkuat dengan Carbon Fiber Reinforced Polymer Wrap saat Dibebani Beban Gravitasi. *INERSIA: LNformasi Dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 17(1), 1–10. <https://doi.org/10.21831/inersia.v17i1.39729>
- Hirwo, N., & Rozak, A. (2022). EVALUASI PERKUATAN STRUKTUR MENGGUNAKAN CARBON FIBER REINFORCED POLYMER (CFRP) PADA STRUKTUR BETON BERTULANG PROYEK TRANSFORMASI

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

GEDUNG SARINAH THAMRIN, JAKARTA PUSAT. In *Jurnal Ismetek* (Vol. 14, Issue 2).

Lie, H. A., Tudjono, S., Partono, W., Sukamta, Utomo, J., Gan, B. S., & Hioe, H. (2020). *Penelitian Perkuatan Eksternal Dengan Carbon Fiber Plate dan String, Perilaku dan Konfigurasi Tahun Anggaran 2019*.

Mazlan, S. M. S. S., Abdullah, S., Shahidan, S., & Noor, S. R. M. (2017). Failure Behaviour of Concrete Prisms Strengthened by Various Bond Widths of Carbon Fibre Reinforced Polymer (CFRP). *MATEC Web of Conferences*, 103. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201710302015>

Mitchell, B., Sadek, A., & Kinsey, B. (2022). *Manufacturing Letters Advantages of water droplet machining over abrasive waterjet cutting of carbon fiber reinforced polymer*. [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

Ozbakkaloglu, T., Lim, J. C., & Vincent, T. (2013). FRP-confined concrete in circular sections: Review and assessment of stress-strain models. *Engineering Structures*, 49, 1068–1088. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2012.06.010>

Pangestuti, E. K., & Handayani, S. (2009). PENGGUNAAN CARBON FIBER REINFORCED PLATE SEBAGAI TULANGAN EKSTERNAL PADA STRUKTUR BALOK BETON. *Media Teknik Sipil*, IX.

Prabowo, W. S. (2019). *Evaluasi Kekuatan Struktur Gedung Telkomsel Semarang Berdasarkan SNI Gempa 1726:2012 dan SNI Beton Struktural 2847:2013*. Universitas Negeri Semarang.

Pranata, D. R., Witjaksana, B., & Tjendani, H. T. (2022). Analisis Perkuatan Struktur Beton Dengan Menggunakan Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP), Dan Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP) Terhadap Biaya. *Prosiding Senakama*.

Purmawinata, A., & Leo, D. E. (2020). ANALISIS PENGGUNAAN CARBON FIBER REINFORCED PLATE PADA KAPASITAS LENTUR BETON BERTULANG DENGAN METODE ELEMEN HINGGA. In *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil* (Vol. 3, Issue 2).

Rezazadeh, M. (2015). *Innovative Methodologies for the Enhancement of the Flexural Strengthening Performance of NSM CFRP Technique for RC Beams* [Northumbria University]. <https://www.researchgate.net/publication/335639600>

Samy, K., Fouda, M. A., Fawzy, A., & Elsayed, T. (2022). Enhancing the Effectiveness of Strengthening RC columns with CFRP sheets. *Case Studies in Construction Materials*, 17. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01588>



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Suprpto, E., Andryan, M., Purnama, C., & Santoso, T. B. (2022). *Evaluasi Kinerja Perkuatan Gedung Menggunakan Carbon Fiber Reinforced Polymer (CRFP)* *Performance Evaluation Of Building Reinforcement Fiber Reinforced Polymer (CRFP)*.

Winata, D. H. (2019). *Evaluasi dan Retrofit Menggunakan Fiber Reinforced Polymer (FRP) Pada Struktur Bangunan Ruko Terhadap Respons Spektrum Gempa di Kota Medan*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

