

No 43/SKRIPSI/S.Tr-TKG/2025

**PENINGKATAN KEKUATAN TEKAN BETON DENGAN *GLASS FIBER
REINFORCED POLYMER (GFRP) MESH JACKETING***



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

Disusun oleh :

Putranto Yusuf Hadi Wibowo

NIM. 2101421015

Pembimbing :

Dr. Anis Rosyidah, S.Pd., S.S.T., M.T.

NIP. 197303181998022004

Jonathan Saputra, S.Pd., M.Si.

NIP 199111222019031010

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK KONSTRUKSI GEDUNG
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2025**



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 :

PENINGKATAN KEKUATAN TEKAN BETON DENGAN *GLASS FIBER REINFORCED POLYMER (GFRP) MESH JACKETING* yang disusun oleh Putranto Yusuf Hadi Wibowo (2101421015) telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam Sidang Skripsi

Pembimbing 1

Dr. Anis Rosyidah., S.Pd., S.S.T., M.T.

NIP 197303181998022004

Pembimbing 2

Jonathan Saputra, S.Pd., M.Si.

NIP 199111222019031010



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 :

PENINGKATAN KEKUATAN TEKAN BETON DENGAN *GLASS FIBER REINFORCED POLYMER (GFRP) MESH JACKETING* yang disusun oleh
Putranto Yusuf Hadi Wibowo (2101421015) telah dipertahankan dalam Sidang

Skripsi di depan Tim Penguji pada hari Rabu.....
tanggal 02 Juli 2025.....

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Sukarman, S.Pd., M.Eng NIP 199306052020121013	
Anggota	Tri Widya Swastika, S.T., M.T. NIP 198604292014042001	

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Jakarta



Istiatun, S.T., M.T.
NIP 196605181990102001



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 ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Putranto Yusuf Hadi Wibowo

NIM : 2101421015

Prodi : D4 Teknik Konstruksi Gedung

Alamat Email : putranto.yusuf.hadi.wibowo.ts21@mhsw.pnj.ac.id

Judul Naskah : Peningkatan Kekuatan Tekan Beton dengan *Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP) Mesh Jacketing*

Dengan ini saya menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam skripsi Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2024/2025 adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan karya orang lain dan belum pernah diikutkan 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.

Depok, 02 Juli 2025

Yang menyatakan,

Putranto Yusuf Hadi Wibowo

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

KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **PENINGKATAN KEKUATAN TEKAN BETON DENGAN GLASS FIBER REINFORCED POLYMER (GFRP) MESH JACKETING** ini dengan baik dan tepat pada waktunya meskipun terdapat beberapa tantangan yang sulit. Penyusunan skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan jenjang pendidikan Program Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini tidak akan terwujud tanpa adanya do'a, usaha, motivasi bantuan, bimbingan, dan kerjasama dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Diri sendiri penulis yang telah percaya terhadap diri, kerja keras, berpikir keras, dan tidak pernah menyerah untuk menyelesaikan penelitian skripsi ini *"in every difficulty there is bound to be ease that will comes and happiness that accompanies it"*
2. Kepada seluruh keluarga penulis (Bapak, Mama, Kakak) dan orang terdekat (TN), yang telah mendukung baik lahir maupun batin dan selalu menginginkan hasil yang terbaik bagi penulis dan terus berjuang.
3. Ibu Dr. Anis Rosyidah, S.Pd., S.S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing I yang senantiasa membimbing serta memberikan saran dan masukan sekaligus semangat kepada penulis selama penyusunan skripsi ini terkhususnya dalam hal pelaksanaan penelitian sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan baik
4. Bapak Jonathan Saputra, S.Pd., M.Si. Selaku dosen pembimbing II yang juga senantiasa membimbing dan memberikan masukan kepada penulis terkhususnya dalam hal penulisan dan susunan naskah yang baik.
5. PT Kuria Composite Teknologi yang telah mendukung dalam hal penyediaan material GFRP dan fasilitas yang diberikan lainnya.



© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

6. Ibu Istiatun, S.T., M.T. Selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
7. Bapak Mudiono Kasmuri, S.T., M.T. Selaku Kepala Program Studi D4 Teknik Konstruksi Gedung.
8. Para dosen, tenaga kependidikan, serta staff administrasi Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
9. Kepada teman-teman jurusan Teknik Elektro (Dante, Kessa, Syafiq, Fahri, Matheas, Yulisa) yang telah terlibat dan membantu dalam penelitian skripsi penulis.
10. Kepada teman-teman *Last Fight* (Firda, Ratu, Ubay) yang telah kebersamai penulis dan berjuang bersama dalam penelitian skripsi.
11. Kepada teman-teman perpus penulis (Arya, Annisa, Shafa) yang telah kebersamai penulis dalam proses penyelesaian naskah skripsi.
12. Kepada mas Gigih Muslim yang telah memberikan ilmu perihal *software* LS-DYNA dalam simulasi numerik penelitian skripsi ini.
13. Kepada teman-teman kelas TKG 3 2021 yang telah memberikan dukungan serta semangat, dan berjuang bersama selama perkuliahan 8 semester.
14. Kepada teman-teman lainnya yang terlibat dan membantu selama proses jalannya penelitian skripsi.

Penulis juga menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan juga saran yang membangun untuk menyempurnakan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat mencapai maksud dan tujuan dalam bidang keilmuan dan penelitian serta dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Depok, 02 Juli 2025

Yang menyatakan,

Putranto Yusuf Hadi Wibowo



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 ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN ORISINALITAS.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Kuat Tekan Beton	9
2.2.1 Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder.....	9
2.3 Tegangan dan Regangan Beton	11
2.4 Modulus Elastisitas Beton	11
2.5 Modulus Elastisitas GFRP.....	12
2.6 Beton Ter- <i>Confinement</i>	13
2.7 <i>Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP)</i>	14



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

2.7.1	Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP) Mesh Jacketing	15
2.8	Software LS-DYNA	16
2.8.1	Material <i>Concrete Damage Plastic Model</i> (CDPM)	17
2.8.2	<i>Section Solid</i>	19

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Gambaran Umum	20
3.2	Rancangan Penelitian	20
3.3	Lokasi dan Objek Penelitian.....	21
3.4	Alat Penelitian	22
3.5	Material Penelitian.....	28
3.6	Tahapan Penelitian.....	29
3.6.1	Studi Literatur	31
3.6.2	Pengumpulan Data.....	31
3.6.3	Persiapan Alat dan Bahan	31
3.6.4	Pembuatan Spesimen	31
3.6.5	Perawatan Beton (<i>Curing</i>)	31
3.6.6	<i>Confinement</i> Spesimen	31
3.6.7	Pengujian Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas.....	32
3.6.8	Analisis dan Hasil Pengujian.....	32
3.6.9	Pemodelan dengan Software LS-DYNA	32
3.6.10	Analisis Pemodelan	34
3.6.11	Pembandingan Hasil	34
3.6.12	Rekapitulasi Hasil Penelitian.....	34
3.7	Penggunaan Peraturan	35
3.8	Luaran.....	35



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 IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Proses Eksperimen.....	36
4.1.1	Pembuatan dan Perawatan Spesimen.....	36
4.1.1.1	Spesifikasi dan Variasi Spesimen	36
4.1.1.2	Pengecoran dan Perawatan Spesimen	37
4.1.2	<i>Confinement</i> Spesimen	38
4.1.3	<i>Set Up</i> Pengujian.....	39
4.1.3.1	<i>Set Up</i> Pengujian Kuat Tarik GFRP <i>Mesh</i>	39
4.1.3.2	<i>Set Up</i> Pengujian Kuat Tekan <i>Epoxy</i>	41
4.1.3.3	<i>Set Up</i> Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton.....	41
4.1.4	Pengujian Pendahuluan.....	43
4.1.4.1	Hasil Pengujian Tarik GFRP <i>Mesh</i>	43
4.1.4.2	Pengujian Tekan <i>Epoxy</i>	46
4.2	Proses Simulasi Numerik	48
4.2.1	Pembuatan Model Geometri.....	48
4.2.2	Pendefinisian Material	50
4.2.3	Pendefinisian <i>Section</i>	51
4.2.4	Pemberian Kondisi Batas.....	51
4.2.5	Kontrol Simulasi.....	52
4.3	Perbandingan Kuat Tekan Hasil Eksperimen	53
4.4	Grafik Tegangan-Regangan.....	57
4.5	Perbandingan Kuat Tekan Beton Eksperimen dan Simulasi Numerik	66

BAB V PENUTUP

5.1	Kesimpulan.....	69
-----	-----------------	----



© 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.2 Saran 70

DAFTAR PUSTAKA..... 71

LAMPIRAN..... 75



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 GAMBAR

Gambar 2. 1	Ilustrasi Kuat Tekan Beton	10
Gambar 2. 2	Uji tekan menggunakan CTM	10
Gambar 2. 3	Tahapan Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder	11
Gambar 3. 1	Variabel Penelitian	20
Gambar 3. 2	Diagram Alir Tahapan Penelitian	30
Gambar 4. 1	Proses Pengecoran dan Perawatan Spesimen	37
Gambar 4. 2	Proses <i>Confinement</i> Spesimen	38
Gambar 4. 3	Jarak dan Ukuran GFRP Mesh yang Digunakan	39
Gambar 4. 4	<i>Set Up</i> Alat Pengujian Tarik Tulangan GFRP <i>Mesh</i>	40
Gambar 4. 5	<i>Set Up</i> Spesimen Tarik GFRP <i>Mesh</i>	40
Gambar 4. 6	<i>Set Up</i> Alat Pengujian Kuat Tekan <i>Epoxy</i>	41
Gambar 4. 7	<i>Set Up</i> Alat Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton	42
Gambar 4. 8	<i>Set Up</i> <i>Data Logger</i> dan Spesimen Beton Silinder	42
Gambar 4. 9	Grafik Tegangan-Regangan Tulangan GFRP <i>Mesh</i>	45
Gambar 4. 10	Detail Kerusakan GFRP <i>Mesh</i> Setelah Pengujian Tarik	46
Gambar 4. 11	Detail Kerusakan GFRP <i>Mesh</i> Setelah Pengujian Tarik	47
Gambar 4. 12	Proses Simulasi Numerik	48
Gambar 4. 13	Pemodelan Geometri Variasi 0 Lapisan GFRP Mesh	49
Gambar 4. 14	<i>Shape Mesher Setting</i> Model Beton Silinder	49
Gambar 4. 15	Peningkatan Kuat Tekan Beton dengan GFRP <i>Mesh Jacketing</i>	55
Gambar 4. 16	Hasil Analisis Statistik perbandingan kuat tekan menggunakan <i>One-Way ANOVA</i>	55
Gambar 4. 17	Hasil Analisis Statistik Lanjutan (<i>Post hoc test</i>) menggunakan uji <i>Bonferroni</i>	56
Gambar 4. 18	Perbandingan Grafik Tegangan-Regangan Variasi Lapisan GFRP Mesh	58
Gambar 4. 19	Perbandingan Grafik Tegangan Regangan Eksperimen dan Model Mander (1981) Variasi 1 lapisan GFRP <i>mesh</i>	60



© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 20	Perbandingan Grafik Tegangan Regangan Eksperimen dan Model Mander (1981) Variasi 2 lapisan GFRP <i>mesh</i>	60
Gambar 4. 21	Grafik Tegangan-Regangan Material <i>Epoxy</i> Spesimen Variasi 2	62
Gambar 4. 22	Grafik Tegangan-Regangan Material <i>Epoxy</i> Spesimen Variasi 3	62
Gambar 4. 23	Grafik Tegangan-Regangan Material Tulangan <i>Circular Stirrups</i> GFRP <i>Mesh</i> Spesimen Variasi 2 (1 Lapisan)	63
Gambar 4. 24	Grafik Tegangan-Regangan Material Tulangan <i>Circular Stirrups</i> GFRP <i>Mesh</i> Spesimen Variasi 3 (2 Lapisan)	64
Gambar 4. 25	Grafik Tegangan-Regangan Material Tulangan Vertikal GFRP <i>Mesh</i> Spesimen Variasi 2 (1 Lapisan)	65
Gambar 4. 26	Grafik Tegangan-Regangan Material Tulangan Vertikal GFRP <i>Mesh</i> Spesimen Variasi 3 (2 Lapisan)	65
Gambar 4. 27	Perbandingan Grafik Tegangan Regangan Spesimen Variasi 1 (0 Lapisan) GFRP <i>Mesh</i> Eksperimen dan Simulasi	66
Gambar 4. 28	Perbandingan Pola Keruntuhan Simulasi dengan Eksperimen.	68

**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

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Penelitian Terdahulu	5
Tabel 2. 2	Perbandingan Sifat Karakteristik Material FRP dan Baja	14
Tabel 2. 3	Pembandingan Sifat Karakteristik Material Tulangan GFRP PT Kuria Composite Teknologi dan Tulangan Baja Konvensional	15
Tabel 2. 4	Keunggulan GFRP <i>Mesh Jacketing</i>	16
Tabel 2. 5	Parameter <i>input</i> Material CDPM	17
Tabel 2. 6	Parameter <i>input</i> <i>Section Solid</i>	19
Tabel 3. 1	Variasi Spesimen Beton Silinder	21
Tabel 3. 2	Ilustrasi Spesimen Beton Silinder	21
Tabel 3. 3	Alat Penelitian	22
Tabel 3. 4	Material Penelitian	28
Tabel 4. 1	Spesifikasi Spesimen Beton Silinder	36
Tabel 4. 2	Hasil Pengujian Tarik Tulangan GFRP <i>Mesh</i>	43
Tabel 4. 3	Hasil Pengujian Kuat Tekan <i>Epoxy</i>	47
Tabel 4. 4	Parameter Material Silinder Beton (MAT 273- <i>Concrete Damage Plastic Model</i>)	50
Tabel 4. 5	Parameter <i>Section Solid</i>	51
Tabel 4. 6	Parameter Pelat Beban (<i>Rigidwall_Planar_Moving</i>)	51
Tabel 4. 7	Parameter Pelat Dasar (<i>Rigidwall_Planar</i>)	52
Tabel 4. 8	Parameter Kontrol (<i>Control_Accuracy</i>)	52
Tabel 4. 9	Parameter Kontrol (<i>Control_Termination</i>)	52
Tabel 4. 10	Parameter Kontrol (<i>Control_Timestep</i>)	53
Tabel 4. 11	Hasil Kuat Tekan Spesimen Tanpa Lapisan GFRP <i>Mesh</i>	53
Tabel 4. 12	Hasil Kuat Tekan Spesimen dengan 1 Lapisan GFRP <i>Mesh</i>	54
Tabel 4. 13	Hasil Kuat Tekan Spesimen dengan 2 Lapisan GFRP <i>Mesh</i>	54
Tabel 4. 14	Perbandingan Peningkatan Kuat Tekan Beton Terkekang Eksperimen dengan Perhitungan Model Mander (1981)	57
Tabel 4. 15	Nilai Modulus Elastisitas Variasi Lapisan GFRP <i>Mesh</i>	59



© 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 16	Perbandingan Modulus Elastisitas Eksperimen dengan Model Mander (1981)	61
Tabel 4. 17	Perbandingan Modulus Elastisitas Eksperimen dengan Perhitungan SNI 2847-2019	61
Tabel 4. 18	Perbandingan Kuat Tekan Hasil Eksperimen dengan Hasil Simulasi	67
Tabel 4. 19	Perbandingan Modulus Elastisitas Hasil Eksperimen dengan Hasil Simulasi	67





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 LAMPIRAN

Lampiran 1	Form SI-1 (Pernyataan Calon Pembimbing)	76
Lampiran 2	Form SI-2 (Lembar Pengesahan).....	79
Lampiran 3	Form SI-3 (Lembar Asistensi)	81
Lampiran 4	Form SI-4 (Persetujuan Pembimbing)	86
Lampiran 5	Form SI-5 (Lembar Bebas Pinjaman dan Urusan Administrasi)	89
Lampiran 6	Form SI-7 (Lembar Bebas Pinjaman dan Urusan Administrasi)	92
Lampiran 7	Perhitungan Model Mander	94
Lampiran 8	Dokumentasi Penelitian	102

**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 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Keselamatan pengguna bangunan menjadi prioritas utama dalam memenuhi kebutuhan infrastruktur yang baik. Namun, perubahan fungsi bangunan yang tidak diiringi penyesuaian struktur dapat menimbulkan risiko keruntuhan, karena beban yang lebih besar pada sistem existing tidak selalu mampu ditopang oleh desain awal. Perubahan fungsi tersebut mengakibatkan perubahan pada sistem bangunan, yang seringkali memberikan beban yang lebih besar pada struktur existing., beban tambahan ini memerlukan perkuatan struktur (Baumert, 2024). jika struktur *existing* tidak mampu menahan gaya internal akibat kegagalan awal, kerusakan lebih lanjut atau bahkan keruntuhan seluruh struktur dapat terjadi (Kakhki dkk., 2022). Oleh karena itu, evaluasi kekuatan struktur bangunan pada kondisi *existing* sangat penting. Jika diperlukan, perkuatan struktur harus dilakukan sebelum penerapan beban baru.

Perkuatan struktur wajib diterapkan pada komponen struktur yang memerlukan peningkatan kekuatan. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kekuatan struktur agar mampu mendukung beban baru akibat pertambahan beban. Selain itu, identifikasi kemungkinan kerusakan pada sistem struktur *existing* sangat penting untuk meminimalkan resiko kegagalan struktur (Ok dkk., 2018). Beberapa teknik perkuatan struktur beton secara konvensional dapat diterapkan, seperti penggunaan lapisan luar *metallic plate*, *wire mesh*, *textile fibre sheet*, *concrete* atau *steel jacketing*, *post tensioning*, dan injeksi epoxy (Siddika dkk., 2020).

Salah satu teknik perkuatan yang dapat dipilih saat ini adalah dengan GFRP *mesh jacketing*. Teknik ini dapat diterapkan pada komponen struktur yang mengalami tekanan, seperti kolom, dinding struktural, pondasi, balok, dan pelat. Tulangan baja konvensional dapat digantikan dengan GFRP yang terbukti menjadi alternatif yang sangat baik. Material ini memiliki kuat tarik yang relatif lebih tinggi,

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

bobot yang lebih ringan, tidak korosif dan daya tahan yang unggul (Rosyidah dkk., 2018).

Kinerja GFRP masih menjadi bahan persoalan di antara para peneliti, meskipun material ini memiliki kekuatan tarik yang tinggi dan daya tahan yang sangat baik (Liu dkk., 2022). Penerapan GFRP *mesh jacketing* ini diharapkan dapat meningkatkan kekuatan tekan beton. Oleh karena itu, diperlukannya penelitian lebih lanjut untuk mengkaji peningkatan kekuatan tekan beton dengan teknik perkuatan GFRP *mesh jacketing*.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peningkatan kekuatan tekan beton tanpa lapisan GFRP *mesh* dan dengan variasi jumlah lapisan GFRP *mesh*. Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan sumbangsih dalam pengembangan teknologi perkuatan beton di bidang konstruksi. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menciptakan struktur beton yang lebih kuat, tahan lama, dan aman.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan kuat tekan beton tanpa lapisan GFRP *mesh jacketing* dengan beton yang menggunakan variasi lapisan GFRP *mesh jacketing* ?
2. Bagaimana hasil grafik diagram tegangan-regangan pada beton yang menggunakan GFRP *mesh jacketing* ?
3. Bagaimana perbandingan kuat tekan beton antara hasil eksperimen dan simulasi menggunakan *software* LS-DYNA ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan, tujuan penelitian dalam penelitian ini dapat dirinci sebagai berikut :

1. Membandingkan kuat tekan beton tanpa lapisan GFRP *mesh jacketing* dengan beton yang menggunakan variasi lapisan GFRP *mesh jacketing*.

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

2. Mengidentifikasi hasil grafik diagram tegangan-regangan pada beton yang menggunakan GFRP *mesh jacketing*.
3. Membandingkan kuat tekan beton antara hasil eksperimen dan simulasi menggunakan *software* LS-DYNA.

1.4 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini bertujuan untuk memberikan fokus dan memastikan bahwa penelitian tidak meluas ke hal-hal di luar cakupan. Adapun batasan-batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Beton yang digunakan adalah beton instan mutu $f_c' 25$ MPa.
2. GFRP *mesh* yang digunakan adalah produk dari PT. Kuria Composite Teknologi.
3. GFRP *mesh* yang digunakan berukuran diameter 2 mm dengan jarak antar tulangan 50 mm.
4. Sifat mekanik yang diuji hanya kuat tekan dan modulus elastisitas.
5. Menggunakan variasi lapisan GFRP *mesh* sebanyak 1 dan 2 lapisan.
6. Spesimen berbentuk silinder, Ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.
7. Simulasi menggunakan *software* LS-DYNA dilakukan hanya pada variasi 1 (tanpa lapisan)

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini mengikuti pedoman yang telah ditetapkan. Struktur penulisan terdiri dari lima bab, yaitu :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan yang digunakan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang penelitian terdahulu serta landasan teori yang membahas tentang kuat tekan beton, tegangan-regangan, modulus elastisitas, *Glass Fiber Reinforced Polymer* (GFRP), *Software* LS-DYNA.



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 III METODE PENELITIAN

Bab ini terdiri atas gambaran umum penelitian, rancangan penelitian, objek penelitian, tahapan penelitian, penggunaan peraturan, dan luaran penelitian.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini memuat data yang digunakan dalam penelitian, analisis terhadap data tersebut, serta pembahasan hasil analisis dan pengujian yang diperoleh.

BAB V PENUTUP

Bab ini menyajikan kesimpulan yang diperoleh dari penelitian beserta saran untuk pengembangan penelitian di masa mendatang.



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 V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan GFRP *mesh jacketing* meningkatkan kuat tekan beton dibandingkan beton tanpa lapisan meskipun tidak signifikan. Beton dengan 1 lapisan GFRP *mesh* menunjukkan peningkatan kuat tekan yang lebih tinggi daripada beton tanpa lapisan yaitu 11,47%, sedangkan beton dengan 2 lapisan GFRP memberikan performa yang lebih optimal dengan peningkatan kuat tekan tertinggi yaitu 16,85%. Dengan demikian, semakin banyak lapisan GFRP *mesh jacketing* yang digunakan, semakin besar pula peningkatan kuat tekan beton yang dihasilkan.
2. Berdasarkan analisis grafik tegangan-regangan, beton dengan GFRP *mesh jacketing* menunjukkan perilaku yang lebih duktail dibandingkan beton tanpa perkuatan. Penggunaan GFRP *mesh jacketing* meningkatkan kapasitas tegangan maksimum dan memperbesar regangan saat runtuh. Semakin banyak lapisan GFRP *mesh* yang digunakan, semakin tinggi pula ketahanan terhadap deformasi, yang tercermin dari peningkatan luas area di bawah kurva, menunjukkan peningkatan daktilitas beton.
3. Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan beton dari eksperimen dan simulasi LS-DYNA menunjukkan kesesuaian yang baik, dengan selisih nilai sebesar 0,003% pada nilai kuat tekan dan 0,007% pada nilai modulus elastisitas. Simulasi LS-DYNA mampu memprediksi perilaku beton secara akurat, termasuk pola retak dan kapasitas beban maksimum, meskipun terdapat sedikit perbedaan akibat faktor-faktor seperti ketidaksempurnaan material pada kondisi nyata atau asumsi model dalam simulasi. Secara umum, hasil simulasi dapat diandalkan untuk memprediksi kuat tekan beton, terutama jika model dikalibrasi dengan data eksperimen.
4. GFRP *mesh jacketing* merupakan terobosan metode perkuatan baru yang inovatif dalam perbaikan dan penguatan struktur beton. Material GFRP

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

memiliki keunggulan berupa ringan, tahan korosi, dan kekuatan tinggi dibandingkan tulangan baja.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai ketahanan GFRP *mesh jacketing* terhadap faktor lingkungan (kelembaban, suhu tinggi, atau paparan bahan kimia) serta perilaku jangka panjang.
2. Perlunya uji coba pada komponen struktur seperti kolom, balok, atau dinding geser untuk melihat efektivitas GFRP *mesh jacketing* dalam kondisi pembebanan realistik (aksial, lentur, atau kombinasi).
3. Validasi hasil antara eksperimen dan simulasi dapat ditingkatkan melalui simulasi numerik yang lebih ekstensif dengan variasi parameter material dan geometri yang lebih beragam.
4. Perlu mengeksplorasi pengembangan metode fabrikasi komposit yang lebih efisien, baik dari segi material, proses, maupun desain, guna meningkatkan kinerja dan mengurangi biaya produksi.

**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

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, H. U., Mohammed, A. A., Rafiq, S., Mohammed, A. S., Mosavi, A., Sor, N. H., & Qaidi, S. M. A. (2021). Compressive Strength of Sustainable Geopolymer Concrete Composites : A State-of-the-Art Review. *sustainability*, 13(13502). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su132413502>
- Alsuhaibani, E., Alturki, M., Alogla, S. M., Alawad, O., Alkharisi, M. K., Bayoumi, E., & Aldukail, A. (2024). Compressive and Bonding Performance of GFRP-Reinforced Concrete Columns. *Buildings*, 14(1071). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/buildings14041071>
- ASTM. (2006). *ASTM C 469-02 (Metode Uji Standar untuk Modulus Elastisitas Statik dan Rasio Poisson Beton dalam Kompresi)*. 1–5.
- ASTM. (2021). *Standard Test Method for Tensile Properties of Fiber Reinforced Polymer Matrix Composite Bars. i*, 13. <https://doi.org/10.1520/D7205>
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder. In *Badan Standardisasi Nasional, Jakarta*. <https://www.academia.edu/download/57886647/SNI-1974-2011-.pdf>
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 2847 : 2019 PERSYARATAN BETON STRUKTURAL UNTUK BANGUNAN GEDUNG DAN PENJELASAN SEBAGAI REVISI DARI STANDAR NASIONAL INDONESIA 2847 : 2013*. 8.
- Badan Standardisasi Nasional. (2021). *Keputusan Kepala Badan Standardisasi Nasional Nomor 395/KEP/BSN/9/2021 Tentang Penetapan Standar Nasional Indonesia 8970:2021 Panduan Perancangan Dan Pelaksanaan Beton Struktural Bertulang Batang Serat Berpolimer*.
- Baumert, C. A. (2024). Structural condition assessment of existing buildings. In *Structures Congress - Proceedings* (Vol. 1, hal. 638–641). American Society of Civil Engineers. <https://doi.org/https://doi.org/10.1061/9780784485422>.

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

- Carrillo, J., Ramirez, J., & Lizarazo-Marriaga, J. (2019). Modulus of elasticity and Poisson's ratio of fiber-reinforced concrete in Colombia from ultrasonic pulse velocities. *Journal of Building Engineering*, 23, 18–26. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2019.01.016>
- Feng, D. C., Wu, G., & Lu, Y. (2018). Finite element modelling approach for precast reinforced concrete beam-to-column connections under cyclic loading. *Engineering Structures*, 174(July), 49–66. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2018.07.055>
- Grassl, P., & Jirásek, M. (2006). Damage-plastic model for concrete failure. *International Journal of Solids and Structures*, 43(22–23), 7166–7196. <https://doi.org/10.1016/j.ijsolstr.2006.06.032>
- Grassl, P., Xenos, D., Nyström, U., Rempling, R., & Gylltoft, K. (2013). CDPM2: A damage-plasticity approach to modelling the failure of concrete. *International Journal of Solids and Structures*, 50(24), 3805–3816. <https://doi.org/10.1016/j.ijsolstr.2013.07.008>
- Güçlüer, K., Özbeyaz, A., Göymen, S., & Günaydın, O. (2021). A comparative investigation using machine learning methods for concrete compressive strength estimation. *Materials Today Communications*, 27. <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2021.102278>
- J. B, M., M. J. N, P., & R, P. (1989). THEORETICAL STRESS-STRAIN MODEL FOR CONFINED CONCRETE. *Structure engineering*, 114(8), 1804–1826.
- K.Valasaki, M., & G.Papakonstantinou, C. (2023). Fiber Reinforced Polymer (FRP) Confined Circular Concrete Columns: An Experimental Overview. *Buildings*, 13(5). <https://doi.org/10.3390/buildings13051248>
- Kakhki, S. A. E., Kheyroddin, A., & Mortezaei, A. (2022). Evaluation of the Progressive Collapse of the Reinforced Concrete Frames Considering the Soil–Structure Interaction: Parametric Study Based on the Sensitivity Index.



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

International Journal of Concrete Structures and Materials, 16(1), 183–192.
<https://doi.org/10.1186/s40069-022-00523-x>

Khorramian, K., & Sadeghian, P. (2021). *Material Characterization of GFRP Bars in Compression using a New Test Method*. 1–28.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1520/JTE20180873>

Li, H., Yang, D., & Hu, T. (2023). Data-Driven Model for Predicting the Compressive Strengths of. *Buildings*, 12(1309).
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/buildings13051309>

Liu, Y., Zhang, H. T., Tafsirojjaman, T., Ur Rahman Dogar, A., AlAjarmeh, O., Yue, Q. R., & Manalo, A. (2022). A novel technique to improve the compressive strength and ductility of glass fiber reinforced polymer (GFRP) composite bars. *Construction and Building Materials*, 326.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.126782>

Morampudi, P., Namala, K. K., Gajjela, Y. K., Barath, M., & Prudhvi, G. (2020). Review on glass fiber reinforced polymer composites. *Materials Today: Proceedings*, 43, 314–319. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.11.669>

Ok, J., Proutiere, A., & Tranos, D. (2018). Exploration in structured reinforcement learning. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 8874–8882.

Prayogo, G. M. (2021). *Kajian Numerik Perilaku Histeretik Hubungan Balok-Kolom Dengan Reinforced Hybrid Fiber Reactive Powder Concrete*. 25018080.

Putera, B. H., Prasetyo, P. E., Mulyanto, Y. Y., & Setiyadi, B. (2024). Pengaruh Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP) Terhadap Kuat Lentur Beton. *G-Smart*, 8(1), 6–16. <https://doi.org/10.24167/gsmart.v8i1.10751>

Rabiee, A., & Ghasemnejad, H. (2022). Finite Element Modelling Approach for Progressive Crushing of Composite Tubular Absorbers in LS-DYNA: Review



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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

and Findings. *Journal of Composites Science*, 6(1).
<https://doi.org/10.3390/jcs6010011>

Rosyidah, A., Ketut Sucita, I., & Hidayat, F. (2018). The bond strength of Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP) reinforcement with monolith concrete. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 8(2), 495–500. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.8.2.4346>

Siddika, A., Mamun, M. A. Al, Ferdous, W., & Alyousef, R. (2020). Performances, challenges and opportunities in strengthening reinforced concrete structures by using FRPs – A state-of-the-art review. *Engineering Failure Analysis*, 111. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2020.104480>

Zhou, Z., Meng, L., Zeng, F., Guan, S., & Sun, J. (2023). Experimental Study and Discrete Analysis of Compressive. *Polymers*, 15(2651). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/polym15122651>

Zreid, I., & Kaliske, M. (2018). A gradient enhanced plasticity–damage microplane model for concrete. *Computational Mechanics*, 62(5), 1239–1257. <https://doi.org/10.1007/s00466-018-1561-1>