

**PENGARUH PENAMBAHAN TULANGAN MENGGUNAKAN ACRYLATE EPOXY
TERHADAP GAYA LENTUR BALOK BETON BERTULANG**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada Program Studi Teknik Sipil Departemen Teknik Sipil

Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang



Oleh

Muhammad Al Fattach

NIM: 21323015

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2026

HALAMAN PERSETUJUAN

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH PENAMBAHAN TULANGAN MENGGUNAKAN *ACRYLATE EPOXY* TERHADAP GAYA LENTUR BALOK BETON BERTULANG

Nama : Muhammad Al Fattach
NIM : 21323015
Prodi : Teknik Sipil S1
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Padang, Februari 2026

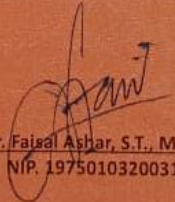
Disetujui Oleh:
Dosen Pembimbing



Dr. Eng. Eka Juliafad, ST, M. Eng
NIP. 19820730200912205

Mengetahui

Kepala Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik UNP



Ir. Faisal Ashar, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197501032003121001

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH PENAMBAHAN TULANGAN MENGGUNAKAN ACRYLATE EPOXY TERHADAP GAYA LENTUR BALOK BETON BERTULANG

Nama : Muhammad Al Fattach
NIM : 21323015
Prodi : Teknik Sipil S1
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan dinyatakan Lulus sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program studi Teknik Sipil S1, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.

Padang, Februari 2026

Nama : Tim Penguji

1. Ketua : Dr. Eng. Eka Juliafad, ST, M. Eng
2. Penguji 1 : Dr. Eng. Nevy Sandra, ST, M. Eng
3. Penguji 2 : Dr. Ir. Henny Yustisia, ST, MT

Tanda Tangan

1.

2.

3.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji bagi ALLAH SWT atas rahmat, karunia, dan hidayah yang senantiasa dilimpahkan-Nya. Sholawat serta salam tak lupa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. dengan penuh rasa syukur, Saya mempersembahkan skripsi ini kepada:

1. Orang tua tercinta

Atas doa, kasih sayang, dukungan, dan pengorbanan yang tidak pernah berhenti.

2. Dosen pembimbing

Kepada Ibu Dr. Eng. Eka Juliafad,ST,M.Eng. terima kasih yang sebesar-besarnya atas waktu, kesabaran dan perhatian yang bapak berikan selama proses penulisan tugas akhir ini.

3. Dosen pembimbing Akademik

Kepada Bapak Ir. Faisal Ashar, S.T., M.T., Ph.D. terima kasih atas ilmu dan arahan yang telah diberikan dengan penuh keikhlasan serta telah meluangkan waktu dalam membimbing penulis dalam masa kuliah ini.

4. Teknisi Labor

Terima kasih atas bantuan dan dukungan dalam pelaksanaan praktikum serta penelitian.

5. Sahabat dan teman-teman seperjuangan

Terima kasih kepada sahabat dan teman-teman seperjuangan memberikan dukungan, semangat, dan motivasi selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas kebersamaan, tawa, semangat dan waktu yang kalian berikan.

6. Diri Sendiri

Sebagai bentuk penghargaan atas usaha, kerja keras, dan keteguhan hati dalam menyelesaikan perjalanan panjang ini.

“SALAM HORMAT UNTUK SEMUA PEMBACA”

MOTTO

"Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan"
(QS. Al-Insyirah: 6)

"Biasakan diri dengan hidup susah, karena kesenangan tidak akan kekal selamanya"
(Umar Bin Khatab)

"Pendidikan adalah senjata paling ampuh untuk mengubah dunia"
(Nelson Mandela)

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25171
Telp. (0751) 7059996, FT. (0751) 7055644, 445118 Fax. 7055644
E-mail : info@ft.unp.ac.id

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Al Fattich
NIM/TM : 21323015
Program Studi : Teknik Sipil SL
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Skripsi/Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan judul Pengaruh Penambahan Menggunakan Acrylate Epoxy Terhadap Gaya Lurus Balok Beton Bertulang

Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan negara.

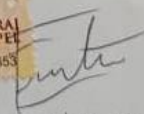
Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui oleh,
Kepala Departemen Teknik Sipil


Ir. Faisal Ashar, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19750103 200312 1 001

Saya yang menyatakan,




Muhammad Al Fattich

BIODATA PENULIS

A. Data Diri

Nama	: Muhammad Al Fattach
Tempat/Tanggal Lahir	: Padang/11 Maret 2004
Agama	: Islam
Jenis Kelamin	: Laki-laki
Golongan Darah	: -
Anak Ke	: 1
Jumlah Saudara	: 4
Nama Ayah	: Very Indra
Nama Ibu	: Rahma Devi
Alamat	: Jln. Bawah Kubang No.26, Alai Parak Kopi, Kota Padang, Sumatera Barat
Email	: muhamadfattach@gmail.com
HP	: 085760605661



B. Riwayat Pendidikan

SD	: SD Yari International School
SMP/MTs	: MTsN 6 Padang
SMA/SMK Sederajat	: SMKN 1 Padang

C. Skripsi

Judul	: Pengaruh Penambahan Tulangan Menggunakan Acrylate Epoxy Terhadap Gaya Lentur Balok Beton Bertulang
Tanggal Sidang	: 09 Februari 2026

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan tulangan dengan menggunakan *acrylate epoxy* terhadap gaya lentur balok beton bertulang. Balok beton merupakan elemen struktural yang dominan menerima beban lentur, sehingga diperlukan inovasi material untuk meningkatkan kapasitas dan ketahanannya. Metode penelitian dilakukan dengan membuat beberapa sampel balok beton bertulang, sebagian menggunakan tulangan konvensional dan sebagian diberi perlakuan penambahan *acrylate epoxy* sebagai bahan perekat antara baja tulangan dengan beton. Metode perkuatan yang digunakan adalah metode *jacketing*, yaitu metode yang memanfaatkan tulangan eksisting di bagian luar dan membungkusnya dengan beton bermutu lebih tinggi. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental.

Pengujian lentur dilakukan pada balok berukuran 56 cm × 15 cm × 15 cm dan 56 cm × 20 cm × 20 cm. Benda uji dalam penelitian ini terdiri atas tiga variasi, yaitu balok kontrol (BK), balok uji 1 (BU1) menggunakan material *acrylate epoxy* sebagai bahan perekat antara tulangan baru dengan beton lama, dan balok uji 2 (BU2) menggunakan material perekat *chemical anchor*. Masing-masing variasi benda uji dibuat sebanyak tiga sampel.

Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa terjadi peningkatan nilai kuat lentur pada balok ketika diberi tambahan perkuatan *jacketing*, baik dengan menggunakan *acrylate epoxy* maupun *chemical anchor*. Balok beton bertulang tanpa penambahan perkuatan memiliki nilai kuat lentur sebesar 141,987 kN. Sedangkan balok beton bertulang dengan penambahan perkuatan *jacketing* menggunakan material perekat *acrylate epoxy* (BU1) memiliki nilai kuat lentur sebesar 259,333 kN. Nilai kuat lentur BU1 sedikit lebih rendah dibandingkan dengan perekat *chemical anchor* pada BU2, yaitu sebesar 268,940 kN.

Kata kunci : Beton Bertulang, *jacketing*, kuat lentur balok, *acrylate epoxy*, *chemichal anchor*

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir dengan judul “Pengaruh Penambahan Tulangan Menggunakan Acrylate Epoxy Terhadap Gaya Lentur Balok Beton Bertulang” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada program studi Teknik Sipil (S1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Sebagaimana diketahui Bersama, Tugas Akhir ini tidak mungkin terselesaikan dengan baik tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan dan nasehat dari berbagai pihak selama penyusunan Tugas Akhir ini, dengan ketulusan hati ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Eng. Eka Juliafad, ST, M.Eng selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membantu serta membimbing penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dr. Eng. Nevy Sandra, ST, M.Eng dan ibu Dr. Ir. Henny Yustisia, ST, MT selaku Dosen Penguji yang telah banyak memberikan saran dan masukan kepada penulis untuk kelancaran proses penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak Faisal Ashar, ST., MT., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Padang yang telah membantu serta mendukung penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak Prof. Dr. Muhammad Anwar, S.Pd., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang yang telah membantu serta mendukung penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Seluruh Dosen dan Staff Departemen Teknik Sipil Universitas Negeri Padang yang telah banyak memberikan pengetahuan, bimbingan, dan arahan selama mengikuti pendidikan.
6. Kedua orang tua tercinta, yang selalu mendukung setiap keputusan yang penulis ambil, memberikan kasih sayang, memanjatkan do’a setiap saat,

serta atas kesabaran yang luar biasa dalam setiap langkah hidup penulis. Kalian merupakan anugerah terbesar dalam hidup. Penulis berharap dapat menjadi anak yang membanggakan kalian.

7. Teman-teman seperjuangan, fadhil dan rafdi. Terima kasih atas segala canda tawa, kebahagiaan, kesedihan dan kebersamaan selama di bangku perkuliahan. Penulis berharap semua hal baik selalu melindungi kalian.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
MOTTO	iv
SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	v
BIODATA PENULIS	vi
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah	5
C. Rumusan Masalah	5
D. Tujuan	5
E. Manfaat	5
F. Spesifikasi Teknis	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Beton Bertulang	7
B. Lentur Pada Balok Beton Bertulang	21
C. Acrylate Epoxy	25
D. Lendutan dan Keruntuhan pada Balok Beton Bertulang	27
E. Daktilitas.....	32
F. Pengaruh Penambahan Tulangan Terhadap Gaya Lentur Balok	32
G. Sistem Perkuatan Concrete Jacketing	34
H. Penelitian yang Relevan	37
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	41
A. Diagram Alir.....	41
B. Tempat Penelitian.....	42

C.	Sifat Perancangan	42
D.	Data Perancangan	42
E.	Jenis dan Jumlah Sampel.....	42
F.	Teknik Pengumpulan Data	43
G.	Bahan-Bahan yang Digunakan	44
H.	Peralatan Penelitian	45
I.	Tahapan Penelitian	46
J.	Metode Analisis Data	58
K.	Pengujian Kuat Lentur	61
L.	Produk	63
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		64
A.	Hasil Penelitian Karakteristik Agregat	64
B.	Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat	73
C.	Mix Design Benda Uji	75
D.	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	75
E.	Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok.....	77
F.	Pola Keretakan Balok.....	86
G.	Daktalitas dan Rasio Penulangan	93
H.	Pembahasan	95
BAB V PENUTUP		97
A.	KESIMPULAN	97
B.	SARAN.....	97
DAFTAR PUSTAKA		98
LAMPIRAN		100

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kurva Hubungan Tegangan (f) vs Regangan (ϵ)	19
Gambar 2. Kurva Tegangan-Regangan yang Diperbesar	19
Gambar 3. Pembebanan Lentur Pada Balok Bertulang.....	22
Gambar 4. Distribusi Regangan dan Tegangan pada Balok Tulangan.....	24
Gambar 5. Resin Acrylate Epoxy	26
Gambar 6. Perubahan Bentuk Balok	29
Gambar 7. Retak Lentur Murni	29
Gambar 8. Retak Geser	30
Gambar 9. Retak Geser Lentur	30
Gambar 10. Retak Torsi	30
Gambar 11. Retak Lekatan	31
Gambar 12. Balok Asli	35
Gambar 13. Balok Jacketing	35
Gambar 14. Beton jacketing dengan mutu 25 MPa	36
Gambar 15. Tulangan existing dengan spesifikasi 4D13	36
Gambar 16. Tulangan sengkang dengan spesifikasi D10-100	36
Gambar 17. Tulangan penghubung dengan spesifikasi D10	37
Gambar 18. Diagram Alir.....	41
Gambar 19. Grafik Faktor Air Semen	49
Gambar 20. Grafik Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan untuk Ukuran Butir Maksimum 20 mm.....	51
Gambar 21. Grafik Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan untuk Ukuran Butir Maksimum 40 mm.....	52
Gambar 22. Perkiraan Berat Isi Beton Basah	52
Gambar 23. Gambar Perangkaan Tulangan.....	55
Gambar 24. Beton setelah dibobok	56
Gambar 25. Proses pengeboran beton lama	57
Gambar 26. Menginjeksi acrylate dan chemical anchor kedalam lobang yang telah dibuat	57
Gambar 27. Proses penambahan tulangan existing dan shear connector	58
Gambar 28. Proses pengecoran balok jacketing	58
Gambar 29. Balok dengan patahan 1/3 bentang dari jarak titik perletakan bagian tengah.....	59
Gambar 30. Balok dengan patahan 1/3 bentang tengah dan garis patah pada <5%	60
Gambar 31. Balok dengan patahan di luar 1/3 bentang tengah dan garis patah pada >5% dari bentang	60
Gambar 32. Setting up Pengujian Kuat Lentur Balok Kontrol (BK).....	62
Gambar 33. Setting up Pengujian Kuat Lentur Balok Uji (BU1 dan BU2)	63

Gambar 34. Grafik Zona Agregat Kasar	68
Gambar 35. Zat Organik Agregat Halus hasil ditunjukkan no 2	69
Gambar 36. Grafik Zona Agregat Halus	72
Gambar 37. Grafik Kuat Tekan Silinder.....	77
Gambar 38. Posisi Set Up Benda Uji.....	77
Gambar 39. Patahan benda uji dipusat $1/3L$	78
Gambar 40. Hasil beban maksimum dan lendutan.....	78
Gambar 41. Diagram pengujian kuat lentur	79
Gambar 42. Diagram lendutan kuat lentur	80
Gambar 43. Grafik pengujian balok kontrol 1 (BK1)	80
Gambar 44. Grafik pengujian balok kontrol 2 (BK2)	81
Gambar 45. Grafik pengujian balok kontrol 3 (BK3)	81
Gambar 46. Grafik perbandingan balok kontrol	82
Gambar 47. Grafik pengujian balok uji 1A (BU1A)	82
Gambar 48. Grafik pengujian balok uji 1B (BU1B)	83
Gambar 49. Grafik pengujian balok uji 1C (BU1C)	83
Gambar 50. Grafik perbandingan Balok Uji 1.....	84
Gambar 51. Grafik pengujian balok uji 2A (BU2A)	84
Gambar 52. Grafik pengujian balok uji 2B (BU2B)	85
Gambar 53. Grafik pengujian balok uji 2C (BU2C)	85
Gambar 54. Grafik perbandingan balok uji 2	86
Gambar 55. Grafik perbandingan semua benda uji	86
Gambar 56. Pola keretakan balok kontrol 1	87
Gambar 57. Pola keretakan pada balok kontrol 2	88
Gambar 58. Pola keretakan pada balok kontrol 3	88
Gambar 59. Pola keretakan pada balok uji 1A	89
Gambar 60. Pola keretakan pada balok uji 1B	90
Gambar 61. Pola keretakan pada balok uji 1C	90
Gambar 62. Pola keretakan pada balok uji 2A	91
Gambar 63. Pola keretakan pada balok uji 2B	92
Gambar 64. Pola keretakan pada balok uji 2C	92
Gambar 65. Rata-rata daiktailitas.....	94
Gambar 66. Rata-rata kekakuan.....	94

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Aspek Penting dalam Perkuatan Jacketing	3
Tabel 2. Susunan Butiran Agregat Halus	14
Tabel 3. Susunan Besar Butiran Agregat Halus.....	15
Tabel 4. Jenis dan Jumlah Sampel	42
Tabel 5. Faktor Pengali untuk Standar Deviasi	47
Tabel 6. Faktor K untuk Berbagai % Kecacatan.....	47
Tabel 7. Perkiraan Kekuatan Tekan (MPa) Beton dengan FAS	48
Tabel 8. Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan FAS maksimum pada Pembetonan	49
Tabel 9. Perkiraan Kadar Air Bebas (kg/m ³).....	50
Tabel 10. Batas Gradasi Butiran Pasir	51
Tabel 11. Berat isi padat agregat halus	64
Tabel 12. Berat isi gembur agregat halus	64
Tabel 13. Berat jenis agregat halus.....	65
Tabel 14. Penyerapan agregat halus.....	65
Tabel 15. Kadar air agregat halus	66
Tabel 16. Kadar air agregat halus SSD	66
Tabel 17. Kadar lumpur agregat halus.....	66
Tabel 18. Analisis ayakan agregat halus	67
Tabel 19. Berat isi padat agregat kasar.....	69
Tabel 20. Berat isi gembur agregat kasar	69
Tabel 21. Berat jenis agregat kasar.....	70
Tabel 22. Penyerapan agregat kasar.....	70
Tabel 23. Kadar air agregat kasar	71
Tabel 24. kadar lumpur agregat kasar	71
Tabel 25. Hasil pengujian kekerasan agregat kasar	73
Tabel 26. Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Halus.....	73
Tabel 27. Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Kasar	74
Tabel 28. Mix design campuran beton	75
Tabel 29. Hasil pengujian kuat tekan beton	76
Tabel 30. Hasil pengujian kuat lentur balok	78
Tabel 31. Daktilitas balok beton bertulang	93

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Tugas Dosen Pembimbing	100
Lampiran 2. Surat Izin Menggunakan Laboratorium	101
Lampiran 3. Surat Izin Melakukan Penelitian Akama FT UNP	102
Lampiran 4. Pengujian Agregat Halus	103
Lampiran 5. Pengujian Agregat Kasar	104
Lampiran 6. Pembuatan Benda Uji Silinder	105
Lampiran 7. Proses Pembuatan Balok Beton Bertulang	107
Lampiran 8. Pengujian Lentur Balok	110

BAB I.

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkuatan struktur bangunan bukan lagi hal yang asing dalam dunia konstruksi, pengaruh perkuatan struktur sangatlah besar dan sangat mempengaruhi keselamatan bangunan itu sendiri. Hal ini tentu saja sangat berpengaruh terhadap kenyamanan pemilik bangunan agar pekerjaan operasional dapat berjalan sesuai dengan standar operasional prosedur (Purwanti et al., 2024). Pemeliharaan bangunan yang tepat sangat penting untuk memastikan keandalan fasilitas dan keamanan, karena pengabaian dapat menyebabkan kerusakan struktural dan bahaya keselamatan (Utari & Astuti, 2024). Deteksi dini terhadap potensi kerusakan menjadi aspek krusial untuk mencegah kegagalan struktur dan memperpanjang usia layan bangunan (Elsupandi & Widarda, 2024). Penerapan Structural Health Monitoring bersama dengan metode Non-Destructive Testing menawarkan pendekatan presisi untuk mengevaluasi dan menjaga integritas struktur secara berkelanjutan (Bhirud & Makwana, 2024). Teknologi ini memungkinkan penilaian kesehatan struktur secara berkala atau kontinu melalui data sensor, sehingga memfasilitasi deteksi kerusakan dini, intervensi pemeliharaan yang tepat waktu, dan pengurangan risiko kegagalan kritis (Bhirud & Makwana, 2024). Selain pemantauan kesehatan struktur, berbagai inovasi material dan teknik perkuatan fisik juga terus dikembangkan untuk meningkatkan kapasitas dukung bangunan terhadap beban maupun gempa.

Beton bertulang adalah beton yang di dalamnya dipasang besi (tulangan) supaya lebih kuat menahan beban. Seiring waktu, bangunan bisa mengalami kerusakan atau butuh tambahan kekuatan. Nah, memperkuat beton bertulang bukan hal yang mudah, karena ada banyak

tantangan: kondisi bangunan lama, biaya, waktu pengerjaan, sampai aktivitas orang di sekitar proyek yang bisa terganggu.

Salah satu cara yang sering dipakai adalah *jacketing concrete*. Caranya, bagian beton lama dikupas sedikit supaya besinya terlihat, lalu ditambahkan besi baru di sekelilingnya. Setelah itu, beton baru dicor menutupi beton lama. Hasilnya, kolom atau balok lama jadi lebih tebal dan kuat, seolah-olah diberi “jaket” tambahan.

Metode ini memang butuh tenaga, biaya, dan waktu, tapi lebih praktis dibanding harus membongkar seluruh struktur. Dengan teknologi sekarang, jacketing bisa dilakukan lebih cepat dan rapi, sehingga bangunan lama tetap bisa dipakai sambil diperkuat.

Metode lain yang dapat digunakan adalah menggunakan perekat yang tepat untuk angkur (*chemical anchor*) sebagai bahan penguat dalam proses angkur tulangan baru dengan kedalaman tertentu. Metode ini dilakukan dengan membuat lubang bor yang lebih kecil daripada lubang yang dibuat dengan metode grouting, membersihkan lubang dari sisa hasil bor, memasukkan anchor kimiawi, dan kemudian memasukkan tulangan. Chemical anchor tidak hanya meningkatkan kekuatan lekat antara beton dan tulangan, tetapi juga menambah kedalaman pemasangan angkur. Ini sering terjadi di lapangan. Metode ini dapat menekan kerugian dari metode sebelumnya, yang membuatnya mungkin menjadi pilihan utama. Untuk tujuan penelitian ini, peneliti menggunakan teknik perekat adhesif.

Tabel 1. Aspek Penting dalam Perkuatan *Jacketing*

No	Aspek penting dalam perkuatan <i>Jacketing</i>	<i>Chemical Anchor</i>	<i>Acrylate Epoxy</i>
1	Kekuatan	Chemical anchor lebih direkomendasikan untuk jacketing pada struktur beton bertulang yang menahan beban besar atau jangka panjang. (Sarif, 2025)	Acrylate epoxy bisa digunakan bila proyek membutuhkan pengerjaan cepat, tetapi tidak ideal untuk beban berat. (Rumahmaterial.com, 2025)
2	Daktalitas	Jika tujuan jacketing adalah perkuatan struktur terhadap gempa atau beban berat, maka chemical anchor lebih direkomendasikan karena daktailitasnya lebih tinggi. Menurut <i>Rodriguez (Simpson Strong-Tie, 2025)</i>	Acrylate epoxy bisa dipakai bila proyek membutuhkan pengerjaan cepat, tetapi tidak ideal untuk struktur yang harus menahan deformasi besar. (<i>Acrylate epoxy guide</i> , 2025)

3	Barang mudah didapat	Chemical anchor berbasis epoxy resin lebih mudah didapatkan karena lebih populer dan banyak dipakai dalam proyek konstruksi besar. (Menurut <i>Hilti Product Guide</i> , 2024)	Acrylate epoxy ada di pasaran, tetapi biasanya hanya tersedia di distributor khusus atau untuk aplikasi terbatas. (Fischer Anchoring Systems, 2023)
4	Mudah dikerjakan	Sangat mudah dikerjakan (klimas, 2020)	Mudah dikerjakan (Siti Nurlina dan kawan kawan, 2021)
5	Aplikasi	chemical anchor berbasis epoxy banyak dipakai untuk aplikasi struktural berat seperti kolom, balok, dan fondasi (Hilti Product Guide, 2024)	<i>Acrylate Epoxy</i> lebih sering dipakai untuk aplikasi ringan karena kecepatan pengerasan, bukan untuk beban struktural besar. (Fischer Anchoring Systems, 2023)

Dalam penelitian ini, peneliti mencoba menggunakan *Acrylate Epoxy* sebagai pengganti bahan pengikat besi yang biasa disebut *chemical anchor*. Alasannya sederhana: harganya jauh lebih murah. Untuk epoxy resin bening, harganya sekitar Rp116.000 per kilogram, sedangkan produk

chemical anchor merek Wurth Wit PE 500 bisa mencapai Rp290.000 per kilogram. Dengan memilih bahan yang lebih terjangkau, peneliti berharap rumah-rumah sederhana bisa diperkuat dan menjadi lebih kokoh tanpa harus mengeluarkan biaya besar.

B. Batasan Masalah

1. Penelitian ini dibatasi pada penggunaan 2 jenis material, yaitu *Acrylate epoxy* dan *chemichal anchor*.
2. Penelitian ini menggunakan beton bertulang dengan kuat tekan 20 MPa dengan tulangan utama 4D10 tulangan geser ϕ 8-100 dan 25 MPa dengan tulangan utama 4D13 tulangan geser D10-100.
3. Penelitian ini dibatasi pada pengujian lentur, sehingga variabel lain seperti geser atau tekan tidak termasuk dalam penelitian ini.
4. Penelitian ini dibatasi pada aplikasi dalam kondisi laboratorium dan belum mencakup aplikasi praktis di lapangan.

C. Rumusan Masalah

- a. Bagaimana pengaruh penambahan tulangan menggunakan *acrylate epoxy* terhadap gaya lentur balok beton bertulang?
- b. Apakah ada perbedaan signifikan dalam gaya lentur balok beton bertulang antara penggunaan tulangan *chemical anchore* dan *acrylate epoxy*?

D. Tujuan

1. Menganalisis pengaruh penambahan tulangan menggunakan *acrylate epoxy* terhadap gaya lentur balok beton bertulang.
2. Membandingkan gaya lentur balok beton bertulang antara penggunaan tulangan dengan *chemical anchor* dan *acrylate epoxy*.

E. Manfaat

- a. Penelitian ini dapat mempengaruhi kekuatan lentur pada balok beton bertulang.
- b. Penggunaan bahan seperti *Acrlate Epoxy* ini dapat membuka peluang untuk melakukan inovasi material dalam konstruksi.

- c. Jika bahan-bahan ini terbukti efektif, dapat menawarkan alternatif bahan-bahan bangunan yang lebih murah dan praktis, terutama di daerah dengan keterbatasan sumber daya.

F. Spesifikasi Teknis

Penulis merancang sebuah balok kontrol (BK) 15 cm x 15 cm x 56 cm, mutu beton 20 MPa, tulangan utama D10, dan tulangan geser ϕ 8-100. Balok uji (BU) 20 cm x 20 cm x 56 cm, mutu beton 25 MPa, tulangan utama D13, dan tulangan geser D10-100. Benda uji berjumlah 12 buah, dan tulangan baja yang digunakan untuk angkur memiliki diameter 10 mm.

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data mengenai perkuatan balok beton bertulang dengan perkuatan *jacketing* yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pengaruh penambahan tulangan dapat meningkatkan kekuatan lentur balok dari kekuatan lentur balok normal. Hal ini ditandai dengan balok mengalami peningkatan sebesar 83% untuk balok uji 1(*acrylate epoxy*) dan 89% untuk balok uji 2(*chemichal anchor*) dari balok normal.
2. Penambahan tulangan menggunakan *acrylate epoxy* dan *chemichal anchor* sebagai material perekat antara tulangan baru dengan beton yang lama sebagai perkuatan balok beton bertulang diperoleh nilai kuat lentur sebesar 259,333 untuk balok uji 1(*acrylate epoxy*) dan 268,940 untuk balok uji 2(*chemichal anchor*).

B. SARAN

Berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan maka dapat disarankan yaitu:

1. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, perlu dilakukan penelitian metoda perkuatan struktur balok lainnya agar mendapatkan metoda yang efektif digunakan untuk memperkuat struktur balok.
2. Perbanyak variasi perletakan shear connector.
3. Pada penelitian selanjutnya diharapkan jumlah benda uji lebih banyak.
4. Pada penelitian selanjutnya diperbesar lagi penampang balok kontrolnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Kandati, Thalia Simena, Ronny E. Pandaleke, and Banu Dwi Handono. "Pengaruh Penambahan Tulangan Dengan Menggunakan Chemichal Anchor Terhadap Kapasitas Lentur Dan Geser Pada Pondasi Beton Bertulang." *JURNAL SIPIL STATIK* 6.9 (2018).
- Kresiariati, N., & Apriyatno, H. (2022). Eksperimen Kegagalan Breakout Chemical Anchor Stud Metode Cast in Place dan Post Installed Dengan Modifikasi Lubang Drill Bit Extractor. *Citizen: Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, 2(3), 403-410.
- Riyono, B., & Himam, F. (2012). In Search for Anchors The Fundamental Motivational Force in Compensating for Human Vulnerability. *Gadjah Mada International Journal of Business*, 14(3).
- Porajow, R. D. G., Sumajouw, M. D., & Pandaleke, R. (2017). Perbandingan Kuat Tarik Lentur Beton Bertulang Balok Utuh Dengan Balok Yang Diperkuat Menggunakan Chemical Anchor. *Jurnal Sipil Statik*, 5(7).
- Basyaruddin, Basyaruddin, Christianto Credidi Septino Khala, Muhammad Syahrizal Muslimin, and Andina Prima Putri. "Uji lentur balok beton bertulang baja ringan dengan skema tulangan tunggal." *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil* 11, no. 1 (2021): 171-180.
- Ubaidillah, Muhammad Wildan, and Eko Walujodjati. "Eksperimen Uji Lentur Balok Beton dengan Bundel Tulangan." *Jurnal Konstruksi* 20, no. 1 (2022): 202-213.
- Akbar, Ilham, Ridwan Ridwan, and Muhammad Ikhsan. "Pengaruh Penambahan Tulangan Vertikal Pada Perkuatan Balok Beton Bertulang Dengan Menggunakan Metode Deep Embedment." *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil* 13, no. 2 (2023): 523-534.
- Putra, A. M., Noorhidana, V. A., & Isneini, M. (2023). Pengaruh Penambahan Serat Baja Terhadap Kuat Lentur Balok Beton Bertulang pada Beton Mutu Normal. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 8(2), 367-384.
- Rosyad, F., & Winanda, A. T. (2024). ANALISIS PENGUJIAN PENAMBAHAN BAJA RINGAN UNTUK MENINGKATKAN KUAT LENTUR BETON. *Rang Teknik Journal*, 7(2), 381-384.

Slat, Marselino Hosea, Fery Sondakh, V. A. Assa, K. B. Gedung, T. Sipil, N. Manado, and K. Manado.

"Pengaruh Penambahan Steel Fibre Pada Komposisi Campuran Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton." *J. Tek. SIPIL Terap* 4, no. 2 (2022): 92-101.