

STUDI EKSPERIMENTAL PERKUATAN LENTUR BALOK BETON BERTULANG  
MENGUNAKAN PELAT BAJA DENGAN VARIASI JARAK PELAT BAJA

TUGAS AKHIR

*Tugas akhiri ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memproleh Gelar Sarjana  
Teknik (S1) Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Padang*



OLEH :

HANIF HADI WIRSI

NIM. 18323061

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2023

PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

STUDI EKSPERIMENTAL PERKUATAN LENTUR BALOK BETON BERTULANG  
MENGUNAKAN PELAT BAJA DENGAN VARIASI JARAK PELAT BAJA

Nama : Hanif Hadi Wirsi  
NIM : 18323061  
Prodi : S1 Teknik Sipil  
Departemen : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik

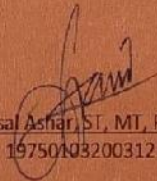
Padang, 09 Mei 2023

Disetujui Oleh  
Dosen Pembimbing



Dr. Eng. Eka Juliafad, ST, M.Eng  
NIP. 198207302009122005

Mengetahui  
Ketua Departemen Teknik Sipil  
Fakultas Teknik UNP



Faisal Ashar, ST, MT, Ph.D  
NIP. 197501032003121001

PENGASAHAN TUGAS AKHIR

STUDI EKSPERIMENTAL PERKUATAN LENTUR BALOK BETON BERTULANG  
MENGUNAKAN PELAT BAJA DENGAN VARIASI JARAK PELAT BAJA

Nama : Hanif Hadi Wirsi  
NIM : 18323061  
Prodi : S1 Teknik Sipil  
Departemen : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik

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

Padang, 09 Mei 2023

Tim Pengujian

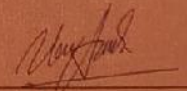
Nama

Tanda Tangan

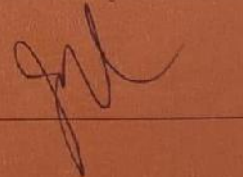
Ketua : Dr. Eng. Eka Juliafad, ST, M.Eng



Anggota : Dr. Eng. Nevy Sandra, ST, M.Eng



Anggota : Dr. Jonni Mardizal, M.M



## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan sepenuhnya kepada dua orang hebat dalam hidup saya, Ayahanda dan Ibunda. Keduanya lah yang membuat segalanya menjadi mungkin sehingga saya bisa sampai pada tahap di mana skripsi ini akhirnya selesai. Terima kasih atas segala pengorbanan, nasihat dan doa baik yang tidak pernah berhenti kalian berikan kepadaku. Aku selamanya bersyukur dengan keberadaan kalian sebagai orangtua ku. Serta untuk orang-orang terdekatku yang tersayang, dan untuk almamater kuning kebanggaanku.

## **MOTTO**

Jangan katakan TIDAK sebelum mencoba.



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) 7055844, 445118 Fax. 7055844  
E-mail: info@ft.unp.ac.id

### SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

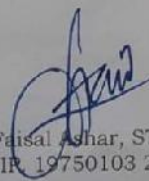
Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : HANIF HADI WIRSI  
NIM/TM : 18323061/2018  
Program Studi : TEKNIK SIPIL MK  
Departemen : Teknik Sipil  
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Skripsi/Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan judul STUDI EKSPERIMENTAL PERKUATAN LENTUR BALOK BETON BERTULANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA DENGAN VARIASI JARAK PELAT BAJA

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,  
Ketua Departemen Teknik Sipil



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

Saya yang menyatakan,



Hanif Hadi Wirsi.....

## BIODATA

### A. Data diri

Nama : Hanif Hadi Wirsi  
Tempat/tanggal lahir : Padang Panjang/ 03 April 2000  
Agama : Islam  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Golongan darah : -  
Anak ke : 3 (Tiga)  
Jumlah saudara : 2 (Dua)  
Nama ayah : Suwirman  
Nama ibu : Mintarsia Hazda  
Alamat : Timbulun Atas, Nagari Lubuk Gadang, Kecamatan Sangir, Kabupaten Solok Selatan, Provinsi Sumatera Barat  
Email : hanifhadiwirsi03@gmail.com



### B. Riwayat pendidikan

SD : SD 03 Bidar Alam  
SMP : SMPN 3 Solok Selatan  
SMA/SMK sederajat : SMAN 3 Solok Selatan  
Universitas : Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

### C. Skripsi

Judul : Studi Eksperimental Perkuatan Lentur Balok Beton Bertulang Menggunakan Pelat Baja Dengan Variasi Jarak Pelat Baja  
Tanggal Sidang : 08 Februari 2023

## **ABSTRAK**

### **STUDI EKSPERIMENTAL PERKUATAN LENTUR BALOK BETON BERTULANG MENGUNAKAN PELAT BAJA DENGAN VARIASI JARAK PELAT BAJA**

Balok merupakan salah satu komponen struktur yang sering menggunakan beton bertulang sebagai material penyusunnya, terkadang dalam membuat desainnya masih sering kali terjadi kesalahan, sehingga dapat menyebabkan kerusakan pada balok, dan pada akhirnya menjadi kerusakan struktur secara keseluruhan. Untuk menghindari keadaan tersebut perlu dilakukan alternatif peningkatan kekuatan dengan perkuatan konstruksi. Salah satu usaha yang dilakukan yaitu penambahan perkuatan menggunakan pelat baja. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental.

Pengujian lentur menggunakan balok berukuran 53 cm x 15 cm x 15 cm. Untuk banyak nya benda uji yang direncanakan yaitu terdiri dari 4 variasi yaitu untuk balok kontrol (BK), balok uji 1 (BU1) memiliki ketebalan 2 mm, lebar 2,5 cm dan jarak antar pelat 10,05 cm, balok uji 2 (BU2) memiliki ketebalan 2 mm, lebar 2,5 cm dan jarak antar pelat 6,28 cm, balok uji 3 (BU3) memiliki ketebalan 2 mm, lebar 2,5 cm dan jarak antar pelat 3,775 cm sebanyak 4 buah untuk masing masing balok. Berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa terjadi kenaikan nilai kuat lentur pada balok ketika diberi tambahan perkuatan menggunakan pelat baja. Perubahan nilai tersebut adalah pada balok beton bertulang tanpa penambahan perkuatan diperoleh nilai kuat lenturnya sebesar 77,69 kN, kemudian untuk balok beton bertulang dengan penambahan perkuatan pelat baja balok uji 1 diperoleh nilai kuat lentur sebesar 139,29 kN, penambahan perkuatan pelat baja dengan balok uji 2 diperoleh nilai kuat lentur sebesar 126,93 kN, penambahan perkuatan pelat baja dengan balok uji 3 diperoleh nilai kuat lentur sebesar 134,30 kN.

**Kata Kunci :** Beton, Perkuatan, Pelat Baja, Kuat Lentur Balok



## KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir dengan judul “Studi Eksperimental Perkuatan Lentur Balok Beton Bertulang Menggunakan Pelat Baja Dengan Variasi Jarak Pelat Baja” 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 Bapak Dr. Jonni Mardizal, M.M 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 Dr. Fahmi Rizal, M.Pd., MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang yang telah membantu serta mendukung penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Seluruh Dosen dan Staff Jurusan 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, Reyhan, Thania, Tania, Sisva, Sandy, Giant, Nugi dan Anak – anak kontrakan. Terima kasih atas segala canda tawa, kebahagiaan, kesedihan dan kebersamaan selama di bangku perkuliahan. Penulis berharap semua hal baik selalu melindungi kalian.
8. Semua teman Program Studi Teknik Angkatan 2018 yang tentunya menemani dari awal perkuliahan sampai akhirnya berpisah untuk melanjutkan langkah berikutnya. Penulis berharap hubungan baik masih terus terjalin hingga tua nanti.

## DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PERSETUJUAN	
HALAMAN PEBGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	
HALAMAN PERSEMBAHAN	
BIODATA.....	i
ABSTRAK.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Spesifikasi Teknis.....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Deskripsi Balok Beton Bertulang.....	7
B. Lentur Pada Balok Beton Bertulang.....	23
C. Pelat Baja.....	27
D. <i>Modulus Of Rupture</i> (MOR).....	36
E. Lendutan dan Keruntuhan pada Balok Beton Bertulang.....	39
F. Daktilitas.....	43
G. Penelitian Relevan.....	44

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

A. Diagram Alir.....	50
B. Tempat Penelitian.....	52
C. Sifat Perancangan.....	52
D. Data Perancangan.....	52
E. Teknik Pengumpulan Data.....	52
F. Bahan yang Digunakan .....	53
G. Peralatan Penelitian.....	55
H. Tahapan Penelitian.....	55
I. Metode Analisis Data.....	76
J. Produk.....	78

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

A. Hasil Pengujian Karakteristik Agregat.....	79
B. Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat.....	89
C. <i>Mix Design</i> Benda Uji.....	90
D. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton.....	90
E. Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok.....	92
F. Pola Keretakan Balok.....	103
G. Daktalitas dan Rasio Penulangan.....	111
H. Pembahasan.....	112

### **BAB V PENUTUP**

A. Kesimpulan.....	116
B. Saran.....	117

<b>DAFTAR RUJUKAN.....</b>	<b>118</b>
----------------------------	------------

<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>120</b>
----------------------	------------

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Gambar Pelat Baja.....	3
Gambar 2. Kurva Hubungan Tegangan (F) Vs Regangan (E) .....	20
Gambar 3. Bagian Kurva Tegangan-Regangan Yang Diperbesar .....	20
Gambar 4. Pembebanan Lentur Pada Balok Bertulang .....	24
Gambar 5. Distribusi Regangan Dan Tegangan Pada Balok Tulangan Tunggal .....	26
Gambar 6.. Distribusi Dan Diagram Regangan Tegangan Pada Balok Tulangan Terhadap Lentur.....	31
Gambar 7. Grafik Tegangan-Regangan Plat Baja Dengan Grafik Tegangan-Regangan Baja Tulangan .....	34
Gambar 8. Momen Yang Terjadi Akibat Beban P.....	37
Gambar 9. Retakan Terjadi Pada Daerah Tengah Bentang Balok.....	37
Gambar 10. Retakan Terjadi Di Luar Bagian Tengah Dari Sepertiga Bentang .....	38
Gambar 11. Perubahan Bentuk Balok.....	40
Gambar 12. Retak Lentur Murni .....	41
Gambar 13. Retak Geser .....	41
Gambar 14. Retak Geser Lentur.....	41
Gambar 15. Retak Torsi.....	42
Gambar 16. Retak Lekatan .....	42
Gambar 17. Grafik Faktor Air Semen .....	59
Gambar 18. Grafik Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan untuk Ukuran Butir Maksimum 20 mm.....	61
Gambar 19. Grafik Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan untuk Butir Maksimum 40 mm.....	62
Gambar 20. Perkiraan Berat Isi Beton Basah .....	62
Gambar 21. Gambar Perangkaian Tulangan .....	66
Gambar 22. Pemasangan Pelat Baja Pada Balok .....	69

Gambar 25. Tampak Melintang dan Memanjang Balok .....	73
Gambar 26. Setting Up Pengujian Kuat Lentur Balok Bertulang .....	75
Gambar 27. Distribusi Tegangan Regangan Balok Bertulang dengan Pelat Baja .....	76
Gambar 28. Grafik Pengujian Agregat Halus.....	83
Gambar 29. Zat Organik Agregat Halus.....	84
Gambar 30. Grafik Kumulatif Butiran Agregat Kasar .....	88
Gambar 31. Grafik Pengujian Kuat Tekan Beton .....	91
Gambar 32. Set up pengujian kuat lentur balok .....	92
Gambar 33. Diagram Pengujian Kuat Lentur .....	94
Gambar 34. Diagram Lendutan Kuat Lentur .....	94
Gambar 35. Grafik Pengujian Balok Kontrol 1 (BK1).....	95
Gambar 36. Grafik Pengujian Balok Kontrol 2 (BK2).....	95
Gambar 37. Grafik Pengujian Balok Kontrol 3 (BK3).....	96
Gambar 38. Grafik Perbandingan Balok Kontrol.....	96
Gambar 39. Grafik Pengujian Balok Uji 1A (BU1A) .....	97
Gambar 40. Grafik Pengujian Balok Uji 1B (BU1B) .....	97
Gambar 41. Grafik Pengujian Balok Uji 1C (BU1C).....	98
Gambar 42. Grafik Perbandingan Balok Uji 1 (BU1) .....	98
Gambar 43. Grafik Pengujian Balok Uji 2A (BU2A) .....	99
Gambar 44. Grafik Pengujian Balok Uji 2B (BU2B) .....	99
Gambar 45. Grafik Pengujian Balok Uji 2C (BU2C).....	100
Gambar 46. Grafik Perbandingan Balok Uji 2 .....	100
Gambar 47. Grafik Pengujian Balok Uji 3A (BU3A) .....	101
Gambar 48. Grafik Pengujian Balok Uji 3B (BU3B) .....	101
Gambar 49. Grafik Pengujian Balok Uji 3C (BU3C).....	102
Gambar 50. Grafik Perbandingan Balok Uji 3 .....	102
Gambar 51. Grafik Perbandingan Semua Benda Uji .....	103
Gambar 52. Pola Keretakan Balok Kontrol 1.....	104

Gambar 53. Pola Keretakan Balok Kontrol 2.....	104
Gambar 54. Pola Keretakan Balok Kontrol.....	105
Gambar 55. Pola Keretakan Balok Uji 1A.....	106
Gambar 56. Pola Keretakan Balok Uji 1B.....	106
Gambar 57. Pola Keretakan Balok Uji 1C.....	107
Gambar 58. Pola Keretakan Balok Uji 2A.....	108
Gambar 59. Pola Keretakan Balok Uji 2B.....	108
Gambar 60. Pola Keretakan Balok Uji 2C.....	109
Gambar 61. Pola Keretakan Balok Uji 3A.....	110
Gambar 62. Pola Keretakan Balok Uji 3B.....	110
Gambar 63. Pola Keretakan Balok Uji.....	111

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Susunan Besar Butiran Agregat Kasar .....	15
Tabel 2. Susunan Besar Butiran Agregat Halus .....	17
Tabel 3. Faktor Pengali untuk Standar Deviasi.....	56
Tabel 4. Faktor K untuk Berbagai % Kecacatan.....	57
Tabel 5. Perkiraan Kekuatan Tekan (MPa) Beton dengan FAS .....	58
Tabel 6. Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan FAS maksimum pada Pembetonan .....	59
Tabel 7. Perkiraan Kadar Air Bebas (kg/m <sup>3</sup> ) .....	60
Tabel 8. Batas Gradasi Butiran Pasir .....	60
Tabel 9. Pembuatan Benda Uji.....	63
Tabel 10. Hasil Pengujian Berat Isi Padat Agregat Halus .....	79
Tabel 11. Hasil Pengujian Berat Isi Gembur Agregat Halus .....	79
Tabel 12. Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Halus .....	80
Tabel 13. Hasil Pengujian Penyerapan Agregat Halus .....	80
Tabel 14. Hasil Pengujian Kadar Air Nyata Agregat Halus .....	81
Tabel 15. Hasil Pengujian Kadar Air SSD Agregat Halus.....	81
Tabel 16. Hasil Kadar Lumpur Agregat Halus.....	82
Tabel 17. Hasil Pengujian Analisis Ayakan Agregat Halus.....	82
Tabel 18. Hasil Pengujian Berat Isi Padat Agregat .....	84
Tabel 19. Hasil Pengujian Berat Isi Gembur Agregat Kasar.....	85
Tabel 20. Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar .....	85
Tabel 21. Hasil Pengujian Penyerapan Agregat Kasar.....	86
Tabel 22. Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar .....	86
Tabel 23. Hasil Kadar Lumpur Agregat Kasar .....	87
Tabel 24. Hasil Pengujian Analisis Ayakan Agregat Kasar .....	87
Tabel 25. Hasil Pengujian Kekerasan Agregat Kasar .....	88
Tabel 26. Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Halus .....	89



Tabel 27. Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Kasar .....	89
Tabel 28. Mix design campuran beton.....	90
Tabel 29. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton.....	91
Tabel 30. Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok .....	93
Tabel 31. Daktilitas Balok Beton Bertulang.....	111

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Tugas Pembimbing .....	121
Lampiran 2. Surat Tugas Penguji.....	122
Lampiran 3. Surat Izin Melakukan Penelitian .....	123
Lampiran 4. Surat Permohonan Pemakaian Labor .....	124
Lampiran 5. Lembar Konsultasi Dosen Pembimbing .....	125
Lampiran 6. Lembar Revisi Sidang Akhir .....	129
Lampiran 7. Pengujian Agregat Halus .....	130
Lampiran 8. Pengujian Agregat Kasar .....	132
Lampiran 9. Pembuatan Benda Uji Silinder .....	134
Lampiran 10. Pembuatan Benda Uji Balok .....	136
Lampiran 11. Pengujian Benda Uji .....	139
Lampiran 12. Perhitungan Daktilitas.....	142
Lampiran 13. Grafik Uji Lentur.....	143
Lampiran 14. Perhitungan Teoritis Balok Beton Bertulang .....	149

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang Masalah**

Balok merupakan salah satu komponen struktur yang sering menggunakan beton bertulang sebagai material penyusunnya, terkadang dalam membuat desainnya masih sering kali terjadi kesalahan, sehingga hal ini dapat menyebabkan kerusakan pada balok, dan pada akhirnya menjadi kerusakan struktur secara keseluruhan. Selain kesalahan dalam mendesain, kerusakan pada balok juga dapat terjadi karena kesalahan saat proses pengerjaannya, perawatan awal yang tidak tepat, penggunaan fungsi struktur yang tidak sesuai rencana, ataupun faktor-faktor alam seperti gempa bumi sehingga perlu langkah - langkah untuk meningkatkan kualitas balok beton bertulang (Djamaluddin, 2016).

Balok merupakan komponen struktur yang berperan penting untuk mendukung beban, momen lentur dan gaya geser. Balok yang didesain adalah untuk mendapatkan struktur yang aman terhadap beban atau efek beban yang bekerja selama masa penggunaan bangunan. Balok beton bertulang yang mengalami lendutan, retak-retak yang berlebihan, korosi pada tulangan beton atau kegagalan lekatan baja beton dapat berakibat pada menurunnya daya dukung komponen struktur terhadap beban-beban yang bekerja terutama pada saat terjadinya gempa bumi. Selain itu penurunan kekuatan bahan, buruknya pengerjaan dan tingkat pengawasan yang tidak mencukupi juga dapat mengurangi kekuatan dari suatu komponen struktur. Meningkatnya deformasi struktur bahkan dapat menyebabkan runtuhnya suatu bangunan. Kesalahan dalam pengambilan mutu bahan, volume yang tidak mencukupi, kesalahan prosedur pelaksanaan, peningkatan beban pemakaian, mengakibatkan kapasitas konstruksi tidak sesuai dengan

apa yang telah direncanakan. Untuk menghindari keadaan tersebut perlu dilakukan alternatif peningkatan kekuatan dengan perkuatan konstruksi (Mulyadi, 2018).

Tujuan daripada perkuatan konstruksi, umumnya adalah untuk meningkatkan kapasitas struktur dalam menahan beban atau mengembalikan ke kapasitas rencana. Setiap langkah perkuatan yang dilakukan harus diupayakan agar dapat mengurangi resiko kerusakan yang akan terjadi. Selain itu perlu dipertimbangkan upaya-upaya perlindungan dan pencegahan terhadap kemungkinan kerusakan struktur beton bertulang di kemudian hari (Mulyadi, 2018).

Perkuatan struktur beton kerap kali dilakukan baik pada saat pelaksanaan konstruksi maupun pada struktur yang sudah digunakan. Pemilihan metode perkuatan dipengaruhi oleh beberapa pertimbangan mulai dari efektifitas perkuatan, kemudahan pelaksanaan perkuatan, biaya. Dalam hal ini terkait dengan pemilihan bahan agar diperoleh hasil perbaikan yang kekuatannya sesuai dengan yang diinginkan dan dapat tahan lama. Biaya untuk perkuatan struktur bangunan akan lebih murah dibandingkan dengan biaya untuk membongkar dan membangun kembali bangunan yang baru. Untuk memperkuat struktur beton bertulang khususnya bagian balok bisa dilakukan dengan beberapa cara antara lain dengan menambah dimensi penampang balok beton bertulang atau dengan melapisi bagian luarnya dengan baja atau dengan bahan komposit nonlogam. Salah satu usaha yang dilakukan yaitu penambahan perkuatan menggunakan pelat baja secara vertikal pada sisi lentur balok (Mulyadi, 2018).

Pelat baja merupakan salah satu bentuk material komposit terbuat dari dua atau lebih material penyusun yang saling memiliki perbedaan sifat fisik dan kimia, yang jika dikombinasikan akan menghasilkan material berkarakteristik berbeda dengan material-material penyusunnya. Material

komposit tersusun atas dua komponen utama yaitu matriks dan material penguat (reinforcement). Pelat baja bertugas sebagai material penguat. Sedangkan untuk matriksnya biasanya dipergunakan resin polimer semacam epoxy. Pelat baja adalah material yang akan digunakan sebagai material penguat (reinforcement) tambahan pada struktur balok bertulang. Pada dasarnya, penggunaan pelat baja pada struktur balok bertulang untuk meningkatkan kapasitas lentur pada struktur balok bertulang.



Gambar 1. Gambar Pelat Baja

*Sumber: harganego.com*

Penelitian terhadap perkuatan lentur balok beton bertulang dengan menggunakan variasi lebar baja secara vertikal pada sisi lentur balok penting dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap peningkatan kekuatan lentur dari balok beton bertulang. Pengaruh variasi lebar pelat baja yang diletakkan di bagian lentur balok beton bertulang sebagai bahan perkuatan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kekuatan lentur balok beton pada bangunan. Pelat baja yang digunakan memiliki harga yang cukup mahal, sehingga perlu diketahui lebar optimum yang dibutuhkan untuk meningkatkan kekuatan pada balok beton bertulang. Sehingga diperlukan penelitian mengenai perkuatan lentur balok beton bertulang dengan menggunakan variasi jarak pelat baja s pada sisi lentur balok.

Dari penjabaran di atas maka penulis mengambil judul “Studi Eksperimental Perkuatan Lentur Balok Beton Bertulang Menggunakan Pelat Baja Dengan Variasi Jarak Pelat Baja”. Pemilihan pelat baja sebagai perkuatan dikarenakan bahan ini mudah dicari, durabilitas (keawetan) yang tinggi, mudah dalam pemasangan sehingga dapat menghemat waktu, serta bahannya yang mudah dibentuk (fleksibel) dan juga dapat meningkatkan sifat mekanik beton, daktilitas dan kapasitas beton. Perkuatan lentur pada balok beton bertulang pada bangunan-bangunan sederhana (*non-engineered buildings*) yang merupakan bangunan rumah tinggal dan bangunan komersial sampai dua lantai yang balok beton bertulangnya mengalami lendutan, retak-retak yang berlebihan, korosi pada tulangan beton atau kegagalan lekatan baja dan perubahan fungsi.

#### **B. Tujuan dan Manfaat Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perkuatan lentur balok beton bertulang menggunakan pelat baja dengan variasi jarak pelat baja.

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah

1. Dapat memberikan solusi alternatif untuk meningkatkan mutu balok beton bertulang agar memiliki ketahanan yang optimum.
2. Dapat menambah wawasan dan dasar untuk analisis selanjutnya bagi mahasiswa teknik sipil khususnya dalam ilmu teknologi beton.
3. Bagi penulis, analisis ini bermanfaat sebagai terapan ilmu yang sudah diperoleh selama kuliah di Program Studi Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

#### **C. Batasan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah diuraikan di atas, maka batasan masalah yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya meninjau lentur balok beton bertulang dengan pelat baja dengan variasi jarak pelat baja.
2. Penelitian ini membatasi tinjauan pengaruh lebar pelat baja terhadap kuat lentur balok beton bertulang dengan Ukuran pelat baja yang digunakan terdiri atas 3 variasi yaitu untuk balok uji 1 (BU1) memiliki ketebalan 2 mm, lebar 2,5 cm dan jarak antar pelat 10,05 cm, balok uji 2 (BU2) memiliki ketebalan 2 mm, lebar 2,5 cm dan jarak antar pelat 6,28 cm, balok uji 3 (BU3) memiliki ketebalan 2 mm, lebar 2,5 cm dan jarak antar pelat 3,775 cm.
3. Mutu beton yang direncanakan adalah  $f_c' 21$  MPa.
4. Pengujian dengan membuat benda uji pada balok beton bertulang dengan tulangan tarik, tulangan tekan dan tulangan geser minimum.
5. Pengujian yang dilakukan adalah kuat lentur balok beton bertulang dengan tambahan variasi lebar pelat baja secara vertikal pada sisi lentur balok.
6. Pelat baja dipasang vertikal dengan perkuatan perekat Sikadur-31 normal dengan modulus elastisitas  $4500 \text{ N/mm}^2$  dan dengan daya tarik  $60-70 \text{ N/mm}^2$ .
7. Pelat baja yang di gunakan memiliki modulus elastisitas  $200.000 \text{ MPa}$ ,  $f_y 240 \text{ MPa}$ ,  $f_u 280 \text{ MPa}$ , ketebalan 2 mm dan lebar 2,5 cm.
8. Benda uji yang digunakan adalah balok dengan dimensi  $53 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$  SNI 4431 : 2011.
9. Tulangan baja yang digunakan berukuran O10 untuk tulangan utama dan  $\emptyset 8$  untuk sengkang dengan BjTP 420.
10. Tebal selimut yang akan digunakan adalah 2 cm.
11. Pengujian kuat lentur dilakukan pada umur 28 hari.
12. Pengolahan data menggunakan metode elemen hingga *non-linear*.

13. Semua pengujian dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan dan Laboratorium Konstruksi FT UNP.

#### **D. Spesifikasi Teknis**

Pada penelitian ini balok merupakan komponen struktur yang berperan penting untuk mendukung beban, momen lentur dan gaya geser. Balok yang didesain adalah untuk mendapatkan struktur yang aman terhadap beban atau efek beban yang bekerja selama masa penggunaan bangunan terutama dalam menahan kuat lentur. Balok ini akan di tambahkan perkuatan , yang dimana perkuatan merupakan salah satu solusi untuk meningkatkan kuat lentur balok beton bertulang yang di prediksi akan meningkatkan kuat lentur balok beton bertulang.