

**TINJAUAN KUAT LENTUR BALOK BETON BERTULANG DENGAN
PENAMBAHAN KAWAT YANG DIPASANG LONGITUDINAL DI
BAGIAN TULANGAN TARIK**

Tugas Akhir

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana-1 Teknik Sipil



diajukan oleh :

**GALIH HARYA KENCANA
NIM : D 100 090 048
NIRM : 09.6.106.03010.5.0048**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2014**

**TINJAUAN KUAT LENTUR BALOK BETON BERTULANG DENGAN
PENAMBAHAN KAWAT YANG DIPASANG LONGITUDINAL DI
BAGIAN TULANGAN TARIK**

Diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran
Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji
Pada tanggal 2 Oktober 2014

disusun oleh :

GALIH HARYA KENCANA
NIM : D 100 090 048
NIRM : 09.6.106.03010.5.0048

Susunan Dewan Penguji:

Pembimbing Utama ,



Ir. H. Ali Asroni, M.T.
NIK : 484

Pembimbing Pendamping



Ir. H. Suhendro Trinugroho, M.T.
NIK : 732

Anggota



Ir. Aliem Sudjarmiko, M.T.
NIP : 1959.06.28.1987.03.1.001

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil
Surakarta, 2 Oktober 2014



Dekan Fakultas Teknik
Ir. Sri Sunaryono, M.T., Ph.D.
NIK : 682



Ketua Jurusan Teknik Sipil
M. Solikin, S.T., M.T., Ph.D.
NIK : 792



**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
SURAKARTA**

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan
judul:

**TINJAUAN KUAT LENTUR BALOK BETON BERTULANG DENGAN
PENAMBAHAN KAWAT YANG DIPASANG LONGITUDINAL DI
BAGIAN TULANGAN TARIK**

Dan diajukan untuk diuji pada tanggal 2 Oktober 2014, adalah hasil karya saya. Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa dalam tugas Akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin, atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya aku seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan pada penulis aslinya.

Apabila saya melakukan hal tersebut diatas, baik sengaja maupun tidak sengaja dengan ini saya menyatakan menarik tugas Akhir yang saya ajukan sebagai hasil tulisan saya sendiri ini. Demikian untuk menjadikan pemeriksaan.

Surakarta, 27 Oktober 2014

Yang membuat pernyataan

Galih Harya Kencana

PRAKATA



Assalaamu'alaikum Wr Wb.

Alhamdulillah, segala puji syukur dipanjatkan kehadirat Allah Swt atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “TINJAUAN KUAT LENTUR BALOK BETON BERTULANG DENGAN PENAMBAHAN KAWAT YANG DIPASANG LONGITUDINAL DI BAGIAN TULANGAN TARIK”

Tugas akhir ini disusun untuk untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S1 pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Pada kesempatan ini tidak lupa penulis sampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak atas bantuan, petunjuk, arahan dan bimbingan dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan Tugas Akhir ini.

Dengan selesainya Tugas Akhir ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

- 1). Bapak Ir. Sri Sunaryono, M.T., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 2). Bapak Mochamad Solikin, S.T., M.T., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 3). Bapak Ir.H. Ali Asroni, M.T., selaku Pembimbing Utama.
- 4). Bapak Ir.H. Suhendro Trinugroho, M.T., selaku Pembimbing Pendamping.
- 5). Bapak Ir. Aliem Sudjatkiko, M.T., selaku Anggota Dewan Penguji Tugas Akhir.
- 6). Bapak Ir.H. Suhendro Trinugroho, M.T., selaku Pembimbing Akademik.
- 7). Bapak dan ibu dosen Progam Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 8). Segenap Jajaran Civitas Akademik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

- 9). Kedua orang tuaku yang tercinta terimakasih atas doanya dan nasehat, sehingga saya mampu menjalani semua ini.
- 10). Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan dan semoga laporan ini bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr Wb.

Surakarta, 2 Oktober 2014

Penulis

Motto

- o **Sesungguhnya Allah tidak merubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.**

(Inded ALLAH will not change the condition of people until they change what is in themselves)

~ Q.S. Ar-Ra'd : 11 ~

- o **Sukses bukanlah kegagalan bukanlah kefatalan ; karena sukses harus terus dicapai.**

(Success is not final failure is not fatal ; it is the continue that counts)

~ Winston churchill ~

- o **Cobalah untuk tidak hanya menjadi orang yang sukses saja, tetapi menjadi orang yang berarti.**

(Try to not just be a success, but should be a usefull men)

~ Albert Einstein ~

Sebuah karya sederhana ini kupersembahkan untuk :

ALLAH SWT, yang selalu melindungi dan memberiku kesehatan, sehingga saya bisa menyelesaikan skripsi ini dengan lancar, tanpa ridhomu karya ini tidak akan selesai

Ibu, Bapak, dan Adikku, Do'a dan restu yang engkau berikan telah melancarkan jalan ku. Kasih sayang dan perhatian yang engkau berikan merupakan suatu anugerah bagiku. Terima kasih **Ibu, Bapak**, Engkau telah besarkan aku dengan cinta dan kasihmu yang tulus.

Untuk "Teman Hidupku" **RR.Indah Widya Safitri**

Terima kasih atas kehadiranmu yang merupakan pembangkit semangat hidupku. Terima kasih atas cinta dan kasih sayang yang tulus yang kau berikan.

Untuk teman sesama anak rantau dari Kalimantan tengah, **Budi, Tiok, Genjo**, terima kasih atas semua ke konyolan dan nasihatnya, saat tua kelak aku ingin ngobrol santai di kedai kopi bersama kalian.

Untuk Teman-teman **sipil 2009 UMS**, anak-anak **Green House**, dan **(Sunandar, Ari Subur)** terima kasih atas jasa kalian yang terkenang ini, aku akan selalu menunggu hari hari bertemu kalian di saat acara reunian kelak.

(You are the best friend that I have thank's for our friendship)

Untuk kuda besi ku yang selalu menghantarku kemanapun tujuanku selama ini **KH 4047 RA** dan **AD 7486 MA**. Terima kasih.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
PRAKATA	iv
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR NOTASI	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
ABSTRAKSI	xvii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
1. Tujuan penelitian	3
2. Manfaat penelitian	3
D. Batasan Masalah	3
E. Keaslian Penelitian	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 6
A. Beton	6
B. Balok Beton Bertulang	6
C. Kekuatan Beton terhadap Gaya Tekan	7
D. Kekuatan Beton terhadap Gaya Tarik	8
E. Kekuatan Lentur Balok	8
F. Bahan Pengikat Tulangan Baja	9

BAB III LANDASAN TEORI	10
A. Bahan Penyusun Beton	10
1. Semen <i>portland</i>	10
2. Agregat	11
2a). Agregat halus	12
2b). Agregat kasar	13
3. Air	14
B. Pengujian Kuat Tarik Baja dan Kawat Galvanis	15
C. Pengujian Beton	16
1. Kuat tekan beton	16
2. Momen lentur balok	17
3. Momen kapasitas balok beton bertulang	18
3a). Momen kapasitas balok berdasarkan hasil uji	18
3b). Momen kapasitas balok berdasarkan analisis teoritis	19
BAB IV METODE PENELITIAN	21
A. Bahan Penelitian	21
B. Peralatan Penelitian	25
1. Alat untuk pemeriksaan kualitas bahan-bahan penelitian	26
2. Alat untuk pembuatan campuran adukan beton	30
3. Alat untuk pembuatan sampel uji kuat tekan beton	31
4. Alat untuk pembuatan sampel uji momen lentur balok beton bertulang	33
5. Alat untuk pengujian kuat tekan beton	35
6. Alat untuk pengujian kuat tarik tulangan baja dan kawat galvanis	35
7. Alat untuk menguji momen lentur balok beton bertulang	36
8. Peralatan penunjang lain	36
C. Tahapan Penelitian	37
D. Pelaksanaan Penelitian	39

1. Pemeriksaan agregat halus (pasir)	39
1a). Pemeriksaan kadar lumpur dalam pasir	39
1b). Pengujian kandungan zat organik pasir	41
1c). Pengujian Saturated Surface Dry (SSD) pasir	42
1d). Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan pasir	42
1e). Pengujian gradasi pasir	44
2. Pemeriksaan kualitas agregat kasar (batu pecah)	45
2a). Pemeriksaan berat jenis dan absorpsi batu pecah	45
2b). Pengujian gradasi batu pecah	46
2c). Pengujian keausan agregat kasar (batu pecah)	47
3. Pengujian kuat tarik baja tulangan dan kawat galvanis	47
4. Perhitungan rencana adukan beton	48
5. Pengujian Slump	54
6. Pembuatan benda uji	55
6a). Pembuatan benda uji silinder beton	55
6b). Pembuatan benda uji balok beton bertulang biasa	56
6c). Pembuatan benda uji balok beton bertulang dengan penambahan kawat galvanis yang dipasang longitudinal di bagian tulangan tarik	58
7. Pemeriksaan berat jenis beton	59
8. Pengujian kuat tekan beton	60
9. Pengujian momen lentur pada balok beton bertulang	62
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	65
A. Pengujian Bahan	65
1. Pengujian agregat halus (pasir)	65
1). Pengujian kadar lumpur dalam pasir	66
2). Pengujian kandungan zat organik pasir	66
3). Pengujian Saturated Surface Dry (SSD) pasir	66
4). Pengujian berat jenis dan penyerapan pasir	66
5). Pengujian gradasi pasir	66

2. Pengujian agregat kasar (batu pecah).....	68
2a). Pengujian keausan agregat batu pecah.....	68
2b). Pengujian berat jenis batu pecah.....	69
2b). Pengujian absorpsi batu pecah.....	69
2c). Pengujian gradasi batu pecah.....	69
B. Pengujian Slump.....	70
C. Pengujian Berat Jenis Silinder Beton.....	71
D. Pengujian Kuat Tekan Beton.....	71
E. Pengujian Kuat Tarik Baja dan Kawat Galvanis.....	72
1. Pengujian kuat tarik baja.....	72
2. Pengujian kuat tarik kawat galvanis	72
F. Pengujian Momen Lentur Balok Beton Bertulang.....	72
1. Momen kapasitas balok berdasarkan perhitungan teoritis.....	72
2. Momen kapasitas balok berdasarkan hasil uji	75
3. Perbandingan antara momen kapasitas teori dan momen kapasitas pengujian	76
4. Perbandingan antara momen kapasitas lentur hasil uji balok beton bertulang dengan kawat galvanis yang dipasang menyilang dan dipasang longitudinal di bagian tulangan tarik	78
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	80
A. Kesimpulan.....	80
B. Saran	82
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar III.1. Pengujian kuat tarik baja dan kawat galvanis	16
Gambar III.2. Pengujian kuat tekan beton	17
Gambar III.3. Pengujian momen lentur balok.....	18
Gambar IV.1. Semen <i>portland</i>	21
Gambar IV.2. Agregat Halus (Pasir)	21
Gambar IV.3. Agregat Kasar (Batu pecah)	22
Gambar IV.4. Air	22
Gambar IV.5a. Tulangan memanjang □ 8 mm	23
Gambar IV.5b. Tulangan begel □ 6 mm	23
Gambar IV.6. Kawat galvanis	23
Gambar IV.7. Kayu Sengon	24
Gambar IV.8a. Tulangan balok beton bertulang	25
Gambar IV.8b. Balok beton bertulang	25
Gambar IV.9. Ayakan	26
Gambar IV.10. Penggetar ayakan (<i>siever</i>)	27
Gambar IV.11. Timbangan	27
Gambar IV.12. Gelas ukur	28
Gambar IV.13. Kerucut <i>conus</i>	28
Gambar IV.14. <i>Oven</i>	29
Gambar IV.15. <i>Desicator</i>	29
Gambar IV.16. <i>Volumetrick flash</i>	30
Gambar IV.17. Mesin uji <i>Los Angeles</i>	30
Gambar IV.18. Bak penampung adukan beton	31
Gambar IV.19. <i>Molen</i>	31
Gambar IV.20. Kerucut <i>abram's</i>	32
Gambar IV.21. Tongkat baja	32
Gambar IV.22. Cetakan silinder	33

Gambar IV.23. Cetok	33
Gambar IV.24. <i>Bekesting</i>	34
Gambar IV.25. Kawat pengikat	34
Gambar IV.26. Mesin uji kuat tekan beton	35
Gambar IV.27. Mesin uji kuat tarik baja dan kawat galvanis	35
Gambar IV.28. Mesin uji momen lentur balok beton sederhana	36
Gambar IV.29. Peralatan penunjang lain	36
Gambar IV.30. Bagan alir penelitian	38
Gambar IV.31. Pemeriksaan kadar lumpur dalam pasir	40
Gambar IV.32. Pemeriksaan zat organik dalam pasir	41
Gambar IV.33. Pemeriksaan <i>Saturated Surface Dry (SSD)</i> pasir	42
Gambar IV.34. Pemeriksaan <i>specific gravity</i> dan absorpsi pasir	44
Gambar IV.35. Pemeriksaan gradasi pasir	45
Gambar IV.36. Pemeriksaan gradasi batu pecah	46
Gambar IV.37. Pemeriksaan keausan batu pecah	47
Gambar IV.38. Pengujian kuat tarik baja dan kawat galvanis	48
Gambar IV.39. Proses pengujian <i>slump</i>	55
Gambar IV.40. Beton silinder sebelum ditekan	61
Gambar IV.41. Pengujian kuat tekan beton	61
Gambar IV.42. Beton silinder setelah ditekan	62
Gambar V.1. Hubungan antara ukuran ayakan dan persentase kumulatif pasir lolos	67
Gambar V.2. Hubungan antara ukuran ayakan dan persentase kumulatif Kerikil tertinggal	69
Gambar V.3. Perbandingan antara momen kapasitas teori dan momen kapasitas pengujian	77
Gambar V.4. Perbandingan antara balok dengan kawat longitudinal dan kawat menyilang	79

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel III.1. Komposisi bahan utama semen (Tjokrodimuljo, 1996).....	10
Tabel III.2. Gradasi agregat halus (Departemen Pekerjaan Umum, 1990).....	13
Tabel III.3. Gradasi agregat kasar (Departemen Pekerjaan Umum, 1990).....	14
Tabel IV.1. Kebutuhan campuran tiap benda uji	52
Tabel IV.2. Kebutuhan campuran semua benda uji	54
Tabel V.1. Hasil pengujian agregat halus.....	65
Tabel V.2. Hasil pemeriksaan gradasi agregat halus	67
Tabel V.3. Hasil pengujian agregat kasar.....	68
Tabel V.4. Hasil pemeriksaan gradasi agregat kasar	70
Tabel V.5. Nilai slump untuk berbagai pekerjaan beton	71
Tabel V.6. Momen kapasitas balok hasil perhitungan teoritis	75
Tabel V.7. Momen kapasitas balok hasil uji lab	76
Tabel V.8. Selisih momen kapasitas balok hasil uji teoritis	77
Tabel V.9. Selisih momen kapasitas hasil uji balok beton dengan penambahan kawat yang dipasang menyilang dan di pasang longitudinal di bagian tulangan tarik	79

DAFTAR NOTASI

a	= Tinggi blok tegangan tekan beton persegi ekuivalen, (mm).
A_s	= Luas longitudinal tarik, (mm ²).
A'_s	= Luas longitudinal tekan, (mm ²).
b	= Lebar penampang balok, (mm).
b_w	= lebar penampang balok (mm).
C_c	= Gaya tekan beton, (N).
C_s	= Gaya tekan yang diberikan tulangan, (N).
d	= Tinggi efektif penampang balok, (mm).
d_s'	= Jarak antara pusat berat tulangan tarik pada baris paling dalam dan tepi serat beton tekan, (mm).
f'_c	= kuat tekan beton (MPa).
f_y	= kuat leleh baja tulangan (MPa).
f_y	= Tegangan tarik baja tulangan pada saat leleh, (MPa).
f_{kap}	= Tegangan tarik maksimal baja tulangan, (MPa).
M_u	= momen perlu akibat pembebanan (Nmm).
β_1	= Faktor pembentuk tegangan beton persegi ekuivalen.
ϕ_o	= <i>Over strength factor</i> , sebesar 1,25 sampai dengan 1,40.
γ_c	= berat jenis beton (kg/cm ³).

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran IV. 1. Pemeriksaan kandungan lumpur dalam pasir	L-1
Lampiran IV. 2. Pemeriksaan kandungan zat organik pasir	L-2
Lampiran IV. 3. Pemeriksaan <i>Saturated Surface Dry</i> (SSD) pasir	L-3
Lampiran IV. 4. Pemeriksaan berat jenis agregat halus	L-4
Lampiran IV. 5. Pemeriksaan gradasi pasir	L-5
Lampiran IV. 6. Pemeriksaan berat jenis agregat kasar	L-6
Lampiran IV. 7. Pemeriksaan gradasi agregat kasar	L-7
Lampiran IV. 8. Pemeriksaan keausan agregat kasar (batu pecah)	L-8
Lampiran IV. 9. Pengujian kuat tarik baja	L-9
Lampiran IV. 10. Pengujian kuat tarik kawat galvanis	L-10
Lampiran IV. 11. Pemeriksaan test <i>slump</i>	L-11
Lampiran IV. 12. Pengujian berat jenis silinder beton	L-12
Lampiran IV. 13. Pengujian kuat tekan beton	L-13
Lampiran IV. 14. Pengujian momen lentur balok beton bertulang Tanpa perkuatan	L-14
Lampiran IV. 15. Pengujian momen lentur balok beton bertulang dengan perkuatan kawat galvanis	L-15

ABSTRAKSI

TINJAUAN KUAT LENTUR BALOK BETON BERTULANG DENGAN PENAMBAHAN KAWAT YANG DIPASANG LONGITUDINAL DI BAGIAN TULANGAN TARIK

Beton bertulang sebagai elemen balok umumnya diberi tulangan memanjang (tulangan lentur) dan tulangan sengkang (tulangan geser). Tulangan lentur untuk menahan beban momen lentur yang terjadi pada balok, sedangkan tulangan geser untuk menahan beban gaya geser. Balok sebagai elemen struktur yang sekarang dijumpai, dalam aplikasi di lapangan merupakan elemen yang cukup besar peranannya dalam memikul beban, terutama untuk memikul beban lentur. Oleh karena itu, untuk mengatasi hal tersebut perlu dibuat jalan keluar, yaitu dengan pengembangan pembuatan balok beton bertulang dengan penambahan kawat galvanis yang dipasang longitudinal di bagian tulangan tarik. Kawat galvanis mempunyai kelenturan dan keuletan yang cukup tinggi, sehingga tepat bila digunakan untuk meningkatkan momen lentur balok beton bertulang tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besar dan kenaikan momen lentur balok beton bertulang baja biasa dan balok beton bertulang baja dengan penambahan kawat galvanis yang dipasang longitudinal dibagian tulangan tarik. Pada penelitian yang diajukan ini, tulangan balok (pada tulangan tarik) perlu diperkuat dengan kawat galvanis yang dipasang longitudinal untuk menambah momen lentur balok tersebut. Bahan yang digunakan dalam penelitian balok beton bertulang ini adalah pasir, semen, kerikil, air, tulangan baja dan kawat galvanis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa $M_{kap, uji}$ rata-rata balok beton bertulang baja biasa sebesar 11,917 kN.m, sedangkan $M_{kap, teori}$ rata-rata balok beton bertulang baja sebesar 12,351 kN.m. Dengan demikian besarnya momen kapasitas secara pengujian adalah 3,64 % dari momen kapasitas secara teori. $M_{kap, uji}$ rata-rata dengan penambahan kawat berdiameter 1,02 mm yang dipasang longitudinal dibagian tulangan tarik diperoleh berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan sebesar 16,521 kN.m. $M_{kap, uji}$ rata-rata dengan penambahan kawat berdiameter 1,29 mm yang dipasang longitudinal dibagian tulangan tarik diperoleh berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan sebesar 18,265 kN.m. $M_{kap, uji}$ rata-rata dengan penambahan kawat berdiameter 1,63 mm yang dipasang longitudinal dibagian tulangan tarik diperoleh berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan sebesar 19,101 kN.m. Sehingga selalu ada peningkatan momen lentur tiap penambahan kawat.

Kata kunci : balok beton bertulang, kawat galvanis, momen kapasitas balok