

**TINJAUAN KUAT LENTUR BALOK BETON BERTULANG BAJA
DENGAN PENAMBAHAN KAWAT YANG DIPASANG DIAGONAL
DI TENGAH TULANGAN SENGGANG**

Tugas Akhir

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil



diajukan oleh :

NOVA IRAWAN

NIM : D 100 090 044

NIRM : 09 6 106 03010 50044

kepada

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

2014

**TINJAUAN KUAT LENTUR BALOK BETON BERTULANG BAJA
DENGAN PENAMBAHAN KAWAT YANG DIPASANG DIAGONAL
DI TENGAH TULANGAN SENKANG**

Diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran
Tugas akhir di hadapan Dewan Penguji
Pada Tanggal 10 September 2014

diajukan oleh :

NOVA IRAWAN
NIM : D 100 090 044
NIRM : 09 6 106 03010 50044

Susunan Dewan Penguji:

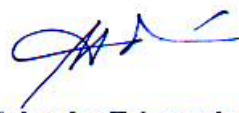
Pembimbing Utama


Basuki, S.T., M.T.
NIK : 783

Pembimbing Pendamping



Muhammad Ujianto, ST., M.T.
NIK : 728

Anggota


Ir. Suhendro Trinugroho, M.T.
NIP : 732

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil
Surakarta, 10 September 2014

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.
NIK : 682

Ketua Jurusan Teknik Sipil



M. Solikhin, S.T., M.T., Ph.D.
NIK : 792



**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

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

**TINJAUAN KUAT LENTUR BALOK BETON BERTULANG BAJA
DENGAN PENAMBAHAN KAWAT YANG DIPASANG DIAGONAL
DI TENGAH TULANGAN SENKANG**

Dan diajukan untuk diuji pada tanggal 10 September 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 di atas, baik sengaja maupun tidak dengan ini saya menyatakan menarik Tugas Akhir yang saya ajukan sebagai hasil tulisan saya sendiri ini. Demikian untuk menjadikan periksa.

Surakarta, 17 September 2014
Yang membuat pernyataan

Nova Irawan

PRAKATA

Assalaamu'alaikum Wr Wb.

Alhamdulillah, segala puji syukur dipanjatkan kehadirat Allah S.W.T atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penyusunan Tugas Akhir dapat diselesaikan. Tugas Akhir ini disusun guna melengkapi persyaratan untuk menyelesaikan program studi S1 pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta. Dengan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

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

- 1) Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T., PhD. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 2) Bapak Mochamad Solikihin, S.T., M.T., PhD. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 3) Bapak Basuki, S.T, M.T., selaku Pembimbing Utama sekaligus sebagai Ketua Dewan Penguji, yang memberikan bimbingan dan pengarahan hingga selesainya Tugas Akhir ini.
- 4) Bapak Muhammad Ujjianto, S.T, M.T., selaku Pembimbing Pendamping sekaligus sebagai Sekretaris Dewan Penguji, yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan dan nasehatnya.
- 5) Bapak Ir. Suhendro Trinugroho, M.T. selaku Anggota Dewan Penguji, yang telah memberikan arahan serta bimbingan.
- 6) Bapak Ir. Suhendro Trinugroho, M.T. selaku Pembimbing Akademik, yang telah memberi arahan.
- 7) Bapak-bapak dan ibu-ibu dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta terimakasih atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan.

- 8) Ibu dan bapak yang tercinta terimakasih atas doa dan nasehatnya, sehingga saya mampu menjalani semua ini.
- 9) Adik dan kakakku yang tercinta, yang juga selalu mendoakanku selama ini.
- 10) Segenap Jajaran Civitas Akademik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 11) 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, September 2014

Penyusun

Motto

Jangan pernah untuk menyerah, dan jangan takut karena gagal karena kegagalan adalah bagian dari keberhasilan, karena satu kegagalan adalah 99% menuju keberhasilan

.....(Guntur collection's)

Pilihlah sesuatu menurut hati nuranimu karena pilihan itu akan menemanimu hingga akhir hayatmu

.....(Guntur collection's)

Kita menilai diri dari apa yang kita pikir bisa kita lakukan, padahal orang lain menilai kita dari apa yang sudah kita lakukan. Untuk itu apabila anda berpikir bisa, segeralah lakukan

Jika anda sedang benar, jangan terlalu berani dan bila anda sedang takut, jangan terlalu takut. Karena keseimbangan sikap adalah penentu ketepatan perjalanan kesuksesan anda

Orang-orang yang berhenti belajar akan menjadi pemilik masa lalu. Orang-orang yang masih terus belajar, akan menjadi pemilik masa depan

Keinginan manusia itu sebenarnya seperti poin-poin kecil yang dibawanya dalam sebuah kantong. Semakin banyak yang dimilikinya akan semakin berat bawaannya.

Berpikir rendah adalah orang yang membicarakan kejelekan orang lain, berpikir sempit adalah orang yang hanya membicarakan fakta dan berpikir besar adalah orang yang membicarakan gagasan.

PERSEMBAHAN



Setelah engkau berkorban demi diriku. Kini saatnya kupersembahkan karyaku buat dirimu.
Inilah jerih payah perjuanganku... Diriku sadar, Semua ini berkat motivasi dan doa' mu...
Serta ridho dari ALLAH SWT, tanpa ridhonya semua akan sia-sia.

Karya ini kupersembahkan untuk :

➤ Teruntuk : Allah S.W.T.

Yang telah meridhokan karya ini untukku dan terimakasih atas semua karunia...MU.

➤ Teruntuk : Bapak dan Ibu

Masih tersimpan didalam memori setiap nasehatmu

Nasehatmu tidak hanya kudengar, tetapi sebagai inspirasi serta motivasi buatku

Ayah dan Ibu setiap petuahmu akan ku ingat selalu seiring detak jantungku

Ayah dan Ibu atas doamulah ananda dapat menghadapi rintangan ini

Maafkan ananda, hanya ucapan terima kasihlah yang bisa ananda berikan

Akan ananda ingat slalu bahwa perjalanan ananda masih panjang

➤ Teruntuk : Dosen-dosen Pembimbing TA,

serta Bapak-bapak dan Ibu-ibu dosen Teknik Sipil UMS.

Yang memberikan bimbingan dan pengarahan hingga selesainya Tugas Akhir ini.

➤ Teruntuk : Keluarga besarku

Aku telah berusaha memberikan yang terbaik untuk keluargaku.

➤ Teruntuk : Teman-teman yang telah membantu dalam penyelesaian karyaku ini.

✓ Teman-teman sipil angkatan 2009

Selama 4 tahun kita bersama memberiku suatu pelajaran berharga yang tak ternilai,
terimakasih.....

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GRAFIK	xv
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
ABSTRAKSI	xviii
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. Kuat Beton terhadap Gaya Tekan	6
D. Kuat Beton terhadap Gaya Tarik	7
E. Kuat Lentur Balok	7
F. Bahan Pengganti Tulangan Baja	8

BAB III LANDASAN TEORI	9
A. Umum.....	9
B. Bahan Penyusun Beton.....	9
1. Semen <i>Portland</i>	9
2. Agregat.....	11
3. Air	14
C. Pengujian Tarik Baja dan Kawat.....	14
D. Pengujian Beton.....	15
1. Kuat tekan beton	15
2. Kuat lentur balok beton.....	16
3. Momen kapasitas balok persegi	17
BAB IV METODE PENELITIAN	19
A. Bahan Penelitian	19
B. Peralatan Penelitian	20
C. Tahap Penelitian	29
1. Pemeriksaan bahan.....	31
2. Perhitungan rencana campuran.....	38
3. Hasil perhitungan campuran adukan beton.....	39
4. Jumlah kebutuhan bahan.....	40
5. Pembutan benda uji	40
6. Pemeriksaan berat jenis beton	44
7. Pengujian kuat tekan beton	44
8. Pengujian kuat tarik baja tulangan dan kawat galvanis	45
9. Pembuatan rangkaian tulanga baja dengan kawat.....	47
10. Pengujian kuat lentur balok beton bertulang.....	47
D. Analisis Data.....	50

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	51
1. Pengujian kualitas agregat halus.....	51
2. Pengujian kualitas agregat kasar.....	53
3. Pengujian gradasi agregat	54
4. Adukan beton.....	56
5. Pengujian kuat tarik tulangan	58
6. Pengujian kuat lentur balok	62
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	71
A. Kesimpulan	71
B. Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar III.1. Pengujian kuat tarik baja dan kawat galvanis	15
Gambar III.2. Pengujian kuat tekan beton	16
Gambar III.3. Pengujian kuat lentur balok.....	16
Gambar IV.1. Bahan-bahan penelitian	20
Gambar IV.2. Satu set ayakan	21
Gambar IV.3. Timbangan	22
Gambar IV.4. Gelas ukur	22
Gambar IV.5. Kerucut <i>conus</i>	23
Gambar IV.6. <i>Oven</i>	23
Gambar IV.7. <i>Desicator</i>	24
Gambar IV.8. <i>Volumetric flash</i>	24
Gambar IV.9. Mesin uji <i>Los Angeles</i>	24
Gambar IV.10. Bak penampung adukan beton	25
Gambar IV.11. <i>Molen</i>	25
Gambar IV.12. Kerucut <i>abram's</i>	26
Gambar IV.13. Cetakan beton silinder	26
Gambar IV.14. <i>Bekesting</i>	27
Gambar IV.15. Kawat pengikat	27
Gambar IV.16. Mesin uji kuat tekan beton	28
Gambar IV.17. UTM, Alat uji tarik baja tulangan.....	28
Gambar IV.18. Mesin uji lentur balok beton bertulang	28
Gambar IV.19. Peralatan penunjang lain	29
Gambar IV.20. Bagan alir penelitian	30
Gambar IV.21. Pemeriksaan zat organik dalam pasir	32
Gambar IV.22. Pemeriksaan kadar lumpur dalam pasir	33
Gambar IV.23. Pemeriksaan <i>specific gravity</i> dan absorpsi pasir	34
Gambar IV.24. Pemeriksaan <i>Saturated Surface Dry</i> pasir	35
Gambar IV.25. Pemeriksaan gradasi pasir	36

Gambar IV.26. Pemeriksaan keausan batu pecah	37
Gambar IV.27. Pengujian kuat tekan beton	45
Gambar IV.28. Pengujian kuat tarik baja dan kawat galvanis	46
Gambar IV.29. Contoh pemasangan tulangan pada benda uji balok	47
Gambar IV.30. Pengujian kuat lentur balok	49
Gambar V.1. Alat Thickness Gauge	54
Gambar V.2. Hasil <i>Test Slump</i>	57
Gambar V.3. Benda uji silinder beton sebelum dan sesudah ditekan	58
Gambar V.4. Uji kuat tarik tulangan baja 8 mm.....	59
Gambar V.5. Uji kuat tarik tulangan baja 6 mm.....	59
Gambar V.6. Uji kuat tarik kawat 1,63 mm.....	60
Gambar V.7. Uji kuat tarik kawat 1,29 mm.....	61
Gambar V.8. Uji kuat tarik kawat 1,02 mm.....	61
Gambar V.9. Uji kuat lentur balok beton bertulang baja	62
Gambar V.10. Uji kuat lentur balok beton bertulang dengan penambahan kawat 1,63 mm.....	63
Gambar V.11. Uji kuat lentur balok beton bertulang dengan penambahan kawat 1,29 mm.....	64
Gambar V.12. Uji kuat lentur balok beton bertulang dengan penambahan kawat 1,02 mm.....	65

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel III.1. Komposisi bahan utama semen (Tjokrodimuljo, 1996).....	10
Tabel III.2. Gradasi agregat halus (Departemen Pekerjaan Umum, 1990).....	12
Tabel III.3. Gradasi agregat kasar (Departemen Pekerjaan Umum, 1990).....	13
Tabel IV.1. Kebutuhan campuran tiap benda uji	40
Tabel IV.2. Kebutuhan bahan benda uji	40
Tabel V.1. Pengujian terhadap kandungan bahan organik	51
Tabel V.2. Data pengujian <i>Saturated Surface Dry</i>	51
Tabel V.3. Pemeriksaan berat jenis agregat halus.....	52
Tabel V.4. Pengujian kandungan lumpur pada pasir	52
Tabel V.5. Penelitian keausan agregat kasar.....	53
Tabel V.6. Pemeriksaan berat jenis agregat kasar.....	53
Tabel V.7. Perhitungan presentase kumulatif berat pasir kotor	54
Tabel V.8. Perhitungan presentase kumulatif berat kerikil loos	55
Tabel V.9. Nilai <i>Slump</i> untuk berbagai adukan beton (PBI 1971).....	56
Tabel V.10. Nilai <i>Slump</i> penelitian ini.....	57
Tabel V.11. Berat jenis silinder beton normal	57
Tabel V.12. Perhitungan kuat tekan beton normal.....	58
Tabel V.13. Pengujian tulangan tarik baja 8 mm.....	58
Tabel V.14. Pengujian tulangan tarik baja 6 mm.....	59
Tabel V.15. Pengujian tulangan tarik kawat 1,63 mm.....	60
Tabel V.16. Pengujian tulangan tarik kawat 1,29 mm.....	60
Tabel V.17. Pengujian tulangan tarik kawat 1,02 mm.....	61
Tabel V.18. Momen kapasitas balok beton bertulang baja (pengujian).....	62
Tabel V.19. Momen kapasitas balok beton bertulang baja (analitis)	62
Tabel V.20. Momen kapasitas balok beton bertulang dengan penambahan kawat 1,63 mm (pengujian)	63

Tabel V.21. Momen kapasitas balok beton bertulang dengan penambahan kawat 1,63 mm (analitis)	63
Tabel V.22. Momen kapasitas balok beton bertulang dengan penambahan kawat 1,29 mm (pengujian)	64
Tabel V.23. Momen kapasitas balok beton bertulang dengan penambahan kawat 1,29 mm (analitis)	65
Tabel V.24. Momen kapasitas balok beton bertulang dengan penambahan kawat 1,02 mm (pengujian)	65
Tabel V.25. Momen kapasitas balok beton bertulang dengan penambahan kawat 1,02 mm (analitis)	66
Tabel V.26. Presentase kenaikan kuat lentur balok beton secara pengujian	70

DAFTAR GRAFIK

	Halaman
Grafik V.1. Hubungan Ukuran Ayakan dengan Persentase Kumulatif	
Lolos Saringan Agregat Halus	55
Grafik V.2. Hubungan Ukuran Ayakan dengan Persentase Kumulatif	
Lolos Saringan Agregat Kasar	56
Grafik V.3. Perbandingan momen kapasitas pengujian dan teoritis	68
Grafik V.4. Perbandingan momen kapasitas balok normal dan balok dengan penambahan kawat	69

DAFTAR NOTASI

- A = Luas permukaan benda uji yang tertekan, (mm^2).
- A_s = Luas penampang batang tulangan (mm^2).
- A'_s = Luas longitudinal tarik, (mm^2).
- C_c = Gaya tekan beton, (N).
- \emptyset = Diameter tulangan baja, (mm).
- d = Tinggi efektif penampang balok (mm).
- d_s' = Jarak antara pusat berat tulangan tarik pada baris paling dalam dan tepi serat beton tekan.
- f'_c = Kuat tekan beton (MPa).
- f_y = Kuat leleh baja tulangan (MPa).
- h = Tinggi balok, (mm).
- b = Lebar balok, (mm).
- L = Jarak antar tumpuan, (mm).
- M_n = Momen nominal balok (kN.m).
- M_{maks} = Momen maksimum balok (kN.m).
- P_{maks} = Beban retak maksimum, (kN).
- q = Berat sendiri beton, (kN/mm).
- β_1 = Faktor pembentuk tegangan beton persegi ekuvalen (0,85).
- γ_c = Berat jenis beton (Ton/m^3).

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran L.1. Pemeriksaan kandungan organik.....	L-1
Lampiran L.2. Pemeriksaan kandungan lumpur pada pasir	L-2
Lampiran L. 3. Pemeriksaan berat jenis agregat halus.....	L-3
Lampiran L. 4. Pemeriksaan <i>Saturated Surface Dry</i> (SSD) pasir.....	L-4
Lampiran L. 5. Pengujian gradasi pasir	L-5
Lampiran L. 6. Pengujian keausan agregat kasar.....	L-6
Lampiran L. 7. Pemeriksaan berat jenis agregat kasar.....	L-7
Lampiran L. 8. Pemeriksaan gradasi agregat kasar.....	L-8
Lampiran L. 9. Campuran adukan beton dan <i>test slump</i>	L-9
Lampiran L. 10. Pengujian berat jenis silinder beton	L-10
Lampiran L. 11. Pengujian kuat tekan beton	L-11
Lampiran L. 12. Pengujian kuat tarik baja.....	L-13
Lampiran L. 13. Pengujian kuat tarik kawat galvanis.....	L-13
Lampiran L. 14. Pengujian momen lentur pada balok beton bertulang biasa	L-14
Lampiran L. 15. Pengujian momen lentur pada balok beton bertulang dengan penambahan kawat galvanis	L-15
Lampiran L. 16. Analisis perhitungan.....	L-17
Lampiran L. 17. Gambar-gambar penelitian	L-22

**TINJAUAN KUAT LENTUR BALOK BETON BERTULANG BAJA
DENGAN PENAMBAHAN KAWAT YANG DIPASANG DIAGONAL
DI TENGAH TULANGAN SENGGANG**

ABSTRAKSI

Beton bertulang sebagai elemen balok umumnya diberi tulangan memanjang (lentur) dan tulangan sengkang (geser). Tulangan lentur untuk menahan pembebanan momen lentur yang terjadi pada balok, sedangkan tulangan geser untuk menahan pembebanan gaya geser. Pada waktu tertentu kekuatan suatu beton bertulang sangat mempengaruhi manfaat dari suatu bangunan yang ada. Oleh karena itu, untuk mengatasi hal tersebut perlu dibuat jalan keluar yaitu dengan pengembangan pembuatan balok beton bertulangan dengan penambahan kawat yang dipasang diagonal pada tulangan geser. Kawat mempunyai kelenturan yang cukup tinggi, dan keuletan yang sangat bagus, sehingga tepat bila menggunakan kawat untuk meningkatkan kekuatan balok beton tersebut. Perencanaan campuran beton dengan menggunakan metode SK.SNI.T-15-1990-03 yang menghasilkan $f'c = 18,744$ MPa. Faktor air semen (f.a.s) yang digunakan adalah 0,5. Tujuan dari penelitian ini adalah: untuk membandingkan kuat lentur balok beton bertulangan baja normal dengan balok beton bertulangan baja dengan penambahan kawat yang dipasang diagonal di tengah tulangan sengkang, dan untuk mengetahui perbedaan kuat lentur balok beton bertulang secara pengujian dengan kuat lentur balok beton bertulang secara analisis. Dalam penelitian ini, kawat yang digunakan adalah kawat galvanis dengan ukuran $\phi 1,02$ mm, $\phi 1,29$ mm dan $\phi 1,63$ mm. Metode penelitian ini ada beberapa tahap. Tahap pertama yaitu persiapan alat dan bahan. Tahap kedua meliputi: pemeriksaan bahan, perencanaan campuran dan pembuatan adukan beton. Tahap ketiga yaitu pembuatan benda uji dan perawatan. Tahap keempat yaitu pengujian kuat tekan beton dan kuat lentur balok. Tahap kelima yaitu analisa data, pembahasan dan kesimpulan. Hasil dari penelitian ini adalah: momen kapasitas balok beton bertulang baja normal 10,408 kN.m, momen kapasitas balok beton bertulang baja dengan kawat $\phi 1,02$ mm 11,248 kN.m, momen kapasitas balok beton bertulang baja dengan kawat $\phi 1,29$ mm 12,276 kN.m, momen kapasitas balok beton bertulang baja dengan kawat $\phi 1,63$ mm 12,501 kN.m. Hasil momen kapasitas secara analitis balok beton bertulang baja biasa 9,809 kN.m, momen kapasitas balok beton bertulang baja dengan kawat $\phi 1,02$ mm 10,199 kN.m, momen kapasitas balok beton bertulang baja dengan kawat $\phi 1,29$ mm 10,206 kN.m, momen kapasitas balok beton bertulang baja dengan kawat $\phi 1,63$ mm 10,208 kN.m.

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