

PERKUATAN GESER BALOK BETON BERTULANG MENGUNAKAN BAJA STRIP

Laporan Tugas Akhir
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :

ALBERTUS CENDRA TRISULA
NPM : 14 02 15303



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2018**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul:

PERKUATAN GESER BALOK BETON BERTULANG MENGUNAKAN BAJA STRIP

Benar – benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, 18 April 2018

Yang membuat pernyataan



(Albertus Cendra Trisula)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PERKUATAN GESER BALOK BETON BERTULANG MENGUNAKAN BAJA STRIP

Oleh :

ALBERTUS CENDRA TRISULA

NPM. : 14 02 15303

Telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, 18 April 2018

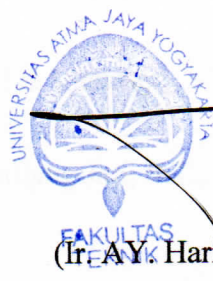
Pembimbing

(Anggun Tri Atmajayanti, S.T., M.Eng.)

Disahkan oleh:

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



(Ir. AY. Hariyanto S, M.Eng., Ph.D.)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PERKUATAN GESER BALOK BETON BERTULANG MENGUNAKAN BAJA STRIP



Oleh :

ALBERTUS CENDRA TRISULA

NPM. : 14 02 15303

Telah diuji dan disetujui oleh

Nama	Tanda tangan	Tanggal
Ketua : Anggun Tri Atmajayanti, S.T., M.Eng.		18 / 4 2018
Sekretaris : Angelina Eva Lianasari, S.T., M.T.		18 / 4 - 2018
Anggota : Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng.		18 / 4 2018

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmatNya yang selalu menyertai sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Adapun tujuan penulisan Tugas Akhir dengan judul “PERKUATAN GESER BALOK BETON BERTULANG MENGGUNAKAN BAJA STRIP” adalah sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan tinggi Program Strata-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Dalam menyusun Laporan Tugas Akhir ini penulis telah mendapat banyak bimbingan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan syukur dan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, antara lain :

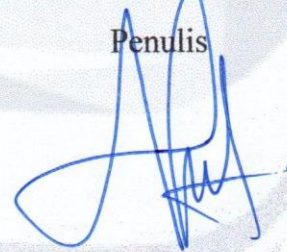
1. Ibu Sushardjanti Felasari, S.T., M.Sc., CAED., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta;
2. Bapak Ir. AY. Harijanto S, M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta;
3. Ibu Anggun Tri Atmajayanti, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing yang telah sabar dalam memberikan pengarahan dan bimbingan kepada penulis dalam menyusun dan menyelesaikan tugas akhir ini;
4. Seluruh Dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mendidik dan mengajar untuk memberikan ilmunya kepada penulis;
5. V. Sukaryanta selaku Staff Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan yang telah banyak membantu memberikan petunjuk dan arahan dalam pelaksanaan tugas akhir ini;
6. Sang buah hati Carson dan Caryn serta istri tercinta Ebistola yang selalu memberikan doa, dukungan, dan semangat yang luar biasa;
7. Keluarga tercinta Bapak Supardi, Mamak Suminah, Kak Alit, Kak Berty, Dinda dan Vian yang selalu memberikan doa, dukungan;

8. Sahabat dekat Dian, Abbi, Yoga, Michael, Vito, Wawan, Alfa, Heribertus, Sunu, Gerry, Nicko dan teman-teman Kelas C yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama pelaksanaan tugas akhir;
9. Ronald, Wahu, Rafa, Martin, Natako, Femi, Elsy, Tamara, Reka dan teman-teman KKN yang memberikan dukungan dan semangat;
10. Semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan masukan berupa kritik dan saran yang membangun. Semoga Laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penulis dan bagi semua pihak yang membaca laporan ini.

Yogyakarta, 18 April 2018

Penulis



ALBERTUS CENDRA TRISULA

NPM : 14 02 15303

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xii
INTISARI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Keaslian Tugas Akhir	4
1.5 Manfaat Tugas Akhir.....	5
1.6 Tujuan Tugas Akhir.....	5
1.7 Lokasi Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
Perkuatan Geser Pada Balok Menggunakan Pelat Baja	6
BAB III LANDASAN TEORI.....	8
3.1 Beton	8
3.2 Kuat Tekan Beton.....	8
3.3 Gaya Geser	9
3.4 Kuat Geser Sumbangan Beton.....	11
3.5 Kuat Geser Sumbangan Sengkang	11
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN.....	12
4.1 Umum	12
4.2 Kerangka Penelitian.....	12
4.3 Tahap Persiapan	13
4.3.1 Perhitungan Kebutuhan Bahan	13
4.3.2 Pengumpulan Bahan	14
4.3.3 Peralatan Penelitian	15
4.4 Tahap Pengujian Bahan.....	18
4.4.1 Pengujian Agregat Halus	18
4.4.2 Pengujian Agregat Kasar	23
4.4.3 Pengujian Baja Tulangan.....	28
4.4.4 Pengujian Baja Strip	29

4.5	Tahap Pembuatan Benda Uji	30
4.5.1	Pembuatan <i>Mix Design</i>	31
4.5.2	Pembuatan Bekisting	32
4.5.3	Perakitan Tulangan	32
4.5.4	Pengecoran Benda Uji	32
4.5.5	Pemasangan Baja Strip	33
4.6	Tahap Perawatan Benda Uji	34
4.7	Tahap Pengujian Benda Uji	35
4.7.1	Pengujian Silinder Beton	35
4.7.2	Pengujian Balok Beton	35
4.7.3	Pengujian <i>Mortar</i>	37
4.8	Tahap Analisis Data	38
BAB V	HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN	39
5.1	Pengujian Bahan	39
5.1.1	Pengujian Agregat Halus	39
5.1.2	Pengujian Agregat Kasar	39
5.1.3	Pengujian Kuat Tarik Tulangan Baja	40
5.1.4	Pengujian Kuat Tarik Baja Strip	41
5.2	Pengujian <i>Slump</i>	41
5.3	Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton	42
5.4	Pengujian Kuat Tekan Mortar	43
5.5	Hasil Pengujian Kuat Geser Balok	43
5.6	Grafik Hubungan Beban dan Defleksi Balok	46
5.7	Pola dan Jenis Retak Balok	47
5.7.1	Pola Retak Balok BN1	48
5.7.2	Pola Retak Balok BPA2	49
5.7.3	Pola Retak Balok BPB1	50
5.7.4	Pola Retak Balok BPB2	51
5.8	Hambatan Pelaksanaan	52
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	53
6.1	Kesimpulan	53
6.2	Saran	54
	DAFTAR PUSTAKA	55
	LAMPIRAN	56

DAFTAR TABEL

Tabel 5.1	Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja Polos	40
Tabel 5.2	Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja Strip	41
Tabel 5.3	Hasil Pengujian <i>Slump</i>	42
Tabel 5.4	Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton	42
Tabel 5.5	Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar	43
Tabel 5.6	Perbandingan Beban Maksimum Balok Normal Dengan Balok Perkuatan	44
Tabel 5.7	Hubungan Beban dan Defleksi Pengujian Balok.....	47



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Benda Uji Kuat Tekan Beton	9
Gambar 3.2	Diagram Gaya dan Momen Akibat Pembebanan pada Balok.	10
Gambar 4.1	<i>Flow Chart</i> Pelaksanaan Penelitian.....	13
Gambar 4.2	Baja Strip.....	14
Gambar 4.3	Baut <i>Dynabolt M8</i>	15
Gambar 4.4	Mesin <i>Los Angeles Abrasion</i>	16
Gambar 4.5	Mesin Universal Testing Machine	16
Gambar 4.6	Mesin Compression Testing Machine.....	17
Gambar 4.7	<i>Loading Frame</i>	17
Gambar 4.8	<i>Hydraulic Jack</i>	18
Gambar 4.9	<i>Transfer Beam</i>	18
Gambar 4.10	Sampel Benda Uji Baja Strip	30
Gambar 4.11	Benda Uji Balok	31
Gambar 4.12	Detail Potongan A	31
Gambar 4.13	Pemasangan Baja Strip Posisi Lurus BPA	33
Gambar 4.14	Pemasangan Baja Strip Posisi Miring BPB	34
Gambar 4.15	Detail Potongan C	34
Gambar 4.16	Posisi Baut Pada Baja Strip.....	34
Gambar 4.17	<i>Setting</i> Alat Pengujian Kuat Geser Balok	37
Gambar 5.1	Pengujian Kuat Tarik Baja Strip	41
Gambar 5.2	Grafik Perbandingan Beban Maksimum Balok	45
Gambar 5.3	Grafik Hubungan Beban dan Defleksi Balok.....	46
Gambar 5.4	Keruntuhan Balok BN1	48
Gambar 5.5	Pola Retak Balok BN1 (tampak kanan)	48
Gambar 5.6	Pola Retak Balok BN1 (tampak kiri)	48
Gambar 5.7	Keruntuhan Balok BPA2.....	49
Gambar 5.8	Pola Retak Balok BPA2 (tampak kanan)	49
Gambar 5.9	Pola Retak Balok BPA2 (tampak kiri)	49
Gambar 5.10	Keruntuhan Balok BPB1	50
Gambar 5.11	Pola Retak Balok BPB1 (tampak kanan)	50
Gambar 5.12	Pola Retak Balok BPB1 (tampak kiri)	50
Gambar 5.13	Keruntuhan Balok BPB2.....	51
Gambar 5.14	Pola Retak Balok BPB2 (tampak kanan)	51
Gambar 5.15	Pola Retak Balok BPB2 (tampak kiri)	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Pemeriksaan Gradasi Besar Butiran Pasir	57
Lampiran 2	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Pasir	58
Lampiran 3	Pemeriksaan Kandungan Lumpur Dalam Pasir	59
Lampiran 4	Pemeriksaan Kandungan Zat Organik Dalam Pasir	60
Lampiran 5	Pemeriksaan Gradasi Besar Butiran <i>Split</i>	61
Lampiran 6	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan <i>Split</i>	62
Lampiran 7	Pemeriksaan Kandungan Lumpur Dalam <i>Split</i>	63
Lampiran 8	Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar	64
Lampiran 9	Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja Polos	65
Lampiran 10	Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja Strip	66
Lampiran 11	Cara Perhitungan <i>Mix Design</i> Beton Normal	67
Lampiran 12	Cara Perhitungan <i>Mix Design</i> Mortar	71
Lampiran 13	Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton	73
Lampiran 14	Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar	74
Lampiran 15	Analisis Perhitungan Balok	75
Lampiran 16	Analisis Kekuatan Geser Balok	82
Lampiran 17	Data Hasil Pengujian Perkuatan Geser Balok Beton Bertulang Dengan Baja Strip	88
Lampiran 18	Dokumentasi Penelitian	96

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN



a	= tinggi balok tegangan beton ekuivalen
A	= luas penampang benda uji (mm^2)
A_s	= luas tulangan tarik (mm^2)
A_v	= luas penampang sengkang (mm^2)
b	= lebar balok (mm)
BN	= Balok Normal
BPA	= Balok Perkuatan A
BPB	= Balok Perkuatan B
c	= jarak sumbu netral penampang keserat paling tertekan
C_c	= gaya tekan beton (N)
d	= tinggi efektif balok (mm)
E	= modulus elastis
E_c	= modulus elastis beton
E_s	= modulus elastis baja
f_{yt}	= tegangan luluh sengkang (MPa)
f'_c	= kuat tekan beton (MPa)
f_r	= tegangan lentur
F_y	= tegangan leleh (MPa)
F_u	= tegangan ultimit (MPa)
h	= tinggi balok
I	= momen inersia dari penampang (mm^4)
lu	= panjang balok
L	= bentang balok (mm)
M	= momen
M_{cr}	= momen retak dari beton
M_n	= momen nominal (Nmm)
M_u	= momen ultimate (Nmm)
P	= beban tekan (N)
Q	= momen statis dari bagian balok yang tergeser, terhadap garis netral (mm^3)



s	= jarak antar sengkang (mm)
T_s	= gaya tarik pada baja
v	= tegangan geser
V	= gaya geser (N)
V_c	= kuat geser sumbangan beton (N)
V_D	= gaya geser akibat beban mati
V_L	= gaya geser akibat beban hidup
V_n	= kuat geser nominal (N)
V_s	= kuat geser sumbangan sengkang (N)
V_u	= gaya geser yang terjadi akibat beban luar terfaktor
y	= tegangan geser
y	= jarak antara titik berat desak beton ke titik berat tarik beton
Δ	= lendutan, defleksi
β_1	= konstanta yang merupakan fungsi dari kuat tekan beton
ϕ	= faktor reduksi kekuatan yang nilainya 0,75

INTISARI

PERKUATAN GESER BALOK BETON BERTULANG MENGGUNAKAN BAJA STRIP, Albertus Cendra Trisula, NPM 14.02.15303, tahun 2018, Bidang Perminatn Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Berjalan dengan seiring waktu, banyak bangunan mengalami alih fungsi. Perubahan alih fungsi bangunan dengan penambahan beban yang melebihi kapasitas daya dukung, dapat berdampak pada kerusakan struktur. Salah satu kerusakan yang terjadi yaitu kegagalan geser pada balok, dimana balok beton bertulang tidak mampu lagi menahan tegangan geser yang terjadi. Untuk menghindari kerusakan struktur tersebut perlu dilakukan perbaikan. Salah satu metode yang dilakukan dalam memperkuat struktur balok yaitu dengan melakukan perkuatan eksternal pada struktur balok.

Pada tugas akhir ini, benda uji berupa balok normal dan balok yang diberi perkuatan baja strip. Balok terbuat dari beton normal dengan dimensi 125 mm x 250 mm dengan panjang bersih 1800 mm. Variasi pada penelitian ini menggunakan tulangan tarik dengan diameter ukuran 10 mm dan tulangan sengkang ukuran 6 mm. Benda uji balok dibebani dengan beban terpusat dua titik pada jarak sepertiga bentang yaitu 600 mm dari masing-masing tumpuan balok. Perkuatan yang dipakai yaitu baja strip dengan ukuran 2 mm x 30 mm x 650 mm yang dipasang pada daerah tumpuan menggunakan baut *dynabolt* kemudian ditutupi *mortar*.

Hasil beban maksimum pengujian yang diperoleh pada BN1 (Balok Normal 1), BPA2 (Balok Perkuatan A 2), BPB1 (Balok Perkuatan B 1) dan BPB2 (Balok Perkuatan B 2) berturut-turut adalah 4116 kg, 4751 kg, 4989 kg dan 4909 kg. Presentase kenaikan beban maksimum BPA2, BPB1 dan BPB2 terhadap BN1 berturut-turut adalah 15,43%, 21,20% dan 19,27%. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa penggunaan baja strip mempengaruhi kekuatan pada balok beton bertulang.

Kata kunci: baja strip, balok beton bertulang, beban maksimum, perkuatan geser.