

STUDI KEKUATAN BALOK BETON MENGGUNAKAN BAJA PROFIL SIKU SEBAGAI PENGGANTI BAJA TULANGAN TARIK

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

Oleh :
TOPAN CONDRO BUWONO
NPM. : 10 02 13705



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
FEBRUARI 2014**

PERNYATAAN

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

STUDI KEKUATAN BALOK BETON MENGGUNAKAN BAJA PROFIL SIKU SEBAGAI PENGGANTI BAJA TULANGAN TARIK

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, 7 Februari 2014

Yang membuat pernyataan,



(Topan Condro Buwono)

PENGESAHAN

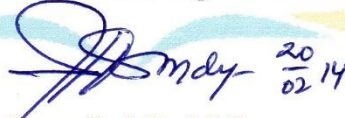
Laporan Tugas Akhir

**STUDI KEKUATAN BALOK BETON MENGGUNAKAN BAJA
PROFIL SIKU SEBAGAI PENGGANTI BAJA TULANGAN
TARIK**

Oleh :
TOPAN CONDRO BUWONO
NPM. : 10 02 13705

telah disetujui oleh Pembimbing
Yogyakarta, 7 Februari 2014

Pembimbing

 20/02/14

Siswadi, S.T., M.T.

Disahkan oleh :
Program Studi Teknik Sipil
Ketua



Januar Sudjati, S.T., M.T.

PENGESAHAN PENGUJI

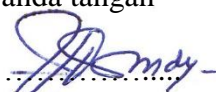

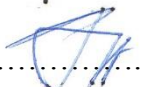
Laporan Tugas Akhir

STUDI KEKUATAN BALOK BETON MENGGUNAKAN BAJA PROFIL SIKU SEBAGAI PENGGANTI BAJA TULANGAN TARIK



Oleh :
TOPAN CONDRO BUWONO
NPM. : 10.02.13705

Telah diuji dan disetujui oleh

Nama	Tanda tangan	Tanggal
Ketua : Siswadi, S.T., M.T.		20/02-14
Sekretaris : Ir. Agt. Wahjono, M.T.		18/2-14
Anggota : Ir. Haryanto. Y.W., M.T.		18/2-14

KATA HANTAR

Puji dan Syukur penulis sampaikan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Adapun tujuan penulisan Tugas Akhir dengan judul “STUDI KEKUATAN BALOK BETON MENGGUNAKAN BAJA PROFIL SIKU SEBAGAI PENGANTI BAJA TULANGAN TARIK” adalah untuk melengkapi syarat untuk menyelesaikan jenjang pendidikan tinggi Program Strata-1 (S-1) di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Harapan penulis melalui Tugas Akhir ini adalah semakin menambah serta memperdalam ilmu pengetahuan dalam bidang Teknik Sipil baik bagi penulis maupun pihak lain.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak mungkin dapat diselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Bapak Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak J. Januar Sudjati, S.T, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya.
3. Bapak Siswadi, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah dengan sabar meluangkan waktu untuk memberikan petunjuk dan membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Ir. Haryanto YW., M.T., selaku Ketua Program Kekhususan Struktur yang telah mengajarkan penulis tentang kedisiplinan.
5. Para dosen, karyawan dan staf Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mendidik dan membagikan ilmu kepada penulis.
6. Keluarga tercinta, kedua orang tuaku, adik laki-lakiku serta kakek dan nenek, yang selalu memberi dukungan doa, kasih, perhatian, dan semangat kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

7. Teman-teman angkatan tahun 2010 yang telah memberikan semangat dukungan kepada penulis.
8. Terimakasih untuk Risky, Christian, Lisa, Vera, Sungsang, Liki, Melisa, Adrian, Anas, Yohanes, Henry, Petrus, Hanavi, Aan, Sigit, Paul, Gabriel, Dody, Dedimus, Randy, Prima, Prasetya dan Rudy yang telah membantu dari persiapan sampai pengujian.
9. Teman-teman TGA hidro, mankon, dan struktur yang telah memberikan dukungan kepada penulis.
10. Teman-teman KKN Lokasi Saptosari, khususnya anak-anak Cekel, Andri, Clara, Evani, Frans, Monica, Noni, Willy, Wira yang telah memberikan doa, semangat dan dukungan kepada penulis.
11. Teman-teman pengurus HMS UAJY yang telah memberikan dukungan kepada penulis.
12. Teman-teman UKM Tae Kwon Do UAJY, Frans, Risma, Rambu, Novi, Yudha, Jessica, Okto, Dicky, Liliana, Anggi yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.
13. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
14. Terima kasih untuk semua mahasiswa Universitas Atma Jaya baik seangkatan ataupun beda angkatan untuk kebersamaannya.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Yogyakarta, 7 Februari 2014

TOPAN CONDRO BUWONO
NPM : 10 02 13705

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iv
KATA HANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	x
INTISARI	xii
BAB I	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan 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	6
2.1 Umum.....	6
2.2 Balok.....	7
2.3 Keruntuhan Lentur.....	8
2.4 Beton.....	9
2.5 Baja.....	10
BAB III	12
3.1 Kuat Tekan Beton.....	12
3.2 Kuat Lentur Balok.....	13
3.3 Balok dengan Tulangan Tunggal.....	14
3.4 Tulangan Memanjang (longitudinal).....	16
3.5 Pengecekan Keruntuhan.....	17
3.6 Beban dan Defleksi.....	18
3.7 Kelengkungan Balok.....	20
3.8 Beban Pada Saat Retak Pertama.....	21
3.9 Beban Pada Saat Leleh Pertama.....	21
BAB IV	23
4.1 Umum.....	23
4.2 Peralatan Penelitian.....	23
4.3 Tahap Persiapan.....	30
4.4 Tahap Pemeriksaan Bahan/Material.....	30

4.5 Perencanaan Benda Uji.....	31
4.6 Pembuatan Bekisting	31
4.7 Pembuatan Benda Uji.....	31
4.8 Perawatan Benda Uji	32
4.9 Pengujian Benda Uji.....	33
BAB V	36
5.1 Pendahuluan.....	36
5.2 Hasil Pengujian Agregat	36
5.3 Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja.....	38
5.4 Pengujian Slump.....	38
5.5 Pengujian Kuat Tekan Beton	38
5.6 Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok Bertulang dengan Profil Siku sebagai Tulangan Tarik	39
5.4.1 Hubungan Beban dan Defleksi ($P-\delta$)	43
5.4.2 Hubungan Momen dan Defleksi ($M-\delta$)	44
5.4.3 Hubungan Momen dan Kelengkungan ($M-\phi$)	46
5.7 Perilaku Lentur Balok Beton Bertulang dengan Profil Siku sebagai Pengganti Tulangan Tarik	47
BAB VI	50
6.1 Kesimpulan.....	50
6.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Pengaruh Kelangsingan Balok Terhadap Ragam Keruntuhan	9
Tabel 2. 2	Tabel Mutu baja tulangan.....	11
Tabel 4. 1	Kode Benda Uji	32
Tabel 5. 1	Hasil Pengujian Slump	38
Tabel 5. 2	Hasil Kuat Desak.....	39
Tabel 5. 3	Tabel Peningkatan Kapasitas Beban Maksimum	41
Tabel 5. 4	Tegangan Tarik Beton Pada Hari Pengujian Balok	41
Tabel 5. 5	Perbandingan Beban Retak Pertama Analisis dan Pengujian	42
Tabel 5. 6	Perbandingan Beban Luluh Pertama Analiss dan Pengujian	42
Tabel 5. 7	Perbandingan Kelengkungan Pada Retak Pertama	43
Tabel 5. 8	Tabel Retak dan Beban retak	47
Tabel 5. 9	Peningkatan Kapasitas Beban Maksimum berdasarkan Beban Maksimum pada Batas Layan	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1	Pengujian Kuat Tekan Beton pada Benda Uji Silinder	13
Gambar 3. 2	Pengujian Kuat Lentur Balok (satuan dalam mm)	14
Gambar 3. 3	Distribusi tegangan dan regangan balok; (a) penampang melintang balok; (b) regangan; (c) blok regangan balok yang diasumsikan	15
Gambar 3. 4	Lendutan Balok Dipengaruhi Beban Terpusat	19
Gambar 3. 5	Kurva Hubungan Beban dan Lendutan	19
Gambar 3. 6	Lendutan Balok Tumpuan Sederhana Akibat Beban Terpusat	20
Gambar 4. 1	Mesin LAA	24
Gambar 4. 2	Saringan dan Mesin Pengayak	24
Gambar 4. 3	Loading Frame	25
Gambar 4. 4	Hidraulic Jack	25
Gambar 4. 5	Mesin Desak Beton	26
Gambar 4. 6	Mesin UTM	26
Gambar 4. 7	Mesin Adukan Beton	27
Gambar 4. 8	Timbangan Elektrik	27
Gambar 4. 9	Piknometer	28
Gambar 4. 10	Cetakan Silinder Beton	28
Gambar 4. 11	Kaliper	29
Gambar 4. 12	Bak Adukan	29
Gambar 4. 13	Kerucut Abram	30
Gambar 4. 14	Gambar penulangan balok (a), potongan A-A penampang balok (b)	32
Gambar 4. 15	Rencana Pengaturan Alat	34
Gambar 4. 16	Diagram Alir Metode Penelitian	35
Gambar 5. 1	Grafik Tegangan-Regangan Baja Profil Siku	37
Gambar 5. 2	Sketsa Pola Retak Benda Uji	40
Gambar 5. 3	Grafik Hubungan Beban Terpusat dan Defleksi ($P-\delta$)	44
Gambar 5. 4	Pembebanan Balok Beton Bertulang dengan Profil Siku sebagai Pengganti Tulangan Tarik	45
Gambar 5. 5	Grafik Hubungan dan Defleksi ($M-\delta$)	45
Gambar 5. 6	Hubungan Momen dan Kelengkungan	46

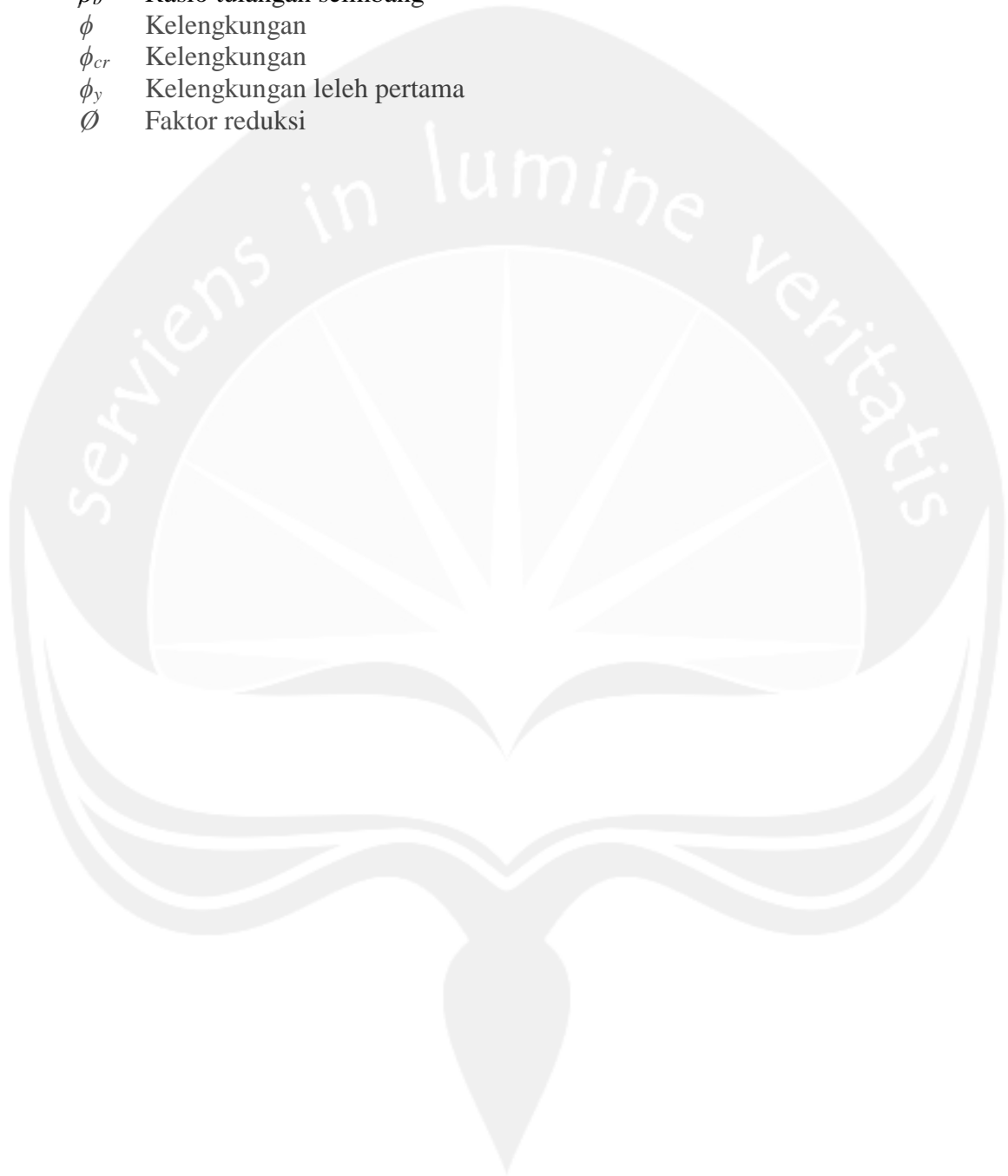
DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Pengujian Agregat	54
Lampiran 2	Data Pengujian Kuat Tarik Baja	64
Lampiran 3	Perencanaan Adukan Beton (<i>Mix Design</i>).....	66
Lampiran 4	Perhitungan Desain Balok Bertulang.....	74
Lampiran 5	Data Pengujian Silinder Beton.....	77
Lampiran 6	Data Pengujian Balok Beton Betulang dengan Profil Siku Sebagai Pengganti Tulangan Memanjang.....	78
Lampiran 7	Perhitungan Berdasarkan Teori	95
Lampiran 8	Tabel dan Grafik Beban, Momen, Lendutan, dan Kelengkungan .	110
Lampiran 9	Dokumentasi	138

DAFTAR NOTASI

a	Tinggi blok tegangan beton ekuivalen
A	Luas benda uji
A_s	Luas tulangan tarik
b	Lebar balok
c	Jarak sumbu netral penampang keserat paling tertekan
C_c	Gaya tekan beton
C_s	Gaya tekan baja
d	Tinggi efektif balok
d'	Jarak dari tepi serat tertekan ke pusat tulangan tekan
E	Modulus elastis
E_c	Modulus elastis beton
E_s	Modulus elastis baja
f_c'	Kuat tekan beton
f_s	Tegangan baja tarik
f_r	Modulus keruntuhan beton
f_u	Tegangan tarik ultimit
f_y	Tegangan leleh baja
h	Tinggi balok
I	Inersia penampang
J_d	lengan dari titik berat baja dan beton tekan ke titik berat tulangan dan beton tarik
k	Faktor tinggi garis netral
L	Panjang balok
M	Momen
M_{cr}	Momen retak dari beton
M_n	Momen nominal
M_y	Momen leleh pertama
P	Gaya, beban
P_u	Beban ultimit
P_y	Beban leleh
s	Jarak antar sengkang
T_s	Gaya tarik pada baja
y	Tegangan geser
z	Lengan dari titik berat baja ke titik berat blok desak beton
V	Gaya geser
V_c	Gaya geser beton
V_n	Gaya geser nominal total
V_s	Gaya geser yang ditahan oleh sengkang
Δ	Lendutan, defleksi
Δ_y	Lendutan leleh
β	Konstanta yang merupakan fungsi dari kuat tekan beton
ϵ_c	Regangan beton
ϵ_{cu}	Regangan beton ultimit
ϵ_s	Regangan baja tarik

ε_s'	Regangan baja tekan
ε_y	Regangan leleh baja
ρ	Rasio luas penampang tulangan tarik terhadap luas efektif penampang balok
ρ_b	Rasio tulangan seimbang
ϕ	Kelengkungan
ϕ_{cr}	Kelengkungan
ϕ_y	Kelengkungan leleh pertama
\emptyset	Faktor reduksi



INTISARI

STUDI KEKUATAN BALOK BETON MENGGUNAKAN BAJA PROFIL SIKU SEBAGAI PENGGANTI BAJA TULANGAN TARIK, Topan Condro Buwono, NPM 10 02 13705, tahun 2014, Bidang Keahlian Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Bertambahnya jumlah penduduk disuatu daerah menyebabkan kebutuhan tempat berlindung, pakaian, dan makanan semakin meningkat, sehingga dibutuhkannya infrastruktur yang dapat mendukung hal tersebut. Pada umumnya konstruksi beton bertulang menggunakan tulangan baja sebagai kekuatan tarik dan beton sebagai kekuatan desak. Baja yang biasanya digunakan untuk balok adalah baja tulangan dan baja profil. Penggunaan baja profil sebagai pengganti tulangan yang telah umum digunakan adalah baja profil IWF, H, dan C. Sehingga diperlukannya inovasi baru mengenai tulangan memanjang dengan baja profil lain.

Penelitian ini akan menggunakan profil yang digunakan sebagai pengganti tulangan tarik longitudinal. Ukuran penampang benda uji balok adalah 125 mm x 200 mm dengan panjang bersih (l_n) 1800 mm dan panjang total 2000 mm. Dimensi profil yang digunakan adalah tinggi (h) = 29,4 mm; lebar (b) = 29,4 mm; tebal (t) = 3 mm. Jumlah sampel benda uji adalah 3 buah dan diberi kode BBTS1, BBTS2 dan BBTS3. Balok beton bertulang dengan profil siku sebagai pengganti tulangan tarik ditinjau dari kekuatan menahan beban terpusat dua titik dengan jarak sepertiga bentang bersih yaitu 600 mm. Balok ini didesain untuk menahan lentur dan akan dibandingkan dengan perhitungan analisisnya.

Hasil yang diperoleh adalah beban maksimum BBTS1, BBTS2, dan BBTS3 secara berurutan adalah 7008,6807 kg, 7273,8403 kg, dan 8212,0859 kg. Peningkatan beban maksimum terhadap analisisnya secara berurutan adalah 57,5951%, 63,9778%, dan 84,104%. Jika ditinjau dari defleksi (δ) yang diijinkan yaitu kurang dari 7,5 mm, maka beban layan maksimum secara berurutan adalah 5618,938 kg, 5732,8545 kg, dan 5664,394 kg dengan defleksi 7,2237 mm, 7,4956727 mm, dan 7,4950876 mm. Berdasarkan defleksi maksimum yang diijinkan persentase peningkatan beban maksimum terhadap analisisnya secara berurutan adalah 25,9075%, 29,3923%, dan 27,1298%.

Kata Kunci: balok bertulang, tegangan lentur, tulangan tarik, profil siku.