

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH KEKENCANGAN
BAUT TERHADAP KEKAKUAN BALOK PADA
KANTILEVER BAJA *WIDE FLANGE***

Laporan Tugas Akhir

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana dari
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :

GEDE YUDHA ANDRAYUGA YANA AWAN

NPM: 140215250



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA

APRIL 2019

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa

Tugas Akhir dengan judul:

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH KEKENCANGAN BAUT TERHADAP KEKAKUAN BALOK PADA KANTILEVER BAJA *WIDE FLANGE*

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 dibatalkan dan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, 11 April 2019

Yang membuat Pernyataan



Gede Yudha Andrayuga Yana Awan

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH KEKENCANGAN BAUT TERHADAP KEKAKUAN BALOK PADA KANTILEVER BAJA *WIDE FLANGE*

Oleh :

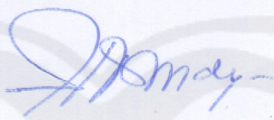
GEDE YUDHA ANDRAYUGA YANA AWAN

NPM : 140215250

Telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, 24 April 2019

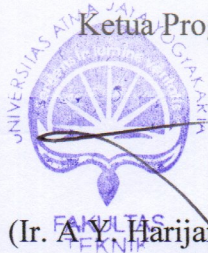
Pembimbing

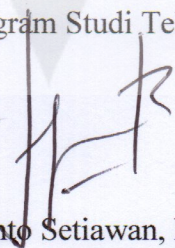
 24/04/2019

(Siswadi, S.T., M.T.)

Disahkan oleh:

Ketua Program Studi Teknik Sipil




(Ir. A.Y. Harijanto Setiawan, M. Eng, Ph.D.)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH KEKENCANGAN BAUT TERHADAP KEKAKUAN BALOK PADA KANTILEVER BAJA *WIDE FLANGE*



Oleh :

GEDE YUDHA ANDRAYUGA YANA AWAN

NPM : 140215250

Telah diuji dan disetujui oleh :

Nama

Tanda Tangan

Tanggal

Ketua : Siswadi, S.T., M.T.

24/04/2019

Anggota I : Ir. Wiryawan Sarjono P, M.T.

24/04/2019

Anggota II : Ir. Haryanto YW., M.T.

25/4-19.

KATA HANTAR

Puji dan syukur yang melimpah kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat, bimbingan, rahmat penyertaan dan perlindungan-Nya yang selalu menyertai sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini sebagai salah 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 mendapatkan banyak bimbingan, bantuan, doa dan dorongan moral dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan syukur dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Sushardjanti Felasari, ST., M.Sc., CAED., P.hD. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta;
2. Ir. AY. Harijanto Setiawan, M. Eng., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta;
3. Siswadi, S.T., M.T. 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. Tuhan Yesus yang selalu menjadi penolong saya selama mengerjakan tugas akhir ini;

6. Keluarga tercinta papa, mama, dan adik-adik yang selalu memberikan doa, dukungan dan semangat yang luar biasa;
7. V. Sukaryanta selaku Staff Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan yang telah banyak membantu memberikan petunjuk dan arahan dalam pelaksanaan tugas akhir ini;
8. Febrian, Hans, Petra, Vicky, Andi, Arendra, Abbi, Divan dan Harry yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama pelaksanaan tugas akhir;
9. Seluruh teman – teman di Universitas Atma Jaya Yogyakarta atas kebersamaannya selama ini, dan seluruh 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 Akhir ini bermanfaat bagi penulis dan bagi semua pihak yang membaca laporan ini.

Yogyakarta, 11 April 2019
Penulis

Gede Yudha Andrayuga Yana awan
NPM : 140215250

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
KATA HANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
INTISARI.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Keaslian Tugas Akhir	3
1.5. Tujuan Tugas Akhir.....	3
1.6. Manfaat Tugas Akhir.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Profil Baja <i>Wide Flange</i>	5
2.2. Penampang	5
2.3. Sambungan Baut.....	7
2.4. <i>End Plate Connection</i>	7
2.5. Tata Letak Baut	8
2.5.1 Jarak.....	8
2.5.2 Jarak tepi minimum.....	8
2.5.3 Jarak maksimum.....	8
2.5.4 Jarak tepi maksimum.....	9

BAB III LANDASAN TEORI.....10

3.1.	Sifat Mekanis Baja Struktural	10
3.2.	Perencanaan Struktur Lentur.....	10
3.2.1.	Lentur terhadap sumbu kuat	10
3.2.2.	Lentur terhadap sumbu lemah	11
3.3.	Klasifikasi Bentuk Penampang	11
3.3.1	Penampang kompak	12
3.3.2	Penampang tak kompak.....	14
3.3.3	Penampang langsing.....	14
3.4.	Perhitungan Torsi Menggunakan Kunci Torsi	15
3.5.	Sifat Mekanika Baut	15
3.6.	Kekuatan Baut	16
3.7.	Kuat Geser Baut.....	16
3.8.	Baut Yang Memikul Gaya Tarik	16
3.9.	Baut Pada Sambungan Tipe Tumpu Yang Memikul Kombinasi Geser dan Tarik.....	17
3.10.	<i>End Plate Connection</i>	18
3.10.1.	Diameter baut	19
3.10.2.	Momen nominal aktual.....	19
3.10.3.	Tebal pelat.....	19
3.10.4.	Gaya geser pelat	20
3.10.5.	Gaya geser baut dan kuat pikul baut	21

BAB IV METODOLOGI DAN PELAKSANAAN TUGAS AKHIR22

4.1.	Alat dan Bahan	22
4.1.1.	Alat.....	22
4.1.2.	Bahan	23
4.2.	Uji Tarik Material	24
4.3.	Pembuatan Benda Uji	24
4.4.	Pengujian Benda Uji	25
4.5.	Analisis Data	27
4.6.	Diagram Alir Tugas Akhir	28

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN29

5.1.	Perencanaan Benda Uji.....	29
5.1.1	Klasifikasi bentuk penampang.....	29
5.1.2	Momen inersia arah x dan y penampang profil I.....	30
5.1.3	Momen nominal penampang profil I	31
5.1.4	Kekuatan baut A325 diameter 12 mm	33
5.1.5	Momen nominal baut pada <i>end plate connection</i>	33
5.1.6	Check kuat geser pada pelat	33
5.1.7	Kuat geser luluh pelat.....	34
5.1.8	Kuat geser putus pelat	34
5.1.9	<i>Design strength</i> las dengan menggunakan rumus LRFD	35

5.2.	Hasil Pengujian Tarik Material Baja Konvensional	36
5.3.	Hasil Pengujian Geser Putus Baut.....	38
5.4.	Hasil Eksperimental Pengujian Kekakuan Balok Pada Kantilever Baja <i>Wide Flange</i>	40
5.4.1.	Balok dengan sambungan baut torsi 100 Nm (BSBT100) ...	40
5.4.2.	Balok dengan sambungan baut torsi 50 Nm (BSBT50)	45
5.4.3.	Balok dengan sambungan baut torsi 0 Nm (BSBT0)	51
5.4.4.	Grafik gabungan hubungan antara defleksi dan pembebanan untuk ketiga benda uji	56
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		58
6.1.	Kesimpulan.....	58
6.2.	Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA.....		61
LAMPIRAN		62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Spesifikasi Baja Wide Flange	6
Tabel 2.2	Toleransi Ukuran Penampang	6
Tabel 2.4	Jarak Tepi Minimum Baut.....	8
Tabel 3.1	Sifat Mekanis Baja Struktural	10
Tabel 3.2	Parameter Terhadap Ketebalan Penampang	11
Tabel 3.3	Nilai Konstan Friksi Antara Baut dan Mur.....	15
Tabel 3.4	Sifat Mekanik Baut	16
Tabel 5.1	Karakteristik Material Baja Konvensional Hasil Pengujian Tarik ...	37
Tabel 5.2	Hasil Pengujian Geser Putus Baut	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Penampang Profil Baja <i>Wide Flange</i>	5
Gambar 4.1	Pengujian Benda Uji.....	26
Gambar 4.2	Detail <i>End Plate Connection</i>	26
Gambar 4.3	Detail Sambungan Tampak Samping.....	27
Gambar 4.4	Diagram Alir Tugas Akhir	28
Gambar 5.1	Pembagian Bangun Ruang Untuk Perhitungan Momen Inersia....	30
Gambar 5.2	Grafik Tegangan Regangan Hasil Pengujian Tarik Material Baja Konvensional Benda Uji 1.....	36
Gambar 5.3	Grafik Tegangan Regangan Hasil Pengujian Tarik Material Baja Konvensional Benda Uji 2.....	37
Gambar 5.4	Proses Pengujian Geser Putus Baut Dengan Menggunakan Mesin UTM	38
Gambar 5.5	Nilai Kuat Putus Baut (f_u) Pertama	38
Gambar 5.6	Nilai Kuat Putus Baut (f_u) Kedua.....	39
Gambar 5.7	Kondisi Baut Setelah Diuji Geser Putus	39
Gambar 5.8	Grafik Perpindahan Horizontal dan Vertikal untuk Balok dengan Sambungan Baut Torsi 100 Nm (BSBT100)	40
Gambar 5.9	Proses Sebelum BSBT100 Diberi Beban	41
Gambar 5.10	Proses Pengujian BSBT100 Saat Diberi Beban	41
Gambar 5.11	Proses Setelah Dilakukan Pengujian Pada BSBT100	42
Gambar 5.12	Perilaku Yang Terjadi Setelah Pengujian BSBT100	42
Gambar 5.13	Kondisi Baut Bagian Atas Kanan Setelah Dilakukan Pengujian BSBT100	43
Gambar 5.14	Kondisi Baut Bagian Atas Kiri Setelah Dilakukan Pengujian BSBT100	43
Gambar 5.15	Kondisi Baut Bagian Bawah Kiri Setelah Dilakukan Pengujian BSBT100	44

Gambar 5.16	Kondisi Baut Bagian Bawah Kanan Setelah Dilakukan Pengujian BSBT100	44
Gambar 5.17	Grafik Perpindahan Horizontal dan Vertikal untuk Balok dengan Sambungan Baut Torsi 50 (BSBT50)	45
Gambar 5.18	Proses Sebelum BSBT50 Diberi Beban	46
Gambar 5.19	Proses Pengujian BSBT50 Saat Diberi Beban	46
Gambar 5.20	Proses Setelah Dilakukan Pengujian Pada BSBT50.....	47
Gambar 5.21	Perilaku yang Terjadi Setelah Pengujian BSBT50.....	47
Gambar 5.22	Kondisi Baut Bagian Atas Kanan Setelah Dilakukan Pengujian BSBT50	48
Gambar 5.23	Kondisi Baut Bagian Atas Kiri Setelah Dilakukan Pengujian BSBT50	48
Gambar 5.24	Kondisi Baut Bagian Bawah Kiri Setelah Dilakukan Pengujian BSBT50	49
Gambar 5.25	Kondisi Baut Bagian Bawah Kanan Setelah Dilakukan Pengujian BSBT100	49
Gambar 5.26	Grafik Perpindahan Horizontal dan Vertikal untuk Balok dengan Sambungan Baut Torsi 0 Nm.....	51
Gambar 5.27	Proses Sebelum BSBT0 Diberi Beban	51
Gambar 5.28	Proses Pengujian BSBT0 Saat Diberi Beban	52
Gambar 5.29	Proses Setelah Dilakukan Pengujian Pada BSBT0.....	52
Gambar 5.30	Perilaku yang Terjadi Setelah Pengujian BSBT50.....	53
Gambar 5.31	Kondisi Baut Bagian Atas Kanan Setelah Dilakukan Pengujian BSBT0	53
Gambar 5.32	Kondisi Baut Bagian Atas Kiri Setelah Dilakukan Pengujian BSBT0	54
Gambar 5.33	Kondisi Baut Bagian Bawah Kiri Setelah Dilakukan Pengujian BSBT0	54
Gambar 5.34	Kondisi Baut Bagian Bawah Kanan Setelah Dilakukan Pengujian BSBT0	55
Gambar 5.35	Grafik Gabungan Hubungan Antara Defleksi dan Pembebanan Untuk Ketiga Benda Uji.....	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Pengujian Tarik Material Benda Uji 1 (M1)	56
Lampiran 2 Grafik Tegangan Regangan Hasil Pengujian Tarik Material Baja Konvensional Benda Uji 1 (M1)	57
Lampiran 3 Data Pengujian Tarik Material Benda Uji 2 (M2)	58
Lampiran 4 Grafik Tegangan Regangan Hasil Pengujian Tarik Material Baja Konvensional Benda Uji 2 (M2)	59
Lampiran 5 Hasil Pengujian Balok dengan Sambungan Torsi 100 Nm	60
Lampiran 6 Hasil Pengujian Balok dengan Sambungan Torsi 50 Nm	60
Lampiran 7 Hasil Pengujian Balok dengan Sambungan Torsi 0 Nm	61
Lampiran 8 Grafik Perpindahan Horizontal dan Vertikal untuk Balok dengan Sambungan Baut Torsi 100 Nm (BSBT100)	62
Lampiran 9 Grafik Perpindahan Horizontal dan Vertikal untuk Balok dengan Sambungan Baut Torsi 50 Nm (BSBT50)	62
Lampiran 10 Grafik Perpindahan Horizontal dan Vertikal untuk Balok dengan Sambungan Baut Torsi 0 Nm (BSBT0)	62
Lampiran 11 Grafik Gabungan Hubungan Antara Defleksi dan Pembebanan Untuk Ketiga Benda Uji	62

INTISARI

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH KEKENCANGAN BAUT TERHADAP KEKAKUAN BALOK PADA KANTILEVER BAJA *WIDE FLANGE*, Gede Yudha Andrayuga Yana Awan, NPM 140215250, tahun 2019, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Banyaknya penggunaan baja *wide flange* sebagai kantilever pada suatu bangunan mendasari penulis ingin melakukan penelitian terhadap kantilever baja tersebut. Karena di lapangan sering dijumpai pada sambungan antara balok dan kolom yang menggunakan baut baja mereka tidak mementingkan kekuatan kekencangan baut saat mengencangkan sambungan. Maka dari itu, dalam penelitian ini penulis ingin mengetahui pengaruh kekencangan baut terhadap kekakuan balok pada kantilever baja *wide flange*.

Bahan uji yang digunakan dalam penelitian ini berupa baja H200 dengan panjang 1m sebagai kolom dan WF 150x75x5x7 dengan panjang 500mm sebagai balok. Alat sambung yang digunakan berupa pelat baja konvensional berukuran 150 mm x 75 mm x 10 mm dan baut A325 diameter 12 mm sebanyak 4 buah. Alat untuk mengencangkan baut yang digunakan adalah kunci torsi supaya didapatkan kekuatan kekencangan baut yang direncanakan. Penelitian ini dilakukan dengan membagi variasi kekuatan kekencangan baut pada setiap balok yaitu Balok dengan Sambungan Baut Torsi 100 Nm (BSBT100), Balok dengan Sambungan Baut Torsi 50 Nm (BSBT50), dan Balok dengan Sambungan Baut Torsi 0 Nm (BSBT0). Setiap benda uji diberi beban pada ujung balok dengan beban maksimal yang sama dengan menggunakan alat *hydraulic jack* supaya didapatkan kekakuan pada masing-masing benda uji.

Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah pada BSBT100 nilai perpindahan vertikal maksimumnya 1,14 mm dan nilai perpindahan horizontal maksimumnya 4,32 mm maka didapatkan nilai rotasi pada BSBT100 adalah 0,258 radian, pada BSBT50 nilai perpindahan vertikal maksimumnya 2,1 mm dan nilai perpindahan horizontal maksimumnya 6,82 mm maka didapatkan nilai rotasi pada BSBT50 adalah 0,299 radian, dan pada BSBT0 nilai perpindahan vertikal maksimumnya 4,4mm dan nilai perpindahan horizontal maksimumnya 12,48 mm maka didapatkan nilai rotasi pada BSBT0 adalah 0,339 radian.

Kata kunci: kantilever, baja *wide flange*, kekakuan, kekencangan baut, rotasi.