

VERIFIKASI KINERJA *MECHANICAL SPLICING COUPLER*

Laporan Tugas Akhir

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh:

I Gede Gandhi Bramayusa

NPM : 150216230



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
Juli 2019**

PERNYATAAN

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

VERIFIKASI KINERJA *MECHANICAL SPLICING COUPLER*

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, Juli 2019

Yang membuat pernyataan,



(I Gede Gandhi Bramayusa)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

VERIFIKASI KINERJA *MECHANICAL SPLICING COUPLER*

Oleh:

I Gede Gandhi Bramayusa

NPM. : 150216230

telah disetujui oleh pembimbing

Yogyakarta, 16/7/19

Pembimbing



(Dr. Ir. Junaedi Utomo, M.Eng.)

Disahkan oleh:
Program Studi Teknik Sipil



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

Laporan Tugas Akhir

VERIFIKASI KINERJA *MECHANICAL SPLICING COUPLER*

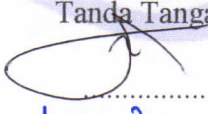
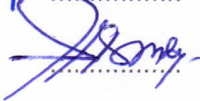


Oleh:

I Gede Gandhi Bramayusa

NPM. : 150216230

Telah diuji dan disetujui oleh

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	: Dr. Ir. Junaedi Utomo, M.Eng		16/7/19
Sekretaris	: Dr. Ir. Ade Lisantono, M.Eng		23/07/2019
Anggota	: Siswadi, S.T, M.T		16/07 2019

MOTTO

*karmany evadhikaras te
ma phalesu kadacana
ma karma-phala-hetur bhur
ma te sango 'stv akarmani*

“Engkau berhak melakukan tugas kewajibanmu yang telah ditetapkan, tetapi engkau tidak berhak atas hasil perbuatan. Jangan menganggap dirimu penyebab hasil kegiatanmu, dan jangan terikat pada kebiasaan tidak melakukan kewajibanmu.”

Bhagawad Gita (II, 47)

KATA HANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, Ida Sang Hyang Widhi Wasa karena atas cinta kasihNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik sebagai syarat menyelesaikan pendidikan perguruan tinggi Program Strata-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

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

1. Ibu Susharjanti Felasari, S.T., M.Sc. CAED., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak Ir. A.Y. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak Dr. Ir. Junaedi Utomo, M.Eng., selaku Dosen Pembimbing dan koordinator tugas akhir bidang peminatan struktur yang telah bersedia meluangkan waktu dan sabar dalam proses pengerjaan dan bimbingan tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Ir. Ade Lisantono, M.Eng dan Siswadi, S.T, M.T selaku Dosen Penguji yang telah memberikan evaluasi dan saran terhadap hasil dari tugas akhir saya.

5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah mengajarkan ilmu teknik sipil kepada penulis.
6. Keluarga penulis, Gede Dwi Sudi Manuarta dan Ni Made Andayani, Krisna Bramantya, Eyang, Ninik, dan seluruh keluarga besar.
7. PT. Total Bangun Persada yang sudah memberikan kesempatan penulis untuk magang pada proyek Thamrin Nine Phase 2, Jakarta Pusat.
8. PT. G-Tech Coupling Indonesia selaku *supplier* sambungan mekanikal *coupler* dan memberikan data-data untuk kelengkapan penulisan tugas akhir ini.
9. Seluruh Asisten Praktikum Mekanika Fluida dan Hidrolika tahun ajaran 2017/2018 dan 2018/2019 yang telah bersama-sama belajar dan mengajari.
10. Teman-teman Sakura Exchange Program to Japan yang telah memberikan semangat untuk menyelesaikan tugas akhir lebih cepat.
11. Seluruh keluarga besar X-Karta Project dan Libur Produktif Production atas segala dukungannya.
12. Kelas Kacang(G), teman-teman teknik sipil dan arsitektur UAJY angkatan 2015 atas segala semangat dan bantuannya.
13. Saudara Dio, William, Febrina, Agatha, Ardhea, Erich, Putri, Pingkan, Deny dan lain-lain yang banyak membantu dan memberi nasehat-nasehat kepada penulis selama proses penelitian tugas akhir ini.

14. Semua teman-teman, saudara-saudara yang berada di Bali, Yogyakarta, dan Jakarta.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Yogyakarta, Juli 2019

I Gede Gandhi Bramayusa

NPM : 150216230

DAFTAR ISI

PERNYATAAN.....	ii
PENGESAHAN	iii
MOTTO	v
KATA HANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR PERSAMAAN	xiv
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
INTISARI.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Keaslian Tugas Akhir.....	6
1.5 Tujuan Tugas Akhir	6
1.6 Manfaat Tugas Akhir	6
1.7 Lokasi Tugas Akhir.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Sambungan Baja.....	8
2.2 Sambungan Mekanikal (<i>Coupler</i>).....	9
BAB III LANDASAN TEORI.....	11
3.1 Baja	11
3.2 Pengujian Kuat Tarik	13
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	15
4.1 Umum.....	15
4.2 Kerangka Penelitian	15

4.3 Studi Simulasi	17
4.3.1 Permodelan Sambungan Mekanikal menggunakan CATIA V5.12	17
4.3.2. Pengujian Kuat Tarik menggunakan ABAQUS 6.14	18
4.4 Uji Eksperimental.....	20
4.4.1 Pengumpulan Alat dan Bahan	21
4.4.2 Pengujian Kuat Tarik di Laboratorium	23
BAB V PEMBAHASAN	24
5.1 Sambungan Mekanikal <i>Coupler</i>	24
5.1.1 Tipe dan Jenis.....	24
5.1.2 Keuntungan dan Penggunaan	28
5.1.3 Peraturan.....	29
5.2 Studi Simulasi	31
5.2.1 Pemodelan menggunakan CATIA V5.12	31
5.2.2 Analisis menggunakan ABAQUS 6.14.....	34
5.3 Uji Eksperimental.....	40
5.3.1 Tulangan Baja Utuh	41
5.3.2 Sambungan Mekanikal <i>Coupler</i>	42
5.4 Hasil Pengujian	43
5.4.1 Hasil Analisis ABAQUS 6.14.....	43
5.4.2 Hasil Analisis Uji Eksperimental	52
5.5 Analisis <i>Cyclic</i>	55
5.6 Hasil Gabungan	57
BAB VI KESIMPULAN.....	58
6.1 Kesimpulan	58
6.2 Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN.....	64

DAFTAR TABEL

No	Nama Tabel	Hal
2.1.	Spesifikasi <i>Coupler</i> (Swami, 2016)	9
3.1.	Ukuran Baja Tulangan Beton Sirip	12
4.1.	Dimensi Sambungan Mekanikal <i>Coupler</i>	18
5.1.	Karakteristik Tulangan Baja Utuh	42
5.2.	Karakteristik Sambungan Mekanikal <i>Coupler</i>	43
5.3.	Tegangan Regangan Baja Tulangan Utuh dengan ABAQUS	45
5.4.	Interval Waktu dan Amplitudo untuk Analisis	48
5.5.	Tegangan Regangan Baja Tulangan Utuh D32 Eksperimental	53
5.6	Hasil Pengujian Tulangan Utuh D32	54
5.7.	Hasil pengujian <i>cyclic</i> sambungan mekanikal <i>coupler</i>	55
5.8.	Beban <i>cyclic</i> yang digunakan dalam analisis	56

DAFTAR GAMBAR

No	Nama Gambar	Hal
2.1.	Sambungan Baja Mekanikal (<i>Coupler</i>)	10
3.1.	Bentuk Penampang BJTS	12
4.1.	Bagan Alir Penelitian	16
4.2.	Pemodelan sambungan baja coupler pada software CATIA	18
4.3	Pengujian kuat tarik sambungan baja pada software ABAQUS	20
4.4	Sambungan Mekanikal <i>Coupler</i>	21
4.5	Baja Tulangan D32	22
4.6	Instalasi <i>Coupler</i>	22
5.1	<i>Bar Breaker</i>	25
5.2.	<i>Bar Reducer</i>	25
5.3.	<i>Positioner Coupler</i>	26
5.4.	<i>Anchors</i>	26
5.5.	<i>Weld Coupler</i>	27
5.6.	<i>Crimpers</i>	28
5.7.	Dimensi silinder	32
5.8.	Panjang <i>Pad Definition</i>	32
5.9.	Hasil <i>pad</i>	33
5.10	Model Baja Tulangan Polos	33
5.11.	<i>Assembly Coupler</i> dengan Baja Tulangan D32	36
5.12.	<i>Load tipe pressure</i> pada satu sisi baja tulangan	38
5.13.	<i>Boundary Condition tipe Encastre</i>	39
5.14.	<i>Boundary Condition tipe Displacement/Rotation</i>	39
5.15.	Hasil <i>Mesh</i> pada <i>Model</i>	40
5.16	Visualisasi Baja Tulangan Utuh D32	44
5.17	Grafik Tegangan Regangan Baja Tulangan Utuh D32	46

5.18	Visualisasi <i>Cyclic Loading</i>	47
5.19	Titik Node 931	49
5.20	Grafik Tegangan Regangan Titik 931	49
5.21	Titik Node 3235	50
5.22	Grafik Tegangan Regangan Titik 3235	50
5.23	Titik Node 504	51
5.24	Grafik Tegangan Regangan Titik 504	51
5.25	Grafik tegangan regangan uji eksperimental	54
5.26	Amplitudo untuk pembebanan <i>cyclic</i>	56
5.27	Grafik Gabungan Tegangan Regangan Tulangan Utuh D32	57
6.1	Area penelitian titik lemah pada model	59

DAFTAR PERSAMAAN

No	Nama Persamaan	Hal
3.1	Tegangan Tarik Putus	13
3.2	Tegangan Tarik Leleh	13
3.3	Regangan Maksimum	13

DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Notasi	Nama Persamaan
σ_s	Tegangan Tarik Putus
σ_y	Tegangan Tarik leleh
P_y	Beban leleh
P_{maks}	Beban Maksimum
ε	Perpanjangan / Pemuaian
l_u	Panjang benda uji setelah pengujian
l_o	Panjang benda uji sebelum pengujian
A_{so}	Luas Penampang
MPa	Mega Pascal
N	Newton
σ	Tegangan
ε	Regangan
L	Panjang
D	Diameter
SNI	Standar Nasional Indonesia

DAFTAR LAMPIRAN

Nama Lampiran	Hal
Lampiran	64
Tabel Uji Eksperimental	65
Grafik Uji Eksperimental	66
Tabel Tegangan Regangan Sambungan Mekanikal <i>Coupler</i> (ABAQUS 6.14)	67
Grafik Tegangan Regangan Sambungan Mekanikal <i>Coupler</i> Gabungan (ABAQUS 6.14)	76

INTISARI

VERIFIKASI KINERJA *MECHANICAL SPLICING COUPLER*. I Gede Gandhi Bramayusa, NPM: 150216230, Tahun 2019, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Dunia konstruksi saat ini semakin berkembang dengan pesatnya kemajuan di bidang teknologi untuk membuat segala jenis pekerjaan yang ada di konstruksi lebih mudah. Tantangan teknis yang berkembang dalam industri konstruksi saat ini salah satunya adalah tentang penyambungan tulangan baja, metode untuk penyambungan tulangan baja yaitu yang biasa digunakan metode tradisional *splicing* (*lap splicing* menggunakan kawat bendrat atau pengelasan) untuk menghubungkan rebar, tidak lagi menjadi metode yang terbaik untuk bangunan tingkat tinggi. Semakin banyak standar konstruksi yang perlu dipenuhi, maka untuk dapat mengatasi segala tantangan konstruksi yang ada saat ini, dibutuhkan sebuah solusi yaitu sebuah sambungan baja mekanikal *coupler*. Pada penelitian ini, akan melakukan verifikasi terhadap kinerja sambungan baja mekanikal *coupler* dengan membandingkan hasil uji eksperimental di laboratorium dan hasil analisis numerikal menggunakan ABAQUS 6.14 untuk mengetahui titik lemah dari sambungan mekanikal *coupler* tersebut dengan pembebanan secara monotonik dan siklik.

Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa hasil kuat tarik secara siklik dan monotonik terhadap dua benda uji yaitu tulangan utuh diameter 32 mm dan sambungan mekanikal *coupler*. Analisa numerikal dilakukan terhadap sambungan mekanikal *coupler* menggunakan ABAQUS 6.14 untuk mendapatkan grafik tegangan dan regangan. Pada penelitian ini mengabaikan detail dari ulir yang ada pada sambungan mekanikal *coupler* dan pada ujung tulangan baja, kegagalan dapat terjadi jika *contact* dari sambungan mekanikal *coupler* tidak terinstalasi dengan baik.

Hasil dari penelitian ini ialah berupa grafik tegangan regangan pada tiga titik tinjauan yaitu pada sisi ujung pembebanan pada tulangan, satu titik yang berada dekat sambungan mekanikal *coupler* dan berada pada sisi ujung tulangan baja yang dikunci untuk pengujian. Titik 1 Node 931 merupakan titik terlemah yang ada pada *model* ini terlihat dari bentuk penampang *necking* pada visualisasi hasil analisis secara siklik menggunakan ABAQUS 6.14. Perbedaan tegangan tarik maksimum antara uji eksperimental dan analisis numerikal menggunakan ABAQUS 6.14 pada pengujian sambungan mekanikal *coupler* adalah 17,04 % dengan rincian tegangan tarik maksimum pada saat uji eksperimental adalah 800 MPa dan tegangan tarik maksimum pada saat analisis ABAQUS 6.14 adalah 936.389 MPa.

Kata kunci: sambungan mekanikal *coupler*, analisa numerikal, monotonik, siklik