

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

REKATS



UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME: 03	NOMER: 03	HALAMAN: 94 - 101	SURABAYA 2016	ISSN: 2252-5009
-------------------------------	---------------	--------------	----------------------	------------------	--------------------

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FAKULTAS TEKNIK-UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA.

TIM EJOURNAL

Ketua Penyunting:

Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T

Penyunting:

1. Prof.Dr.E.Titiek Winanti, M.S.
2. Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T
3. Dr.Nurmi Frida DBP, MPd
4. Dr.Suparji, M.Pd
5. Hendra Wahyu Cahyaka, ST., MT.
6. Dr.Naniek Esti Darsani, M.Pd
7. Dr.Erina,S.T,M.T.
8. Drs.Suparno,M.T
9. Drs.Bambang Sabariman,S.T,M.T
10. Dr.Dadang Supryatno, MT

Mitra bestari:

1. Prof.Dr.Husaini Usman,M.T (UNJ)
2. Prof.Dr.Ir.Indra Surya, M.Sc,Ph.D (ITS)
3. Dr. Achmad Dardiri (UM)
4. Prof. Dr. Mulyadi(UNM)
5. Dr. Abdul Muis Mapalotteng (UNM)
6. Dr. Akmad Jaedun (UNY)
7. Prof.Dr.Bambang Budi (UM)
8. Dr.Nurhasanyah (UP Padang)
9. Dr.Ir.Doedoeng, MT (ITS)
10. Ir.Achmad Wicaksono, M.Eng, PhD (Universitas Brawijaya)
11. Dr.Bambang Wijanarko, MSi (ITS)
12. Ari Wibowo, ST., MT., PhD. (Universitas Brawijaya)

Penyunting Pelaksana:

1. Drs.Ir.Karyoto,M.S
2. Krisna Dwi Handayani,S.T,M.T
3. Arie Wardhono, ST., M.MT., MT. Ph.D
4. Agus Wiyono,S.Pd,M.T
5. Eko Heru Santoso, A.Md

Redaksi:

Jurusan Teknik Sipil (A4) FT UNESA Ketintang - Surabaya

Website: tekniksipilunesa.org

Email: REKATS

DAFTAR ISI

	Halaman
TIM EJOURNAL.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
• Vol 3 Nomer 3/rekat/16 (2016)	
PENGARUH PENAMBAHAN <i>SILICA FUME</i> PADA <i>POROUS CONCRETE BLOCK</i> TERHADAP NILAI KUAT TEKAN DAN PERMEABILITAS	
<i>Eko Febrianto, Arie Wardhono,</i>	01 – 08
PEMANFAATAN ABU TERBANG LIMBAH BATU BARA TERHADAP KUAT TEKAN DAN TINGKAT POROSITAS <i>PAVING STONE</i> BERPORI	
<i>Firman Ganda Saputra, Arie Wardhono,</i>	09 – 12
PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN <i>ADMIXTURE</i> SIKACIM TERHADAP PENGUATAN KUAT TEKAN DAN PERMEABILITAS <i>PERMEACONCRETE PAVING STONE</i>	
<i>Kukuh Ainnuridin, Arie Wardhono,</i>	13 – 22
PENGARUH POLA ALIRAN PADA SALURAN PELIMPAH SAMPING AKIBAT DARI PENEMPATAN <i>SPLLWAY</i> DENGAN TIPE MERCU OGEE WADUK WONOREJO	
<i>Binti Hidayatul Ma'rifah, Kusnan,</i>	23 – 34
ANALISIS HUBUNGAN TEMPERATUR DAN KUAT TEKAN BETON PADA PEKERJAAN BETON MASSA (<i>MASS CONCRETE</i>) DENGAN METODE <i>PORTLAND CEMENT ASSOCIATION</i> (PCA) DAN <i>U.S. BUREAU OF RECLAMATION</i>	
<i>Sandy Sahrawani, Mochamad Firmansyah S,</i>	35 – 44
ANALISA KAPASITAS SALURAN SEBAGAI PENGENDALI BANJIR DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM HEC-RAS PADA DRAINASE SUB DAS GULOMANTUNG KECAMATAN KEBOMAS, KABUPATEN GRESIK	
<i>Ahmad Rifky Saputra, Nurhayati Aritonang,</i>	45 – 54

ANALISA FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KINERJA WAKTU
PELAKSANAAN PROYEK KONSTRUKSI DI WILAYAH SURABAYA

Hendrita Abraham Angga Purnomo, Mas Suryanto H.S, 55 – 63

PENGARUH PEMILIHAN JARAK PANDANG DALAM MENENTUKAN PANJANG
LENGKUNG VERTIKAL CEMBUNG TERHADAP BIAYA PELAKSANAAN JALAN BARU

Arthur Diaz Mickael Devisi, Ari Widayanti, Anita Susanti, 64 – 70

PENGEMBANGAN DISTIBUSI AIR BERSIH SUMBER DLUNDUNG DESA TRAWAS
KECAMATAN TRAWAS KABUPATEN MOJOKERTO

Mochammad Zainal Abidin, Djoni Irianto, 71 – 79

STUDI EKSPERIMENTAL BUKAAN GANDA TERHADAP KAPASITAS LENTUR BALOK
BETON BERTULANG

Mohamad Mesranto, Bambang Sabariman, 80 – 87

ANALISA PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN RANGKA BAJA TIPE *CAMEL*
BACK TRUSS

Ria Dewi Sugiyono, Sutikno, 88 – 93

PENGARUH PENGOPTIMASIASI PEMASANGAN LETAK BOUT DENGAN JARAK TEPI
PADA SAMBUNGAN PELAT TARIK

Donna Monika Fembrianto, Arie Wardhono, 94 – 101

PENGARUH PENGOPTIMALISASI PEMASANGAN LETAK BAUT DENGAN JARAK TEPI PADA SAMBUNGAN PELAT TARIK

Donna Monika Fembrianto

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: donnamonika7@gmail.com

Abstrak

Dalam konstruksi baja sambungan berperan sangat penting, salah satunya adalah sambungan pelat tarik. Oleh karena itu, masalah pengoptimalisasi pemasangan baut dengan jarak tepi pada sambungan pelat tarik perlu adanya berbagai percobaan dan perhitungan agar tidak terjadi kegagalan sambungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perilaku kerusakan sambungan tarik dengan mengoptimalisasi pemasangan letak baut dengan jarak tepi, dan analisa kekuatan sambungan tarik setelah dioptimalisasi. Hasil yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan membuktikan bahwa dengan adanya pengoptimalisasian pemasangan letak baut dengan jarak tepi perilaku kegagalan sambungan yang terjadi bermula dari ujung sambungan melengkung hingga pelat mengalami robek dan putus. Tingkat kekuatan tarik pada sambungan menjadi turun seiring dengan adanya pengoptimalisasian pemasangan baut dengan jarak tepi, sehingga tegangan yang ditimbulkan jarak baut dengan tepi selalu lebih besar dari pada jarak antar baut. Akan tetapi, kuat tarik yang tertinggi tercapai pada saat pengoptimalisasian jarak baut dengan tepi sebesar 40 mm yaitu sebesar 422 kN.

Kata Kunci: baut, sambungan pelat, optimalisasi jarak tepi, kuat tarik.

Abstract

In construction, steel connection is very important role, one of them is attraction plate connection. Beside that, the problem of optimized mounting bolt with distance of edges on the connection plates need to pull their various experiments and calculations in order to avoid failure of the connection. This study aims to determine the behavior of the drop connection breakdown by optimizing the layout mounting bolt with distance of edges and analysis of tensile strength after optimized connection. The results obtained from studies conducted to prove that their layout optimizing mounting bolt with distance of edges connection failure behavior stems from curved end of the connection until the plate has torn and broken. The power level of tensile strength in the connection being dropped along with optimizing the mounting bolts with the distance of edges, so that the voltage generated within the screw with an edge is always greater than the distance between the bolts. However, the highest tensile strength achieved when optimizing the bell bolt with the distance of edges of 40 mm about 422 kN .

Keywords: bolt, plate connection, optimizing distance of edges, power of tension

PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan dalam dunia pembangun konstruksi akhir-akhir ini menyebabkan semakin selektifnya dalam melakukan suatu perencanaan konstruksi. Hal ini dimaksudkan untuk memperoleh hasil rancangan konstruksi yang baik dengan mempertimbangkan faktor ekonomis dalam memilih konstruksi yang akan digunakan.

Baja (*hot-rolled*) merupakan bahan yang sering dipakai dalam suatu perencanaan konstruksi, sehingga sambungan baja yang menggunakan baut bagian yang tak terpisahkan dari perkembangan tersebut. Pembangunan konstruksi pabrik dan jembatan hampir tidak mungkin tanpa melibatkan unsur sambungan menggunakan baut, karena menurut Susilo (2010) setiap struktur baja merupakan rangkaian dari bagian-bagian tunggal yang harus disambungkan satu sama lain pada bagian ujung dengan berbagai macam cara. Salah satu dari alat penyambung

tersebut yaitu baut biasa dan baut berkekuatan tinggi. Namun perencanaan baut baja *hot-rolled* menurut Setyarto (2012) berbeda dengan dengan baja *cold formed*.

Lingkup unsur sambungan baut menggunakan pelat sangat luas, meliputi sambungan pelat tarik, pelat geser dan lain-lain. Sambungan pelat tarik merupakan sarana penting untuk tercapainya suatu konstruksi baja, karena menurut Setyarto (2012) elemen sambungan pelat tarik baja juga merupakan salah satu masalah yang sering dijumpai oleh para perencana struktural. Perencanaan sambungan tarik harus memperhatikan betul antara kesesuaian dari sifat baut, segi kekuatan sambungan, pola penempatan baut dan ketebalan dari pelat penyambung agar tidak terjadi keruntuhan sambungan. Metode-metode keruntuhan sambungan yang teridentifikasi menurut Dewabroto (2009) dapat dipakai untuk menentukan faktor kekuatan batas sambungan, dan secara umum dapat dipisahkan dalam dua kategori yaitu kerusakan pada baut

dan kerusakan pada pelat penyambung. Kerusakan pada pelat diantaranya seperti fraktur penampang netto, leleh penampang brutto, kerusakan tumpu pada pelat dan kerusakan pada baut seperti kerusakan tumpu pada baut, kerusakan geser pada baut dan lain-lain. Uraian keruntuhan tersebut merupakan fenomena keruntuhan yang sering terjadi pada sambungan tarik. Sehingga diharapkan penelitian ini dapat membantu perancangan sambungan tarik dan dapat mengetahui tata letak posisi baut yang ideal agar tidak terjadi fenomena-fenomena keruntuhan tersebut.

Adapun tujuan yang ingin diperoleh dari penelitian ini yaitu: (1) untuk mengetahui bagaimana perilaku sambungan pelat tarik apabila diberi gaya tarik dengan mengoptimalkan jarak tepi pemasangan posisi baut dan kerusakan apa yang terjadi, (2) untuk mengetahui bagaimana analisa kekuatan yang dicapai pada setiap tipe sambungan pelat tarik.

Baja (*hot-rolled*) adalah baja yang pembentukannya dengan cara blok-blok baja yang panas dan diproses melalui rol-rol dalam pabrik (Oentoeng, 2000). Pada produksi *hot-rolled steel*, baja panas secara besar digelindingkan diantara mesin penggiling sehingga menjadi bentuk yang tepat dan khusus. Baja dapat dibedakan menjadi tiga jenis diantaranya yaitu baja karbon, baja paduan rendah berkekuatan tinggi dan baja paduan (Setiawan, 2008).

Alat sambung merupakan elemen yang akan dipakai untuk menyambung batang-batang pada titik pertemuan. Dalam Standar Nasional Indonesia 03-1729-2002 ada beberapa macam alat sambung atau pengikat diantaranya yaitu baut, las dan paku keling. Penggunaan baut sebagai alat penyambung pada struktur baja memberikan suatu keuntungan yang menyolok bila dibandingkan dengan menggunakan alat sambung lainnya (Amon, Knobloch dan Atanu, 2000).

Selain baut faktor-faktor yang mempengaruhi sambungan diantaranya seperti panjang sambungan dan tata letak baut. Panjang ukuran sambungan merupakan salah satu faktor yang penting, sebab pada sambungan yang panjang beranggapan bahwa pada sambungan baut yang pertama akan selalu mengangkut beban P yang lebih besar dari pada baut yang terakhir (Bowles, 1985). Untuk tata letak baut dalam Standar Nasional Indonesia 03-1729-2002 pasal 13.4 jarak antar pusat lubang pengencang tidak boleh kurang dari $3d$ pengencang, jarak minimum pusat pengencang ke tepi pelat tidak boleh kurang dari $1,5d$ pengencang, untuk jarak maksimum antar pusat pengencang tidak boleh melebihi $15tp$ dan pada baris luar pengencang dalam arah gaya rencana jaraknya tidak boleh melebihi $(4tp + 100)$. Namun untuk lubang baut berdiameter kurang dari 24 mm berdasarkan Standar

Nasional Indonesia diameter nominal lubang yang sudah jadi harus di tambah 2mm lebih besar dari diameter baut.

Perhitungan tahanan nominal sambungan tarik menurut standar nasional indonesia dapat dihitung dengan cara :

$$T_u = \Phi \cdot T_n$$

Dimana :

T_u = tahanan tarik aksial terfaktor

Φ = faktor tahanan

(0,9 untuk kondisi leleh)

(0,75 untuk kondisi fraktur)

T_n = tahanan nominal

besarnya tahanan nominal untuk suatu batang sambungan tarik ditentukan dalam tiga kondisi yaitu keruntuhan leleh, fraktur dan geser blok.

Kuat tarik baja merupakan perbandingan beban terhadap luas penampang baja. Tes kuat tarik baja dilaksanakan untuk mengetahui mutu dari material yang akan dibuat sambungan benda uji sesuai dengan syarat yang ditentukan. Kuat tarik baja dapat dihitung dengan cara :

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Dimana :

σ = tegangan kuat tarik baja

P = beban tarik

A = luas penampang baja

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental (percobaan) untuk mengetahui sifat karakteristik dari sifat material dan analisis terhadap data hasil penelitian menggunakan pendekatan deskriptif-kuantitatif.

Adapun tahapan-tahapan dalam penelitian ini, sebagai berikut:

1. Tahap I (Persiapan)

Pada tahap ini merupakan persiapan dari alat-alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian yang akan dilakukan, sehingga mempermudah ketika penelitian sedang dilakukan.

2. Tahap II (Pengujian Bahan)

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian awal dari material penelitian, untuk mengetahui kualitas mutu dari bahan yang akan digunakan. Bahan-bahan yang akan diuji yaitu pelat baja 5mm. Dimana pengujian material pelat baja dilaksanakan di laboratorium Universitas Negeri Surabaya.



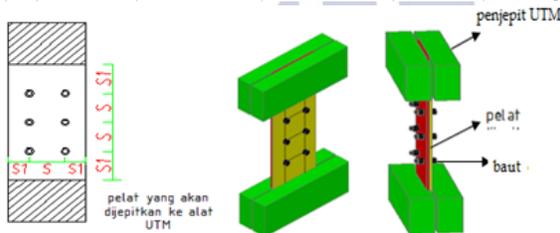
Gambar 1 Desain Uji Mutu Material

3. Tahap III (Menentukan Jarak Baut dan Jarak Tepi)
Tahapan ini merupakan tahapan proses perhitungan tata letak baut yang meliputi jarak antar baut dan jarak baut dengan tepi pada sambungan pelat baja, agar sesuai dengan persyaratan desain benda uji yang direncanakan.
4. Tahap IV (Pembuatan Benda Uji)
Pada tahap ini adalah proses pembuatan sambungan sesuai desain rencana sesuai dengan persyaratan yang telah ditentukan.

Berikut ini merupakan desain benda uji yang dibuat.

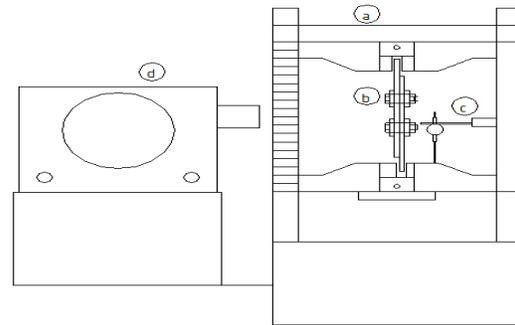
Tabel 1 Rencana Desain Benda Uji

No	Sambungan	Jarak Baut Tepi	Jarak Antar Baut	Tebal Pelat	Ø baut
		mm	mm	mm	mm
1	A 0	40	70	5	16
2	A 1	35	80	5	16
3	A 2	30	90	5	16
4	A 3	25	100	5	16
5	A 4	20	110	5	16
6	A 5	15	120	5	16



Gambar 2 Rencana Desain Benda Uji

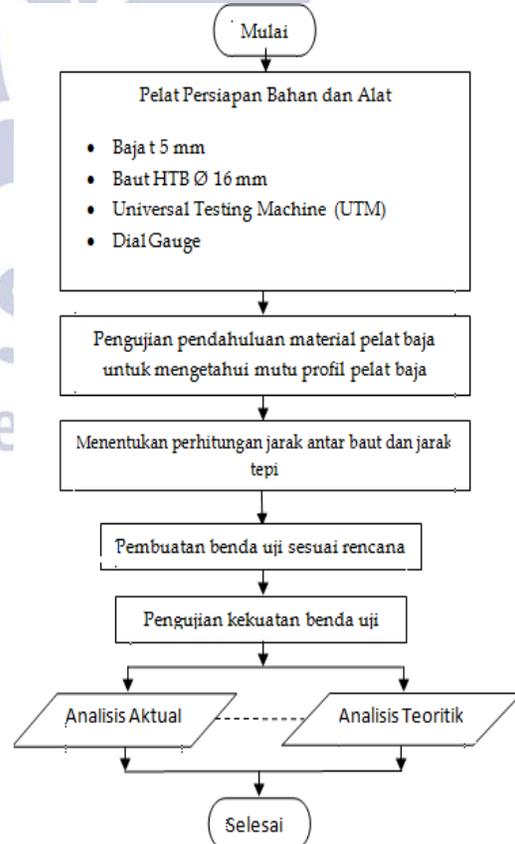
5. Tahap V (Pengujian)
Tahap ini dapat dimulai pengujian-pengujian benda uji sambungan pelat baja, yang bertujuan untuk mengetahui kuat tarik setiap sambungan. Berikut langkah-langkah dari pengujian kuat tarik sambungan pelat baja.
 - a. Menyiapkan sambungan pelat tarik yang akan di uji.
 - b. Lengkapi benda uji dengan nomor sesuai tipe sambungan dan ukuran ketebalan benda uji.
 - c. Siapkan Alat UTM (*Universal Testing Machine*) dan *dial gauge*.
 - d. Pasang benda uji dengan mejepit benda uji pada alat penjepit di UTM.
 - e. Tarik benda uji dan catat pembebanan setiap pembacaan per 50 pada dial.
 - f. Amati pembebanan hingga mencapai beban maksimal.
 - g. Hentikan pembebanan apabila beban telah mencapai maksimal.
 - h. Ambil benda uji yang telah selesai dilakukan pengujian.
 - i. Catat bagaimana kerusakan yang terjadi pada benda uji.



Gambar 3 Set Up Pengujian Benda Uji

Keterangan :

- a. Alat UTM
 - b. Benda Uji
 - c. *Dial Gauge*
 - d. Bagian Untuk Membaca Beban
6. Tahap VI (Analisis Data)
Pada tahap ini data dan hasil penelitian yang telah diperoleh dari pengujian akan dianalisis hingga memperoleh hasil kesimpulan. Hasil kuat tarik yang diperoleh dari UTM akan dibandingkan dengan nilai kuat tarik secara teoritik.
 7. Tahap VII (Kesimpulan)
Pada tahap ini data yang sudah dianalisa dapat dibuat suatu kesimpulan yang berhubungan berdasarkan tujuan penelitian.

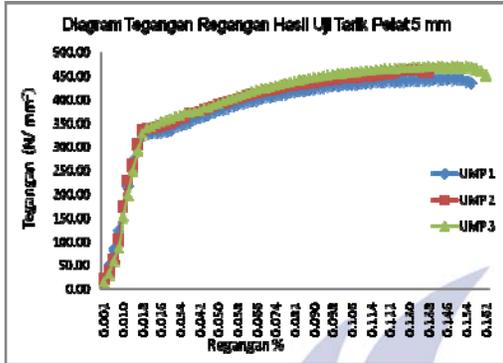


Gambar 4 Diagram Metode Eksperimen Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pemeriksaan Bahan

Bahan yang terkait dalam penelitian ini meliputi pelat baja 5 mm, dan baut diameter 16 mm. Berikut ini adalah hasil pengujian mutu material pelat baja.



Gambar 5 Diagram Tegangan Regangan

Berdasarkan gambar 3 dilakukan rata-rata dapat diperoleh titik leleh (f_y) material pelat baja pada tegangan 332 N/mm², regangan 0,02 % dan titik putus (f_u) pada tegangan 458 N/mm². Namun untuk mutu *High Tensile Bolt* (HTB) ditinjau dari titikleleh (f_y) dan titik putus (f_u) akan ditunjukkan melalui table 2 yang ditinjau dari Pedoman Pemasangan Baut Jembatan, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Tabel 2 Sifat Mekanik Baut

	A325	Grade 8.8	A490	Grade 10.9	F10T
Tegangan Leleh (Mpa)	660	640 (1) 660 (2)	940	940	900
Tegangan Tarik Putus (Mpa)	830	800 (1) 830 (2)	1040-1210	1040	1000-1200
Tegangan Proof load (Mpa)	600	580 (1) 600 (2)	830	830	-

Keterangan : (1) diameter baut \leq 16mm
(2) diameter baut \geq 16 mm

2. Analisis Teoritik Sambungan

Analisis secara teoritik dilakukan untuk mengetahui kekuatan dari benda uji secara teoritik dan akan dijadikan sebagai bahan analisis berikutnya. Analisis teoritik ini ditinjau dari 3 kondisi diantaranya yaitu :

a. Kondisi Leleh Penampang Kotor

$$A_g \times F_y$$

b. Fraktur Penampang Efektif

$$U \times A_n$$

c. Kondisi Geser Blok

geser leleh-tarik fraktur

$$0,6 \cdot f_y \cdot A_{gv} + f_u \cdot A_{nt}$$

geser fraktur-tarik leleh

$$0,6 \cdot f_u \cdot A_{nv} + f_y \cdot A_{gt}$$

Berikut adalah hasil dari perhitungan kuat tarik sambungan secara teoritik.

Tabel 3 Kekuatan Sambungan Teoritik

No	tipe sambungan	jarak baut tepi	Ø baut	tebal pelat	T _{n1}	T _{n2}	T _{n3}	T _{n4}
		mm	mm	mm	kN	kN	kN	kN
1	A0	40	16	5	224	166	-	440
2	A1	35	16	5	224	166	-	427
3	A2	30	16	5	224	166	-	415
4	A3	25	16	5	224	166	-	402
5	A4	20	16	5	224	166	-	390
6	A5	15	16	5	224	166	-	377

Keterangan: a. T_{n1} = kondisi leleh penampang kotor

b. T_{n2} = kondisi fraktur

c. T_{n3} = geser leleh-tarik fraktur

d. T_{n4} = geser fraktur-tarik leleh

3. Pengujian Sambungan Pelat Baja

Pengujian sambungan pelat tarik dilakukan di Laboratorium Ilmu Bahan Universitas Negeri Surabaya. Sambungan pelat tarik diuji menggunakan mesin UTM (*Universal Testing Machine*), sehingga dapat diketahui kekuatan maksimal sambungan pelat tarik. Berikut foto *set up* pengujian.



Gambar 6 Set up Pengujian

Pengujian kuat tarik sambungan yang telah dilakukan memberikan hasil kuat tarik (P maks) sambungan

dan alur keruntuhan sambungan pada tabel dan grafik sebagai berikut.

Tabel 4 Uji Tarik Sambungan

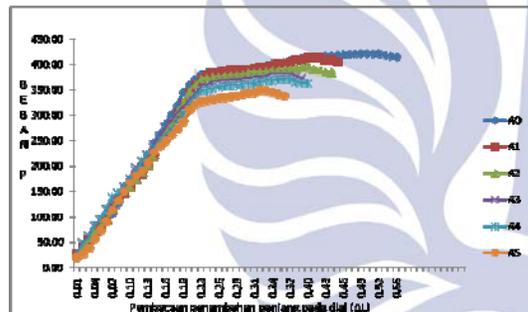
No	Tipe Sambungan	Jarak Baut Tepi	P Maks	Perilaku Keruntuhan
		Mm	kN	
1	A0	40	422	PM, LP, FR
2	A1	35	414	PM,LP, FR, PRS
3	A2	30	393	PM, LP, FR
4	A3	25	381	PM,LP, FR, PRS
5	A4	20	372	PM, LP, FR
6	A5	15	350	PM, LP, FR

Keterangan : PM (Pelat Melengkung)

LP (Leleh Penampang Brutto)

FR (Fraktur Netto)

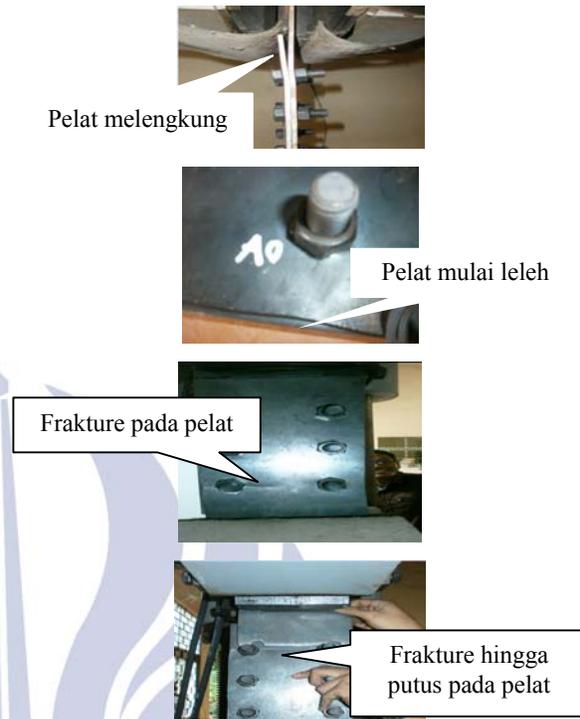
PRS (Pelat Robek Hingga Putus)



Gambar 7 Grafik Alur Pembebanan

Pengujian sambungan pelat tarik dengan jarak tepi 40 mm mengalami alur keruntuhan dimulai dari pelat melengkung, lalu berlanjut dengan terjadinya leleh penampang brutto, setelah itu sambungan pelat tarik mengalami perpanjangan sebesar 8 mm dari panjang awal akibat adanya beban tarik yang diterima oleh sambungan senilai 422 kN (P maks). Pada pembacaan beban berikutnya pembebanan mulai mengalami penurunan tetap sebesar 417 kN hingga sambungan tidak dapat menerima beban lagi dan keruntuhan fraktur terjadi, sehingga sambungan mengalami robek di sekitar tepi lubang baut. Alur keruntuhan tersebut juga terjadi pada sambungan tarik dengan jarak tepi sebesar 30 mm, 20 mm, 15 mm. Tetapi sambungan dengan jarak tepi sebesar 35 mm dan 25 mm alur keruntuhan yang terjadi memiliki kesamaan dengan sambungan jarak tepi sebesar 40 mm, 30 mm, 20 mm , 15 mm, namun setelah mencapai pembebanan P maks pembacaan

beban mengalami penurunan sehingga sambungan mengalami robek hingga putus.



Gambar 8 Alur Keruntuhan Sambungan

4. Analisis Kuat Tarik Sambungan

Nilai kuat tarik sambungan pada analisis ini, diambil dari nilai maksimum setiap pengujian sambungan pelat tarik yang ada pada tabel 4. Nilai kuat tarik uji sambungan akan dibandingkan dengan nilai kuat tarik teoritik dengan kondisi geser blok yang ada pada tabel 3, sehingga dapat diketahui nilai *failure* yang terjadi pada setiap sambungan. Adapun Hasil dari perbandingan tersebut sebagai berikut:

Tabel 5 Analisa Kuat Tarik

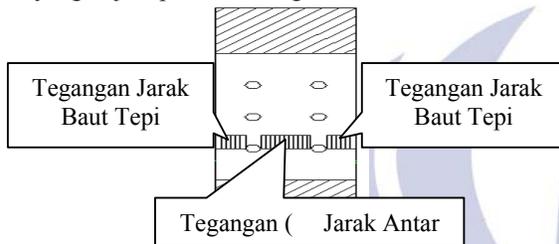
No	Jarak Baut Tepi	T _n Aktual	T _n Teoritik	Rasio %	Failure %
1	40 mm	422	440	95.90	4.10
2	35 mm	414	428	96.88	3.12
3	30 mm	394	415	94.86	5.14
4	25 mm	382	403	94.82	5.18
5	20 mm	372	390	95.35	4.65
6	15 mm	351	378	92.81	7.19

Dari analisa tabel 5 menunjukkan hasil bahwa kekuatan kuat tarik aktual lebih kecil dibandingkan

kuat tarik teoritik, sehingga sambungan pelat tarik dapat dikatakan aman. Analisah tabel 5 juga menunjukkan bahwa nilai kuat tarik aktual maupun teoritik terus menurun berbanding lurus dengan semakin kecilnya jarak baut dengan tepi.

5. Analisis Tegangan Kuat Tarik Pada Sambungan

Tegangan (σ) merupakan gaya yang diakibatkan oleh kuat tarik P terhadap luas penampang netto (A_n). Tegangan aktual akan dibandingkan dengan tegangan teoritik, untuk mengetahui kekuatan dari masing-masing tipe sambungan (benda uji). Berikut merupakan gambar distribusi tegangan kuat tarik yang terjadi pada sambungan :



Gambar 9 Distribusi Tegangan Kuat Tarik Pada Sambungan

Dari hasil distribusi beban akan diperoleh nilai beban yang akan diterima oleh setiap wilayah. Berikut hasil dari distribusi beban tersebut:

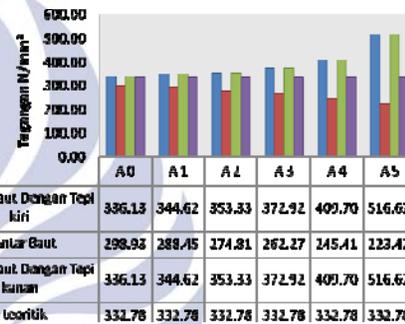
Tabel 6 Distribusi Beban Setiap Wilayah

No	Jarak Baut Tepi	Tebal Pelat	P Leleh	P Jarak Antar Baut	P Jarak Baut Tepi
	Mm	Mm	kN	kN	kN
1	40	5	390	182.35	104.20
2	35	5	384	204.80	89.60
3	30	5	371	222.60	74.20
4	25	5	358	238.67	59.67
5	20	5	338	247.87	45.07
6	15	5	310	248.00	31.00

Dari hasil pembebanan tabel 6 akan diketahui besarnya tegangan setiap wilayah pada sambungan. Berikut adalah hasil dari distribusi tegangan yang diterima setiap wilayah sambungan .

Tabel 7 Distribusi Tegangan Setiap Wilayah

No	Jarak Baut Tepi	Tebal Pelat	P Leleh	σ Jarak Antar Baut	σ Jarak Baut Tepi
	Mm	mm	kN	N/mm ²	N/mm ²
1	40	5	390	298.93	336.13
2	35	5	384	288.45	344.62
3	30	5	371	274.81	353.33
4	25	5	358	262.27	372.92
5	20	5	338	245.41	409.70
6	15	5	310	223.42	516.67



Gambar 10 Diagram Perbandingan Tegangan

Dari gambar diagram 7 menjelaskan bahwa kegagalan setiap sambungan terjadi pada jarak baut dengan tepi kiri maupun tepi kanan, karena tegangan yang terjadi jarak baut dengan tepi setiap sambungan melebihi tegangan dari mutu pelat. Pada jarak antar baut dapat dinyatakan tidak mengalami kegagalan sambungan, karena tegangan yang terjadi pada setiap sambungan tidak melebihi dari tegangan mutu pelat. Hasil nilai tegangan yang ditunjukkan dari diagram diatas keseimbangan tegangan yang ideal dimiliki oleh tipe sambungan tipe A 0.

6. Analisis Keruntuhan Lubang dan Baut

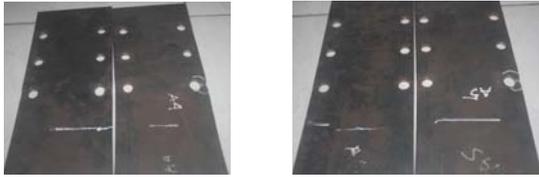
Analisis ini ditinjau berdasarkan nilai tegangan tarik secara teori dibandingkan dengan nilai tegangan tarik secara aktual yang di tinjau dari gambar 10.



Gambar 11 Kerusakan Lubang Baut Jarak 40 mm dan 35 mm



Gambar 12 Kerusakan Lubang Baut Jarak 30 mm dan 25 mm



Gambar 13 Kerusakan Lubang Baut Jarak 20 mm dan 15 mm

Saat pengujian, kondisi keruntuhan sambungan yang terjadi diawali dengan pelat melengkung pada bagian ujung sehingga menimbulkan robekan pada sekitar lubang dan bertambah besarnya lubang baut. Bertambahnya besar lubang dapat diketahui dengan membandingkan besar lubang sebelum dengan lubang sesudah pengujian.



Gambar 14 Pengukuran Lubang Baut

Tabel 8 Pertambahan Besar Lubang Baut

No	Jarak Baut Tepi	Lubang		Δ
		Sebelum	Sesudah	
		Mm	Mm	
1	40	18	21	3
2	35	18	24	6
3	30	18	23	5
4	25	18	24	6
5	20	18	23	5
6	15	18	21	3

Tabel diatas menunjukkan perubahan diameter lubang baut terjadi setelah dilakukan pengujian pada sambungan tarik. Perubahan lubang tersebut dikarenakan adanya gaya tarik yang diterima oleh sambungan.

PENUTUP

Simpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan sebagai berikut:

1. Uji tarik pada setiap sambungan, beban maksimal dari setiap benda uji dapat teridentifikasi, dimana sambungan jarak baut dengan tepi sebesar 40 mm adalah kekuatan terbesar. Nilai tegangan yang dihasilkan jarak antar baut tidak lebih besar dari tegangan jarak baut dengan tepi, maka semakin besar jarak antar baut tegangan yang dihasilkan semakin kecil tetapi semakin besar tegangan yang dihasilkan dari jarak baut dengan tepi begitupun sebaliknya. Adanya pengoptimalisasi pemasangan baut terhadap jarak tepi pada wilayah tarik dengan posisi baut tegak lurus terhadap arah gaya menyebabkan keruntuhan sambungan yang terjadi pada setiap tipe sambungan hampir memiliki kesamaan diantaranya pelat melengkung pada bagian ujung, leleh penampang bruto, kerusakan fraktur pada netto pelat bahkan pelat mengalami robek hingga putus saat pengujian dilakukan.
2. Kekuatan ultimit pada setiap tipe sambungan dengan variasi jarak baut dengan tepi semakin kecil pada wilayah tarik, maka kekuatan ultimit (P Maks) yang dihasilkan semakin kecil. Hal ini dapat dilihat dari hasil analisis secara teoritik dengan kondisi geser blok (kondisi geser fraktur – tarik leleh) maupun hasil dari pengujian aktual (laboratorium). Nilai kuat tarik secara teoritik pada sambungan dengan jarak tepi 40mm, 35mm, 30mm, 25mm, 20mm dan 15mm sebesar 440kN; 427kN, 415kN; 402kN; 390kN dan 377kN, sedangkan nilai dari pengujian aktual (laboratorium) sebesar 422kN, 414kN, 393kN, 381kN, 372kN dan 350kN.

Saran

Penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, peneliti akan memberikan saran-saran untuk penelitian selanjutnya diantaranya yaitu:

1. Alat *Universal Testing Machine* dilengkapi dengan pembacaan *automatic* menggunakan komputer supaya ketelitian pengujian dapat dipertanggung jawabkan, terutama pada saat keruntuhan benda uji dan grafik hasil pengujian.
2. Perlu adanya penelitian tentang jarak tepi baut pada wilayah tarik dengan jarak lebih besar dari 40 mm.
3. Perlu adanya penelitian tentang variasi tebal pelat dengan mengoptimalisasi jarak tepi baut pada wilayah geser.
4. Perlu adanya penelitian mengenai variasi tebal pelat dengan mengoptimalisasi jarak antar baut pada wilayah geser.

DAFTAR PUSTAKA

- Amon Rene, Knobloch Bruce, Mazumder Atanu. 2000. Perencanaan Konstruksi Baja Untuk Insinyur Dan Arsitek Jilid 1. Jakarta: Pradnya Paramita
- Anonimous. 2002. Standart Nasional Indonesia 03-1729-2002 Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung. Bandung :Badan Standarisasi Nasional.
- Bowles, Joseph E. 1985. Disain Baja Konstruksi (Structural Steel Design) . Jakarta: Erlangga
- Dewobroto Wiryanto, Besari Sahari. 2009. “Distorsi Sambungan Baut akibat Curling dan Pencegahannya”. Jurnal Teknik Sipil. Vol. 16 no 2: hal. 51
- Oentoeng. 2000. Struktur Baja. Surabaya: Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Kristen PETRA Surabaya
- Setiawan, Agus. 2008. Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD (Sesuai SNI 03-1729-2002). Jakarta: Erlangga
- Setiyarto, Y.Djoko. 2012. “Studi Parametrik dan Eksperimental: Pengaruh Tata Letak Baut Pada Sambungan Momen Sebidang untuk Struktur Baja Cold Formed”. Jurnal Majalah Ilmiah UNIKOM. Vol. 08 no 1: hal. 09
- Setiyarto, Y.Djoko. 2012. “Studi Numerik: Tinjauan Kondisi Batas Regangan Maksimum Pada Pelat Tarik Baja Berlubang”. Jurnal Majalah Ilmiah UNIKOM. Vol. 08 no 2: hal. 191-198
- Susilo, Gatot Amrih. 2010. Uji Sambungan Baut Pada Sayap Batang Tekan Menggunakan Profil Double Canal UNP. Surakarta: Universitas Sebelas Maret – Jurusan Teknik Sipil.

