

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

REKATS



UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME: 02	NOMER: 02	HALAMAN: 104 - 111	SURABAYA 2017	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 2 Nomer 2/rekat/17 (2017)	
PEMANFAATAN BATU APUNG DALAM PEMBUATAN BETON RINGAN DENGAN PENAMBAHAN LUMPUR SIDOARJO (LUSI) SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN DAN POROSITAS	
<i>Abdul Ra'uf Alfansuri, Arie Wardhono,</i>	01 – 11
ANALISA SISA MATERIAL DAN PENANGANANNYA PADA PROYEK APARTEMEN <i>ROYAL CITYLOFT</i> SURABAYA	
<i>M. Alfin Ahfiyatna, Didiek Purwadi,</i>	12 – 23
PENGARUH PENYIRAMAN TERHADAP KUAT TEKAN DAN PERMEABILITAS <i>PAVING STONE GEOPOLYMER</i> BERBAHAN DASAR ABU TERBANG	
<i>Raditya Eko Kurniawan, Arie Wardhono,</i>	24 – 35
STUDI POLA OPERASI WADUK WONOREJO UNTUK PLTA	
<i>Pandra Christanty Suharto, Kusnan,</i>	36 – 41
ANALISIS NILAI PRODUKTIVITAS PEKERJAAN PEMASANGAN DINDING PRECAST PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT	
<i>Fani Febri Dewi Utami, Mas Suryanto HS,</i>	42 – 54
PRODUKTIVITAS KELOMPOK KERJA PEMASANGAN BEKISTING DAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHINYA PADA PROYEK GEDUNG BERTINGKAT DI WILAYAH SURABAYA	
<i>Rizky Astri Widyawati, Sutikno,</i>	55 – 76
ANALISIS PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN RANGKA BAJA MODEL <i>K-TRUSS</i>	
<i>Ndaru Kusumo, Karyoto,</i>	77 – 86
<i>MODEL HUBUNGAN ANTARA KERUSAKAN PERKERASAN LENTUR DAN KOMPOSISI LALU LINTAS PADA JALAN PROVINSI DI KABUPATEN MOJOKERTO</i> <i>(Studi Kasus: Jl. Raya Mlirip, Jl. Magersari-Ngares Kidul, Jl. Raya Gempolkerep)</i>	
<i>Rizki Inkasari, Purwo Mahardi,</i>	87 – 97

PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH ASBES SEBAGAI BAHAN TAMBAH CAMPURAN BETON
TERHADAP KUAT TEKAN DAN MODULUS ELATISITAS BETON

Liga Triswasono, Sutikno, 98 – 103

PENGOPTIMALAN PEMASANGAN JARAK ANTAR BAUT TERHADAP TERJADINYA *CURLING*
PADA SAMBUNGAN PELAT

Hendry Yudha Pranata, Arie Wardhono, 104 – 111



PENGOPTIMALAN PEMASANGAN JARAK ANTAR BAUT TERHADAP TERJADINYA *CURLING* PADA SAMBUNGAN PELAT

Hendry Yudha Pranata

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: hendryyudha22@gmail.com

Abstrak

Sambungan sangat berperan penting dalam konstruksi baja, terutama dengan menggunakan baut. Oleh karena itu, masalah pengoptimalan pemasangan jarak antar baut terhadap terjadinya *curling* pada sambungan pelat perlu adanya berbagai percobaan dan perhitungan agar dapat meminimalkan terjadinya fenomena *curling*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perilaku sambungan pelat dengan mengoptimalkan jarak pemasangan posisi antar baut terhadap terjadinya *curling* dan mengetahui kerusakan apa yang akan terjadi. Kemudian untuk mengetahui kekuatan sambungan tarik pada pelat baja *hot-rolled*. Hasil yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan membuktikan bahwa dengan adanya pengoptimalisasian pemasangan letak jarak antar baut terhadap perilaku kegagalan sambungan yang pada awalnya bermula dari sambungan leleh hingga pelat mengalami robek dan putus. Tingkat kekuatan kuat tarik pada sambungan menjadi turun seiring dengan mengecilnya jarak pengoptimalisasian pemasangan antar baut begitu juga dengan fenomena *curling* yang terjadi, semakin besar jarak antar baut pada sambungan pelat maka semakin kecil fenomena *curling* yang terjadi. Sebaliknya, jika semakin kecil jarak antar baut pada sambungan pelat maka semakin besar fenomena *curling* yang terjadi. Dalam hal ini, kuat tarik yang paling ideal dan yang paling optimal tercapai pada jarak antar baut sebesar 65 mm yaitu sebesar 258 kN.

Kata Kunci: sambungan, jarak antar baut, kuat tarik, fenomena *curling*.

Abstract

The form of connections are very important in steel construction, which is primarily when it uses the bolts. Therefore, the problems with the optimization of distance interbolt installation to the curling occurrence in connection plate are need to be involve in any experiments and calculations in order to minimize the curling phenomenon occurrence. The purpose of this research are to discover the plate connection behavior with optimizing the distance of interbolt position installation to the curling occurrence and discover the damage that will be happen and then to discover the strength of pull connection in hot-rolled steel plate. The results of this research show that use the optimization of distance interbolt installation to the failure connection behavior which is in the beginning it starts from the melt connection till the plate is tearing and breaking up. Level of the pull strength in the plate is low while the distance of optimization of interbolt installation is getting wane as same as the curling phenomenon which occurred, the interbolts distance is bigger on the plate connection so the curling phenomenon which occurred is smaller. Otherwise, if the interbolts distance is smaller in the plat connection so the curling phenomenon which occurred is bigger. In this case, the most ideal and optimal of the pull strength which were reach on the interbolts distance at 65 milimeters is 258 kN.

Keywords: connection, the distance of interbolts, pull strength, the curling phenomenon.

PENDAHULUAN

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

Baja (*hot-rolled*) merupakan salah satu bahan yang sering dipakai dalam suatu perencanaan konstruksi, sehingga sambungan baja yang menggunakan baut

merupakan bagian yang tak terpisahkan dari perkembangan tersebut. Pembangunan konstruksi pabrik tanpa melibatkan unsur sambungan dengan menggunakan baut karena menurut Susilo (2010) setiap struktur baja merupakan rangkaian dari bagian-bagian tunggal yang harus disambungkan satu sama lain pada ujung batang dengan berbagai macam cara. Salah satunya dengan baut dan secara khusus baut berkekuatan tinggi. Namun perencanaan baut baja *hot-rolled* menurut Setyarto (2012) berbeda 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 bruto, 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 dicperoleh dari penelitian ini yaitu: (1) untuk mengetahui perilaku sambungan pelat dengan mengoptimalkan jarak pemasangan posisi antar baut terhadap terjadinya *curling* dan mengetahui kerusakan apa yang akan terjadi, (2) untuk mengetahui kekuatan sambungan pada pelat baja *hot-rolled*.

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 (kN)

Φ = faktor tahanan

(0,9 untuk kondisi leleh)

(0,75 untuk kondisi fraktur)

T_n = tahanan nominal (kN)

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 :

$$\sigma = P/A$$

σ = tegangan kuat tarik baja (N/mm²)

P = beban Tarik (N)

A = luas penampang baja (mm²)

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.

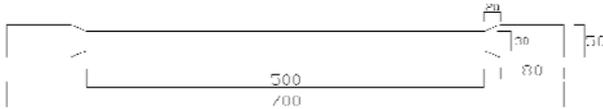
Adapun tahapan-tahapan dalam penelitian ini, sebagai berikut:

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.

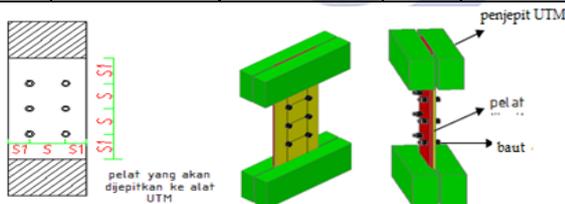
4. Tahap IV (Pembuatan Benda Uji)

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	Tipe Sambungan	Jarak Antar Baut mm	Ø Baut mm	Tebal Plat mm
1	A0	50	16	5
2	A1	65	16	5
3	A2	60	16	5
4	A3	45	16	5
5	A4	35	16	5



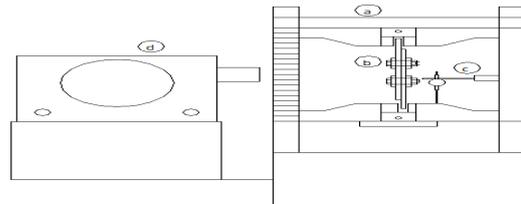
Gambar 2 Rencana Desain Benda Uji

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.

- Menyiapkan sambungan pelat yang akan di uji.
- Lengkapi benda uji dengan nomor sesuai tipe sambungan dan ukuran ketebalan benda uji.
- Siapkan Alat UTM (*Universal Testing Machine*) dan *dial gauge*.
- Pasang benda uji dengan mejepit benda uji pada alat penjepit di UTM.

- Tarik benda uji dan catat pembebanan setiap pembacaan per 50 pada dial.
- Amati pembebanan hingga mencapai beban maksimal.
- Hentikan pembebanan apabila beban telah mencapai maksimal.
- Ambil benda uji yang telah selesai dilakukan pengujian.
- Catat bagaimana kerusakan yang terjadi pada benda uji.



Gambar 3 Set Up Pengujian Benda Uji

Keterangan :

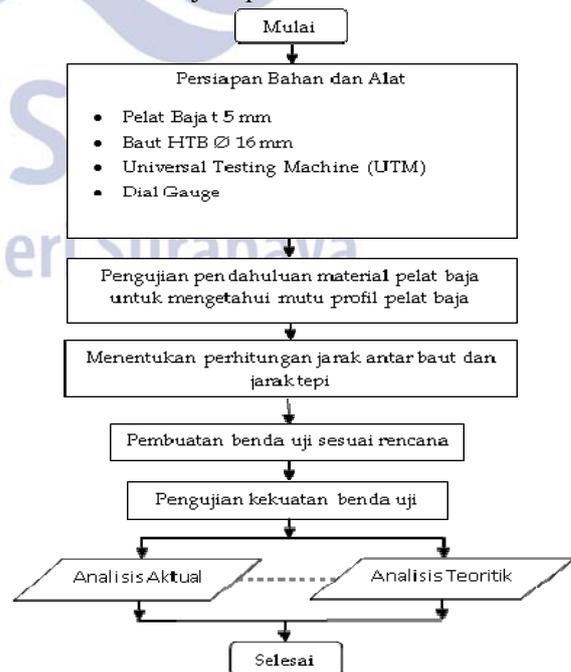
- Alat UTM
- Benda Uji
- Dial Gauge
- Bagian Untuk Membaca Beban

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.

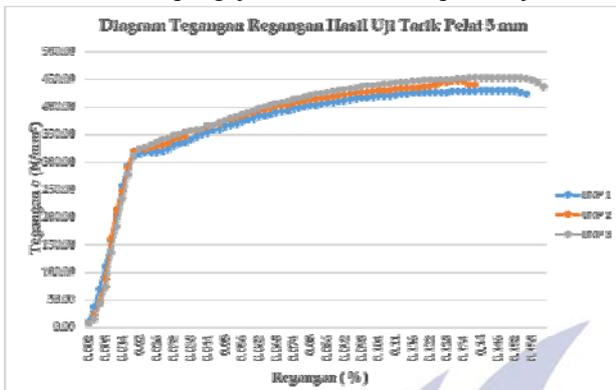


Gambar 4 Diagram Metode Eksperimen Penelitian

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 317.78 N/mm², regangan 0,02 % dan titik putus (f_u) pada tegangan 443.33 N/mm². Namun untuk mutu High Tensile Bolt (HTB) ditinjau dari titikleleh (f_y) dan titik putus (f_u) akan ditunjukkan melalui tabel 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. Analisa 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 :

- Kondisi Leleh Penampang Kotor
 $A_g \times f_y$
- Fraktur Penampang Efektif
 $U \times A_n$
- 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 Antar Baut	\varnothing Baut	Tebal Plat	T_{n1}	T_{n2}	T_{n3}	T_{n4}
		mm	mm	mm	kN	kN	kN	kN
1	A0	50	16	5	214.50	161.10	-	344.71
2	A1	65	16	5	214.50	161.10	-	404.56
3	A2	60	16	5	214.50	161.10	-	384.61
4	A3	45	16	5	214.50	161.10	-	324.76
5	A4	35	16	5	214.50	161.10	-	284.86

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

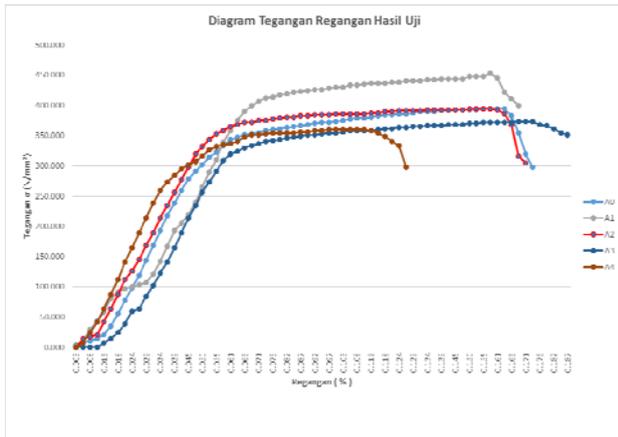
Pengujian sambungan pelat dilakukan di Laboratorium Ilmu Bahan Universitas Negeri Surabaya. Sambungan pelat diuji menggunakan mesin UTM (*Universal Testing Machine*), sehingga dapat diketahui kekuatan maksimal sambungan pelat.

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

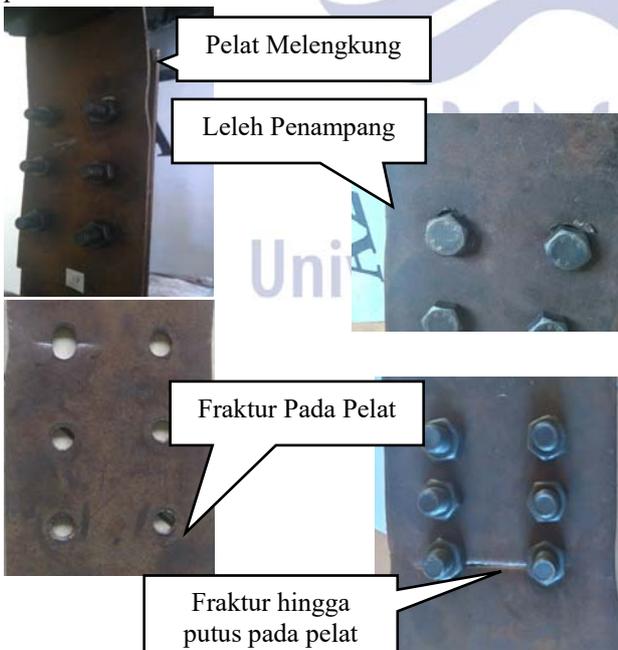
No	Tipe Sambungan	Jarak Antar Baut	P Maks	Perilaku Keruntuhan
		mm	kN	
1	A0	50	225	PM, LP dan FR
2	A1	65	258	PM, LP dan FR
3	A2	60	225	PM, LP dan FR
4	A3	45	213	PM, LP
5	A4	35	205	PM, LP, FR dan PRS

Keterangan : PM (Pelat Melengkung)
LP (Leleh Penampang Bruto)
FR (Fraktur Netto)
PRS (Pelat Robek Hingga Putus)



Gambar 6 Grafik Alur Pembebanan

Pengujian sambungan pelat dengan jarak antar baut 50 mm mengalami alur keruntuhan dimulai dari pelat melengkung lalu berlanjut dengan terjadinya leleh penampang bruto, setelah itu sambungan pelat mengalami perpanjangan sebesar 8 mm dari panjang awal akibat adanya beban Tarik yang diterima oleh sambungan senilai 225 kN (P maks). Pada pembacaan beban berikutnya pembebanan mulai penurunan tetap sebesar 170 kN hingga sambungan tidak dapat menerima beban lagi dan keruntuhan fraktur terjadi, sehingga sambungan mengalami robek disekitar tepi lubang baut. Alur keruntuhan tersebut juga terjadi pada sambungan dengan jarak antar baut sebesar 65 mm, 60 mm, 45mm, dan 35mm, namun pada tipe sambungan dengan jarak 35 mm setelah mencapai P maks pembacaan beban mengalami penurunan hingga sambungan mengalami robek hingga putus.



Gambar 7 Alur Keruntuhan Sambungan

4. Analisis Kuat Tarik Sambungan

Nilai kuat tarik sambungan pada analisis ini, diambil dari nilai maksimum setiap pengujian sambungan pelat 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:

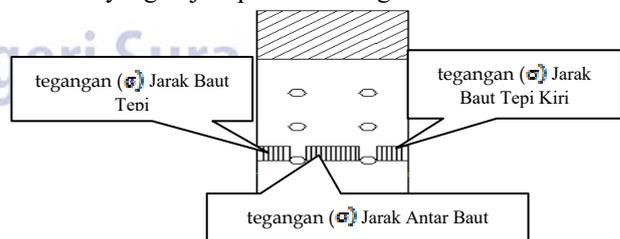
Tabel 5 Analisa Kuat Tarik

No	Tipe Sambungan	Jarak Antar Baut	Tn aktual	Tn Teoritik	Rasio (%)	Failure (%)
1	A0	50	225	344.71	65.27	34.7272
2	A1	65	258	404.56	63.77	36.2265
3	A2	60	225	384.61	58.50	41.4987
4	A3	45	213	324.76	65.59	34.4126
5	A4	35	205	284.86	71.97	28.0342

Dari analisa tabel 5 menunjukkan hasil bahwa kekuatan kuat tarik aktual lebih kecil dibandingkan kuat tarik teoritik, sehingga sambungan pelat dapat dikatakan aman. Analisa 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 8 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:

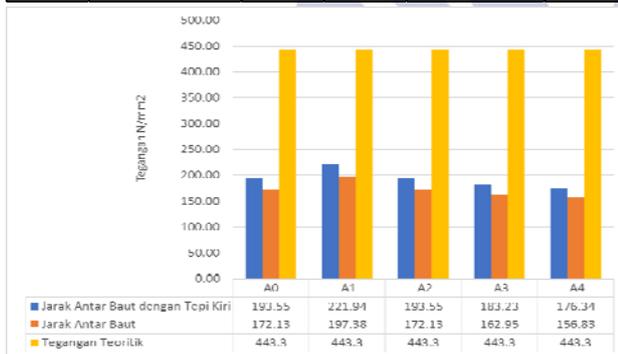
Tabel 6 Distribusi Beban Setiap Wilayah

No	Sambungan	Tebal Pelat	P max	P Jarak Baut Dengan Tepi kiri	P Jarak Antar Baut
		mm	KN	KN	KN
1	A 0	5	225.00	60.00	105.00
2	A 1	5	258.00	68.80	120.40
3	A 2	5	225.00	60.00	105.00
4	A 3	5	213.00	56.80	99.40
5	A 3	5	205.00	54.67	95.67

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	Sambungan	Tebal Pelat	P max	σ Jarak Baut Dengan Tepi	σ Jarak Antar Baut
		mm	KN	N/mm ²	N/mm ²
1	A 0	5	225.00	193.55	172.13
2	A 1	5	258.00	221.94	197.38
3	A 2	5	225.00	193.55	172.13
4	A 3	5	213.00	183.23	162.95
5	A 3	5	205.00	176.34	156.83



Gambar 9 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 ditinjau dari gambar 9.



Gambar 10 Kerusakan Lubang Baut Jarak 50 mm, 65 mm, 60 mm, 45 mm dan 35 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.

Tabel 8 Pertambahan Besar Lubang Baut

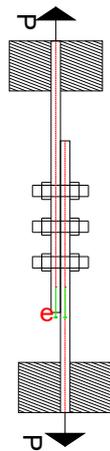
No	Tipe Sambungan	Lubang		Δ
		Sebelum	Sesudah	
		mm	mm	mm
1	A0	16	24	8
2	A1	16	25	9
3	A2	16	22	6
4	A3	16	20	4
5	A4	16	26	10

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.

7. Fenomena Pelat Melengkung / Curling pada Pelat

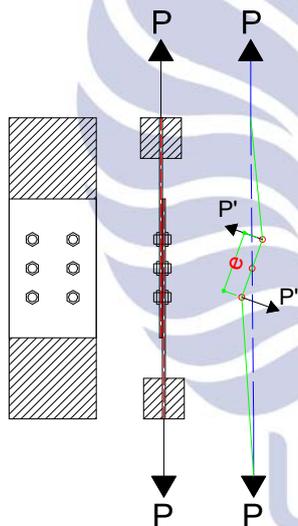
Sambungan lap (*lap - joint*) menempatkan pelat - pelat sambungan saling over lapping, sehingga sumbu - sumbu pelat tidak segaris, sehingga timbul eksentrisitas gaya - gaya yang dipindahkan, dengan kata lain pelat dipaksa untuk membentuk suatu gaya dengan arah

yang lurus, seperti yang digambarkan pada gambar 11.



Gambar 11 eksentrisitas pada lap-joint

Adanya eksentrisitas pada sambungan ini menyebabkan baut cenderung untuk berotasi. Jika kekakuan pelat tidak mencukupi maka pelat dapat melengkung.



Gambar 12 distorsi akibat eksentrisitas dan curling

Fenomena *curling* yang terjadi pada sambungan pelat akan menghasilkan suatu sudut dimana sudut yang terjadi dapat dihitung menggunakan fungsi tangen.

Tabel 9 Sudut pelat melengkung

No	Tipe Sambungan	Jarak Baut mm	e mm	Sudut o
1	A0	50	2.5	2.86
2	A1	65	2.5	2.20
3	A2	60	2.5	2.39
4	A3	45	2.5	3.18
5	A4	35	2.5	4.09

Hasil sudut yang didapat dari perhitungan fungsi tangen tersebut menyimpulkan bahwa semakin besar jarak antar baut pada sambungan pelat maka semakin kecil sudut yang dibentuk sebaliknya semakin kecil jarak antar baut pada sambungan pelat maka semakin besar sudut yang dibentuk dari fenomena *curling* sambungan pelat, dimana dalam hal ini tipe sambungan A1 yang paling optimal untuk mengurangi kejadian *curling* dengan jarak antar baut 65 mm.

PENUTUP

Simpulan

1. Uji tarik pada setiap sambungan, beban maksimal dari setiap benda uji dapat teridentifikasi, dimana sambungan dengan jarak antar baut sebesar 65 mm (tipe sambungan A1) adalah kekuatan terbesar. Nilai tegangan yang dihasilkan jarak antar baut lebih besar dari tegangan jarak baut dengan tepi, maka semakin besar jarak antar baut tegangan yang dihasilkan semakin besar tetapi semakin kecil tegangan yang dihasilkan dari jarak baut dengan tepi begitupun sebaliknya. Adanya pengoptimalisasian pemasangan jarak antar baut 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 daerah luar lubang baut, kerusakan fraktur pada netto pelat bahkan pelat mengalami robek hingga putus saat pengujian aktual (laboratorium) dilakukan.
2. Kekuatan ultimit pada setiap tipe sambungan dengan variasi jarak antar baut 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 tipe A0, A1, A2, A3, dan A4 sebesar 344.71 kN, 404.56 kN, 384.61 kN, 324.76 kN, dan 284.86 kN sedangkan nilai dari pengujian aktual (laboratorium) sebesar 225 kN, 258 kN, 225 kN, 213 kN, dan 205 kN. Nilai kuat tarik aktual yang berada dibawah kuat tarik teoritik menandakan terjadinya kegagalan (*failure*) pada sambungan dengan nilai sebesar 28.03% dimiliki oleh tipe sambungan A4; 34.41% dimiliki oleh tipe sambungan A3; 34.73% dimiliki oleh tipe sambungan A0; 36.23% dimiliki oleh tipe sambungan A1; dan 41.50% dimiliki oleh tipe sambungan A1

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 mengenai variasi tebal pelat dengan mengoptimalkan jarak antar baut pada wilayah geser.
3. Perlu adanya penelitian mengenai variasi diameter baut dengan mengoptimalkan 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.

Anonim,. 2002. SNI 1729:2015. Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural. Badan Standardisasi 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.