

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

REKATS



UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME: 01	NOMER: 01	HALAMAN: 56-63	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. Dr. Naniek Esti Darsani, M.Pd
6. Dr. Erina, S.T., M.T.
7. Drs. Suparno, M.T
8. Drs. Bambang Sabariman, S.T., M.T
9. 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. Agus Wiyono, S.Pd., M.T
4. 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 1 Nomer 1/rekat/16 (2016)	
PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH GAS ASETILEN PENGGANTI FLY ASH TERHADAP KUALITAS GENTENG BETON SESUAI SNI 0096:2007	
<i>Ian Syahril Hidayat Has, Suprpto,</i>	01 - 06
MANAJEMEN RESIKO KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA PADA PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN VENETIAN GRAND SUNKONO LAGOON DI SURABAYA	
<i>Septiana Posmarito, Karyoto,</i>	07 - 14
KUALIFIKASI PENGETAHUAN DAN KETERAMPILAN TUKANG PASANG BATU NON-SERTIFIKASI BERDASARKAN SKKNI PADA PROYEK PERUMAHAN SESDERHANA DI WILAYAH SIDOARJO	
<i>Satria Herdananda, Didiek Purwadi,</i>	15 - 23
ANALISIS PENYEBAB KERUNTUHAN TEBING SUNGAI JAGIR WONOKROMO RIVER IMPROVEMENT SURABAYA	
<i>Dwi Ratih Wesesa, Djoni Irianto,</i>	24 – 32
ANALISA PENANGGULANGAN BANJIR PADA SISTEM DRAINASE DAS SIDOKARE KABUPATEN SIDOARJO DENGAN MENGGUNAKAN HEC-RAS	
<i>Rossi Eka Mayasari, Djoni Irianto,</i>	33 - 41
HUBUNGAN TEGANGAN-REGANGAN GEOPOLYMER BERBAHAN DASAR ABU TERBANG (FLY ASH) DAN LIMBAH KERANG PADA TEMPERATUR NORMAL	
<i>Mokhamad Rusdha Maulana, Arie Wardhono,</i>	42 – 48
PENGARUH TETES TEBU SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN (ADMIXTURE) TERHADAP KUAT TARIK LENTUR DAN LEBAR RETAK BALOK BETON	
<i>Prastika Wahid Santoso, Arie Wardhono,</i>	49 – 55
PENGARUH JARAK PEMASANGAN <i>SELF DRILLING SCREW</i> (SDS) TERHADAP KUAT TARIK DAN KUAT GESER SAMBUNGAN BATANG TARIK RANGKA ATAP BAJA RINGAN.	
<i>Ivan David Kristanto, Suprpto,</i>	56 - 63

PENGARUH JARAK *SELF DRILLING SCREW* (SDS) PADA POLA PEMASANGAN TERHADAP KUAT TARIK DAN KUAT GESER SAMBUNGAN BATANG TARIK RANGKA ATAP BAJA RINGAN

Ivan David Kristanto

mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: ivan.dafie@yahoo.com

Suprpto

Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: suprap_sipil@yahoo.com

Abstrak

Sambungan dalam konstruksi sangat vital peranannya, salah satunya dalam sambungan *screw* pada rangka baja ringan. Pekerja konstruksi sering mengabaikan jarak *screw* dalam sambungan. Kesalahan dalam menentukan jarak *screw* akan berakibat fatal. Penelitian ini berlatar belakang pada masalah pemasangan *screw* pada sambungan antar bagian baja ringan. Oleh karena itu, penelitian ini mempunyai tujuan yaitu untuk mengetahui kekuatan jarak antar *screw* yang maksimal pada sambungan batang tarik. Kekuatan sambungan yang menjadi pembahasan adalah kuat tarik, kuat geser dan kegagalan yang terjadi. Penelitian ini dilakukan di laboratorium dengan memberikan gaya P pada benda uji rangka baja ringan. Bahan yang digunakan yaitu baja ringan dengan profil C.75.75 dan jenis *screw* yang digunakan adalah 10 16x16 CII. Pada penelitian ini direncanakan jarak spasi *screw* adalah $4df$; $4.5df$; $5df$; $5.5df$; $6df$; $6.5df$ dan $7df$, dengan d adalah diameter luar dari *screw* dan jarak tepi *screw* adalah $3df$. Hasil penelitian ini adalah adanya pengaruh terhadap jarak *screw* dengan kekuatan sambungan. Jarak *screw* berdampak langsung terhadap kekuatan. Kuat tarik batang maksimal yaitu pada jarak spasi *screw* $6df$ yaitu sebesar 16.37 KN. Kuat geser maksimal terjadi pada pelat tengah dengan jarak spasi $6df$. Kegagalan terjadi pada gaya geser pelat yang memiliki nilai paling kecil dibanding gaya geser baut. Sehingga mengakibatkan terjadi keruntuhan *tilling* dan *hole-bearing*.

Kata kunci: baja ringan, *screw*, kekuatan sambungan, jarak *screw*

Abstract

Connection in the construction has very vital role, one of them in the connection screw on the *cold-formed steel truss*. Construction workers often ignore the distance a screw in the connection. Error in determining the distance of the screw will be fatal. The research basic on the problem of mounting screw on the connection between a *cold-formed steel sections*.

Therefore, this research aims to know the strength of the maximum screw spacing on connection in tension. The connection strength that became a discussion is pull-over strength, shear strength and failures connections. This research was conducted in the laboratory by giving force P on test object, *cold-formed steel*. Used materials i.e. *cold-formed steel* with profiles C.75.75 and type of screw is 10 16x16 CII. On the research planned that distance screw spacing is $4df$; $4.5df$; $5df$; $5.5df$; $6df$; $6.5df$ dan $7df$, with d is the outer diameter of the screw and the edge distance of screw is $3df$. The results of this research is the influence on the distance a screw with a strength of connection. Screw distance directly impact the strength. Maximum Tension occurs on screw spacing distances $6df$ is equal 16.37 KN. Maximum Shear occurs at the middle of plate with spacing distance $6df$. A failure occurred on the shear of plate that has small value compared to the shear of bolt. Resulting occurred the collapse in *tilling* and *hole-bearing*.

Keywords: *Cold-Formed Steel, Screw, Connection Strength, Screw Distance*

PENDAHULUAN

Salah satu material yang sekarang ini banyak dipakai sebagai alternatif pengganti material kayu adalah baja ringan (*cold frame*). Hal ini dimaksudkan untuk

memperoleh hasil desain yang baik dengan memperhitungkan faktor ekonomis. Dengan maraknya isu *global warming* dan *illegal logging* menyebabkan ketersediaan kayu sebagai bahan bangunan menjadi

langka dan mahal. Penggunaan rangka atap baja ringan menurut para arsitek lebih efisien dibandingkan dengan rangka baja konvensional dan kayu.

Baja ringan (*cold formed steel*) salah satu bahan yang dipakai dalam perencanaan struktur yang mempunyai sifat-sifat penting yaitu homogen, *isotropic* dan daktilitas tinggi. Selain itu yang menjadi syarat utama dalam perencanaan struktur baja adalah kekuatan, kestabilan dan kekakuan.

Struktur rangka atap baja ringan adalah gabungan dari bagian tersendiri atau batang-batang yang harus disambung bersama membentuk konstruksi segitiga dimana garis sumbu batang harus lurus dan masing-masing menerima gaya tekan atau tarikan. Konstruksi rangka batang merupakan konstruksi rangka segitiga saja dimana garis sumbu batang harus lurus dan masing-masing hana menerima gaya tekan atau tarik. (Iden, 2010:41).

Kekuatan alat sambungan sekurang-kurangnya harus sama kuat dengan konstruksi yang disambung. Hal ini dimaksudkan agar pada suatu keadaan batas, kehancuran yang terjadi bukan pada alat sambung melainkan pada konstruksi yang disambung. Jenis alat sambung yang umum digunakan pada konstruksi baja ringan adalah sambungan dengan menggunakan alat sambung *Self Drilling Screw* (SDS) atau orang konstruksi lebih sering menyebutnya *screw*. *Screw* yang baik adalah *screw* yang secara teknis mampu menahan beban lebih besar dari beban ijin jenis *screw* yang dipasang pada profil baja ringan (Iden, 2010:78-79).

Pola pemasangan *screw* pada sambungan baja ringan belum ada standar yang dipakai di Indonesia. Peraturan SNI 03-1729-2002 hanya sebatas pada jarak minimal antar *screw* dan jarak *screw* ke tepi. Standar khusus untuk perhitungan kekuatan dan penentuan kebutuhan *screw* pada sambungan rangka atap baja ringan belum ada di Indonesia. Standar perhitungan struktur yang digunakan oleh produsen masih memakai AS/NZS 4600:2005 dari Australia, New Zealand dan SNI 7971-2013.

Penelitian ini mengamati pengaruh berbagai jarak *screw* terhadap kuat tarik dan kuat geser sambungan rangka atap baja ringan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya kuat tarik dan kuat geser sambungan batang tarik masing-masing pola *Self Drilling Screw* (SDS) pada sambungan rangka atap baja ringan, serta menganalisis keruntuhan yang terjadi pada masing-masing pola *Self Drilling Screw* (SDS) terhadap kuat tarik dan kuat geser sambungan rangka atap baja ringan.

Rangka kuda-kuda adalah bagian dari bangunan atas yang ada di antara balok ring dan atas. Profil rangka atap baja ringan yang beredar dipasaran terdiri dari profil

section, profil C, profil Z dan profil *hollow*. *Self Drilling Screw* (SDS) atau pekerja menyebutnya *Screw* yang baik adalah *screw* yang secara teknis mampu menahan beban lebih besar dari beban ijin jenis *screw* yang di pasang di kuda-kuda. Dalam satu sambungan (*joint*) konstruksi atap baja ringan, jumlah *screw* minimal dua buah (Agustinus,2010:9). Dalam praktek dilapangan biasanya satu sambungan minimal berisi tiga titik *screw* dengan maksud agar apabila terjadi kegagalan di satu *screw*, maka masih dapat di bebaskan ke *screw* yang lain.

Pemasangannya *screw* menggunakan bor dengan mata bor berupa socket SDS, atau biasa disebut dengan *screw driver*. Gambar 1 adalah sambungan pada rangka atap baja ringan yang ada dilapangan. Terlihat bahwa setiap sambungan memiliki jumlah alat sambung *screw* tiga buah.



Gambar 1. Sambungan rangka atap baja ringan.

Desain kekuatan sambungan dihitung berdasarkan pengaruh luas daerah penampang *netto* sambungan (A_n) terhadap tegangan tarik putus profil (f_u) yang digunakan sebagai sambungan.

Tegangan leleh (*Yield Strength*) baja ringan (f_y) adalah 5500 kg/m^2 atau 550 MPa dengan standar bahan ASTM A792, JIS G3302, SGC 570. Tegangan leleh untuk perencanaan tidak boleh diambil melebihi nilai yang telah ditentukan (Iden, 2010:15). Menurut AS/NZS 4600:2005 Tabel 1.5 (2005:27), tegangan tarik putus baja ringan (f_u) adalah 550 MPa . Menurut Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia (PPBBI) (1984:4) sifat mekanisme lainnya adalah sebagai berikut : Modulus geser : $G = 80.000 \text{ N/mm}^2$. Modulus elastisitas : $E = 200.000 \text{ N/mm}^2$. Poisson rasio : $\mu = 0,3$

Rumus perhitungan tegangan (σ) dinyatakan dengan:

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Keterangan :

σ : tegangan (N/mm^2)

P : beban yang diberikan (N)

A : luas penampang baja ringan (mm^2)

Rumus Perhitungan Regangan ()

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L} \quad (2)$$

Keterangan :

: regangan

L: penambahan panjang (mm)

L : panjang awal (mm)

Rumus Perhitungan Modulus Elastisitas (E)

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad (3)$$

Keterangan :

E : modulus elastisitas (N/mm^2)

: tegangan (N/mm^2)

: regangan

Rumus perhitungan Modulus Geser (G)

$$G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \mu)} \quad (4)$$

Keterangan :

G : modulus geser (N/mm^2)

E : modulus elastisitas (N/mm^2)

μ : 0,3

Kuat tarik nominal sambungan SDS dengan gaya tarik yang ditimbulkan akibat gaya tegak lurus pada jenis sambungan zig-zag vertikal menurut AS/NZS 4600:2005 pasal 5.4.2.2 (3) adalah:

$$N_t = A_n \cdot f_u \quad (5)$$

Keterangan :

N_t : kuat tarik nominal sambungan (N)

f_u : tegangan tarik putus baja ringan (N/mm^2)

Analisa ini berdasarkan gaya yang ada pada batang tarik yang dibandingkan dengan gaya geser pada screw. Nilai dari geser screw ini harus melebihi dari nilai gaya batang tarik tersebut. Sehingga screw mampu menahan gaya batang tarik secara keseluruhan.

Menurut Agus Setiawan (62:110) ditentukan bahwa nilai kuat geser nominal sambungan Screw adalah:

$$R_n = 0.75 \cdot r_l \cdot m \cdot f_u \cdot A_b \quad (6)$$

Keterangan :

r_l : kuat geser nominal sambungan (N)

f_u : kuat tarik baut (Mpa)

A_b : luas brutto penampang baut

m : jumlah bidang geser

Pada AS/NZS 4600:2005 pasal 5.6.1 (2) ditentukan bahwa nilai kuat geser nominal sambungan Screw adalah:

$$V_n = 0.6 \cdot f_u \cdot A_{wn} \quad (7)$$

Keterangan :

V_n : kuat geser nominal sambungan (N)

A_{wn} : luas penampang badan pada sambungan (mm^2)

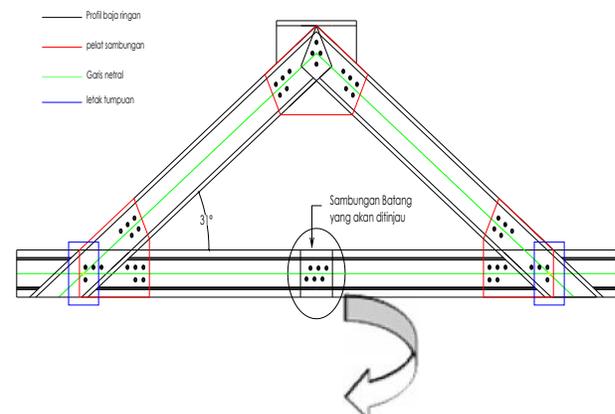
$$A_{wn} = (d_{wc} - n \cdot d) \cdot t \quad (8)$$

dimana :

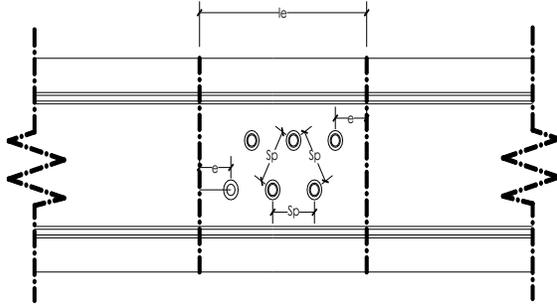
d_{wc} : kedalaman badan pada sambungan (mm)

METODE

Penelitian ini penulis berencana meneliti kuat tarik dan kuat geser yang dihasilkan oleh masing-masing pola pemasangan *Self Drilling Screw* (SDS) yang digunakan sebagai sambungan baja ringan di lapangan. Profil yang digunakan sebagai sambungan baja ringan adalah profil C75.75 dengan ketebalan profil sebesar 0,75 mm. Sambungan yang akan ditinjau adalah sambungan pada batang tarik. Desain sambungan sesuai dengan keadaan yang ada di lapangan sebenarnya. Jarak spasi antar SDS pada sambungan batang tarik adalah 4 df , 4.5 df , 5 df , 5.5 df , 6 df , 6.5 df dan 7 df . Dan jarak SDS ke tepi adalah 3 df sesuai jarak minimal yang disarankan pada penelitian (Prima 2014 : 156). Sudut yang dibentuk dalam kuda-kuda baja ringan adalah 31°, Bahwa diasumsikan rangka atap baja ringan digunakan untuk atap genteng. Penelitian ini menggunakan tujuh benda uji berupa sambungan rangka baja ringan untuk masing-masing memiliki jarak pemasangan SDS yang berbeda. Desain benda uji dapat dilihat pada gambar dibawah ini



F. Analisis keruntuhan sambungan dan kegagalan SDS



Gambar 2. desain benda uji

Pengujian menggunakan alat *load frame* yang disediakan oleh lab jurusan. Kedua ujung tumpuan dibuat sendi rol, kemudian dilakukan tes tekan pada bagian ujung kuda-kuda (*Apex*). Pemberian beban tes tekan dilakukan dengan *hydraulic jack* secara bertahap. Besarnya gaya yang ditimbulkan yang digunakan untuk pengolahan data dapat dibaca pada *monitor* pembacaan saat pengujian berlangsung, sedangkan untuk besarnya perpindahan dan pertambahan panjang (L) dapat dibaca pada *dial gauge*. Serta keruntuhan pada sambungan batang tarik dapat dilakukan pengamatan secara langsung dan melalui foto-foto yang diambil. Dalam pengujian diperoleh data-data nilai beban batang tarik, kekuatan geser yang diterima oleh sambungan sds dan pengamatan langsung jenis keruntuhan sambungan.



Gambar 3. Set up benda uji

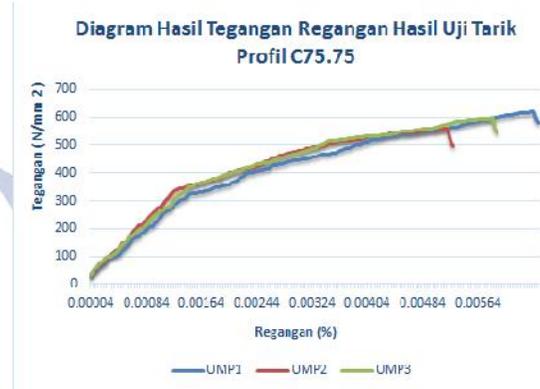
Penyajian dan analisis data dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian yang ditentukan. Analisis data akan dilakkan secara deskriptif dengan membandingkan data-data yang didapat selama eksperimen dan data-data teoritik hasil perhitungan, dengan urutan sebagai berikut :

- A. Pemeriksaan Bahan
- B. Analisis kekuatan teoritik kuat tarik dan kuat geser sambungan
- C. Analisis batang tekan dan batang tarik
- D. Analisis kuat tarik aktual dengan teori terhadap gaya tarik
- E. Analisis tegangan kuat tarik batang dan kuat geser sambungan batang tarik

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pemeriksaan bahan

Nilai dari tegangan leleh (f_y) didapat dari hasil Uji Mutu Bahan yang dilakukan dengan menggunakan alat UTM. Uji mutu ini berjumlah 3 benda uji yang telah disesuaikan. Tegangan leleh (f_y) yang didapat dari pemeriksaan mutu baja ringan ditunjukkan melalui grafik berikut ini



Gambar 4. Grafik Tegangan Regangan Hasil Uji Tarik Profil C75.75

Tabel 1. Hasil pemeriksaan penampang SDS

No.	Specimen	f_y	ϵ_{f_y}	f_u
		N/mm ²		N/mm ²
1	UMP1	310.00	0.00140	618.67
2	UMP2	344.00	0.00136	558.67
3	UMP3	360.00	0.00156	596.00
<i>Average :</i>		338.00	0.00144	591.11
<i>E :</i>	234722.2		<i>G :</i>	90277.78

Dari Tabel diatas didapatkan bahwa nilai tegangan leleh (f_y) pada UMP1 310 MPa, UMP2 3440 MPa dan UMP3 360 MPa. Nilai rata-rata tegangan leleh (f_y) sebesar 338 MPa. Berdasarkan peraturan AS/NZS 4600:2005 yakni tegangan leleh (f_y) harus minimal sebesar 550 MPa, hal ini masih kurang dari yang ditetapkan.

Nilai tegangan tarik putus (f_u) UMP1 618.67 MPa, UMP2 558.67 MPa dan UMP3 596 MPa. Sehingga rata-rata Nilai tegangan tarik putus (f_u) sebesar 591.11 MPa. hal ini sudah melebihi dari yang ditetapkan peraturan AS/NZS 4600:2005 yakni 550 MPa. Sedangkan nilai tegangan tarik putus rata-rata

(f_u) dalam perhitungan teoritik hanya dipakai 495 MPa saja hal ini karena nilai tegangan tarik putus (f_u) harus diambil 90 % dari 550 Mpa

B. Analisa Kuat Tarik Batang Dan Kuat Geser Sambungan Secara Teoritik

1. Analisa Kuat Tarik Batang

Hasil ini didapat dari perhitungan yang berdasarkan rumus-rumus yang telah diolah. Tujuan dari analisa kekuatan sambungan secara teoritik sebagai dasar pertimbangan dengan analisa kekuatan struktur pengujian dan sebagai pengontrol dari hasil pengian tersebut.

Tabel 2. Analisis kuat tarik batang teoritik

No.	Benda Uji (Sp)	$0.9 \cdot f_y$	Batang tarik
	d_f	N/mm^2	KN
1	4	338.00	26.237
2	4.5	338.00	26.237
3	5	338.00	26.237
4	5.5	338.00	26.237
5	6	338.00	26.237
6	6.5	338.00	26.237
7	7	338.00	26.237

Nilai dari luas penampang (A_g) yang sama pada semua benda uji sehingga memiliki besaran yang sama juga.

Untuk nilai dari Sp 4 SDS, 4.5 SDS, 5 SDS, 5.5 SDS, 6 SDS, 6.5 SDS dan 7 SDS memiliki besaran yang sama sebesar 26.24 KN.

2. Analisa Kuat Geser Baut

Analisa ini berdasarkan gaya yang ada pada batang tarik yang dibandingkan dengan gaya geser pada *screw*. Nilai dari geser *screw* ini harus melebihi dari nilai gaya batang tarik tersebut. Sehingga *screw* mampu menahan gaya batang tarik secara keseluruhan.

Tabel 3. Analisis geser *screw* batang teoritik

No.	Benda Uji (Sp)	f_u	Ab	Geser baut (satu baut)	Geser baut (kelompok)
	d_f	N/mm^2	mm	KN	KN
1	4	591.11	19.63	4.35	26.10
2	4.5	591.11	19.63	4.35	26.10
3	5	591.11	19.63	4.35	26.10
4	5.5	591.11	19.63	4.35	26.10
5	6	591.11	19.63	4.35	26.10
6	6.5	591.11	19.63	4.35	26.10
7	7	591.11	19.63	4.35	26.10

3. Analisa Kuat Geser Pelat Badan

Analisa ini berdasarkan gaya yang ada pada batang tarik yang dibandingkan dengan gaya geser pada *screw*. Sambungan aman bila nilai dari geser *screw* ini harus melebihi dari nilai gaya batang tarik tersebut. Sehingga *screw* mampu menahan gaya batang tarik secara keseluruhan. Namun bila tersebut tidak melebihi nilai batang tarik akan terjadi keruntuhan atau gagal *failure*.

Tabel 4. Analisis geser pelat badan batang teoritik

no	Specimen	f_u	f_y	Vn	
				tepi	tengah
		N/mm^2	N/mm^2	KN	KN
1	4	591.11	338.00	10.14	10.14
2	4.5	591.11	338.00	10.54	11.66
3	5	591.11	338.00	10.90	13.18
4	5.5	591.11	338.00	11.30	14.70
5	6	591.11	338.00	11.66	16.22
6	6.5	591.11	338.00	12.06	17.75
7	7	591.11	338.00	12.42	19.27

C. Analisa kekuatan teoritik dengan kekuatan aktual

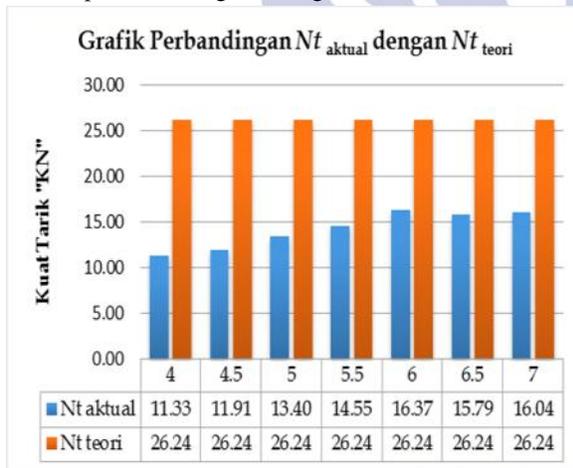
1. Analisa Kuat Tarik Batang (N_t)

Nilai kuat tarik aktual (N_t aktual) pada analisis ini diambil dari nilai batang tarik aktual (N_t aktual) terhadap gaya tekan P kuda-kuda (P maks.) pada masing-masing pengujian. Nilai kuat tarik sambungan aktual (N_t aktual) akan dibandingkan dengan nilai kuat tarik maksimal teoritik (N_t teori), dimana rasio perbandingannya dapat dijadikan faktor reduksi (). Sehingga dapat diketahui perbedaan berupa persen dari nilai-nilai *failure* tersebut.

Tabel 5. Analisis kuat tarik aktual dengan teoritik

No.	benda uji df	f_u	f_y	N_t teori	N_t aktual	ΔL N_t	Rasio
		N/mm ²	N/mm ²	KN	KN	KN	%
1	4	591.11	338.00	26.24	11.33	14.91	231.60
2	4.5	591.11	338.00	26.24	11.91	14.33	220.34
3	5	591.11	338.00	26.24	13.40	12.84	195.86
4	5.5	591.11	338.00	26.24	14.55	11.68	180.28
5	6	591.11	338.00	26.24	16.37	9.86	160.25
6	6.5	591.11	338.00	26.24	15.79	10.44	166.12
7	7	591.11	338.00	26.24	16.04	10.19	163.55

Dari tabel diatas menjelaskan bahwa kuat batang tarik N_t teori lebih besar dari nilai N_t aktual nilai. Sehingga ditinjau dari kekuatan batang tarik, dapat dikatakan bahwa batang tarik cukup aman dalam menerima beban. Namun nilai batang tarik N_t harus dibandingkan dengan nilai V_n sambungan, baik pada *screw* itu sendiri dan pelat yang menompang. Untuk mengetahui apakah sambungan mampu menahan beban dari batang tarik atau letak kegagalan atau kerusakan pada sambungan batang tarik itu sendiri.



Gambar 5. Grafik N_t aktual dengan N_t teori

2. Analisa Kuat Geser (V_n)

Nilai kuat geser V_n secara teoritik yang didapat akan dibandingkan dengan V_u aktual pada masing-masing pengujian. Untuk mengetahui apakah sambungan batang tarik akibat geser mampu menahan beban dari batang tarik. Nilai dari V_u aktual didapat dari hasil pengamatan prses pengujian.

Tabel 6. Analisis kuat geser aktual dengan teoritik

no	benda uji (sp)	f_u	f_y	V_u aktual	V_u teori		
					Baut (teori)	tepi (teori)	tengah (teori)
					N/mm ²	N/mm ²	KN
1	4	591.11	338.00	9.80	26.10	10.14	10.14
2	4.5	591.11	338.00	10.20	26.10	10.54	11.66
3	5	591.11	338.00	10.70	26.10	10.90	13.18
4	5.5	591.11	338.00	10.90	26.10	11.30	14.70
5	6	591.11	338.00	12.20	26.10	11.66	16.22
6	6.5	591.11	338.00	13.00	26.10	12.06	17.75
7	7	591.11	338.00	13.10	26.10	12.42	19.27

Dari tabel diatas di indentifikasikan bahwa nilai kuat geser baik *screw* maupun pelat tidak cukup besar dibanding nilai kuat tarik (N_t aktual). Sehingga dapat dikatakan sambungan memiliki keruntuhan di setiap masing-masing benda uji.



Gambar 6. Grafik kuat geser V_n aktual dengan V_n teori

D. Analisa Tegangan Kuat Tarik Batang Dan Kuat Geser Sambungan Batang Tarik

Tegangan adalah gaya yang diakibatkan oleh kuat tekan P terhadap luas penampang (A_s). Tegangan () teori akan dibandingkan dengan Tegangan () actual untuk mengetahui nilai maksimal dari masing-masing benda uji

Tabel 7. Analisis tegangan kuat tarik batang dan kuat geser sambungan batang tarik

no	Specimen	f_u	f_y	Batang tarik	V_n baut	V_n pelat		
						tepi		tengah
						σ_{fy}	σ_{fu}	σ_{fy}
		N/mm^2	N/mm^2	N/mm^2	N/mm^3	N/mm^4	N/mm^5	
1	4	591.11	338.00	117.85	698.09	274.00	228.33	
2	4.5	591.11	338.00	123.87	733.76	277.19	213.33	
3	5	591.11	338.00	139.35	825.48	301.40	216.00	
4	5.5	591.11	338.00	151.40	896.82	315.98	213.33	
5	6	591.11	338.00	170.32	1008.92	344.35	220.00	
6	6.5	591.11	338.00	164.30	973.25	321.28	195.90	
7	7	591.11	338.00	166.88	988.54	316.73	184.76	

Dari tabel diatas menjelaskan nilai tegangan batang tarik N_t teori lebih besar dari nilai N_t aktual nilai. Sehingga ditinjau dari kekuatan batang tarik, dapat dikatakan bahwa batang tarik cukup aman dalam menerima beban.

Sedangkan nilai tegangan dari gaya geser sambungan V_n , baik pada *screw* itu sendiri dan pelat tidak melebihi tegangan yang telah ditentukan. Sehingga dapat dikatakan sambungan memiliki keruntuhan di setiap masing-masing benda uji.

E. Analisa Keruntuhan Sambungan dan Kegagalan SDS

Telah diketahui bahwa analisis untuk batang tarik aman, namun pada sambungan memiliki keruntuhan. Analisis ini berdasarkan nilai batang tarik dan sambungan geser teori dibanding nilai batang tarik aktual. Nilai dari batang tarik teori memiliki nilai lebih besar daripada nilai batang tarik aktual. Namun nilai geser sambungan, baik geser *screw* maupun geser pelat tidak lebih besar daripada batang tarik. Sehingga sambungan mengalami keruntuhan pada masing-masing benda uji. Keruntuhan itu tersendiri terdiri 2 yaitu *tilling* dan *hole-bearing*.

Kondisi keruntuhan adalah kondisi keruntuhan pada bagian tumpuan pelat sehingga menyebabkan *screw* mengalami kemiringan yang akan merusak bagian pelat akibat rotasi yang ditimbulkan dalam mekanisme geser selama menahan beban tarik yang diberikan. Sedangkan keruntuhan *hole-bearing* terjadi akibat perlawanan terus menerus dari *screw* selama menahan beban tarik yang diberikan, sehingga membuat pelat sambungan yang tidak kontak langsung dengan kepala *screw* menjadi berlubang karena tarikan dari drat *screw*

Pertambahan besar lubang *screw* dapat diketahui dengan membandingkan lubang *screw* sebelum

pengujian dan setelah pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 8. Pertambahan besar lubang screw akibat kegagalan sambungan

No.	benda uji (sp)	Lubang		Δ
		sebelum	sesudah	
		df	mm	
1	4	5	5.2	0.2
2	4.5	5	5.2	0.2
3	5	5	5.3	0.3
4	5.5	5	5.6	0.6
5	6	5	6	1
6	6.5	5	5.9	0.9
7	7	5	5.9	0.9

Dari tabel diatas menjelaskan kegagalan sambungan pada pelat tepi dimulai jarak $6 df$, $6.5 df$ dan $7 df$. Pada jarak antar *screw* $4df$ sampai $5.5df$ hanya mengalami perubahan lubang *screw* yang tidak terlalu signifikan akibat dari gaya desak *screw* itu sendiri. Sedangkan pada $6 df$, $6.5 df$ dan $7 df$ terjadi pertambahan besar lubang *screw* yang signifikan. Perubahan ini diakibatkan dari gaya geser yang terjadi pada sambungan. Dapat dinyatakan bahwa semakin besar jarak antar *screw* semakin besar pula pertambahan besar lubang *screw*.

PENUTUP

Simpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari analisis data yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Dilihat dari Uji *Load frame P* maksimal dari masing-masing benda uji dapat diidentifikasi bahwa semakin besar jarak spasi antar *screw* besar pula kekuatan batang tarik yang didapat. Dimana pada jarak spasi $6 df$ adalah kekuatan terbesar. Dan kekuatan menurun pada jarak $6.5 df$ dan $7 df$. Nilai kuat geser baut, pelat tepi dan tengah tidak melebihi kuat batang tarik. Sehingga batang tarik aman dan sambungan mengalami kegagalan. Untuk mengetahui letak kegagalan membandingkan nilai kuat geser baut, pelat tepi dan tengah.
2. Kegagalan terjadi pada gaya geser pelat tepi yang memiliki nilai paling kecil. Kegagalan sambungan pada pelat tepi dimulai jarak $6 df$, $6.5 df$ dan $7 df$. Sehingga mengakibatkan terjadi keruntuhan *tilling* dan *hole-bearing*. Keruntuhan ini mengakibatkan lubang *screw* semakin membesar pada setiap benda uji.

Saran

Untuk kesempurnaan penelitian selanjutnya, peneliti mengharapakan saran sebagai berikut :

1. Perlunya memperbaiki jarak tepi ke baut yaitu disarankan tidak melebihi $6 d_f$
2. Perlunya memperhitungan rasio kekuatan antara batang tekan dan batang tarik.
3. Dapat dilakukan penelitian selanjutnya mengenai pengaruh ukuran diameter SDS terhadap kekuatan sambungan.
4. Dapat dilakukan penelitian selanjutnya mengenai banyaknya SDS yang digunakan dalam penelitian terhadap kekuatan sambungan.
5. Dapat dilakukan penelitian selanjutnya mengenai panjang lebar efektif terhadap kekuatan sambungan tarik.

DAFTAR PUSTAKA

- AS. 2005. *AS 4600:2005 - Cold-Formed Steel Structures*. Sydney. Australian Standard.
- BSN. 2002. *SNI 03-1729-2002 - Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung*.
- BSN. 2013. *SNI-7971-2013 – struktur baja cinai dingin.*
- NZS. 2005. *NZS 4600:2005 - Cold-Formed Steel Structures*. Wellington. New Zealand Standard.
- Setiawan, Agus. 2008. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD (Berdasarkan SNI 03-1729-2002)*. Jakarta: Erlangga.
- Wildensyah, Iden. 2010. *Rangka Atap Baja Ringan Untuk Semua*. Bandung: Alfabeta.

