

STUDI EKSPERIMENTAL PENGGUNAAN SEKRUP TIPE *SELF DRILLING SCREW* PADA SAMBUNGAN BAJA RINGAN (*COLD FORMED STEEL*)

Fahmi Savero Devtrina¹⁾, Y. Djoko Setiyarto²⁾

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Komputer Indonesia
Jl. Dipatiukur No. 112-116, Bandung, 40132, Indonesia
E-mail: fahmisavero@gmail.com¹⁾

diterima: 12 Februari 2020
dipublikasi: 6 April 2020

ABSTRAK

Penggunaan baja ringan (*cold formed steel*) sebagai bahan konstruksi sudah semakin populer. Di Indonesia, penggunaan baja ringan biasanya diaplikasikan pada struktur atap dengan menggunakan sekrup *self drilling screw* sebagai alat sambung. Sekrup tidak menggunakan mur seperti baut pada umumnya, sehingga kegagalan lebih mungkin terjadi pada jenis alat sambung ini. Penelitian eksperimental ini menguji sambungan baja ringan yang menggunakan *self drilling screw* dengan mekanisme tumpu dan diberikan beban tarik aksial. Variabel spesimen dibedakan berdasarkan ketebalan profil baja ringan, jumlah dan formasi *self drilling screw* yang digunakan. Dari hasil eksperimental diketahui bahwa mekanisme keruntuhan yang terjadi berupa keruntuhan tilting, keruntuhan hole-bearing dan keruntuhan pull-over. Diperoleh pula kekuatan sambungan (P_{max}) terbesar yang terdapat pada sambungan dengan menggunakan 3 buah *self drilling screw* yang dipasang zig-zag, baik hasil pengujian laboratorium maupun perhitungan teoritis. Hasil yang logis berdasarkan pengaruh jumlah sekrup, karena semakin banyak sekrup semakin besar kekuatan sambungan, tetapi itupun dipengaruhi oleh pola perletakan sekrup yang digunakan.

Kata kunci: baja ringan, *self drilling screws*, mekanisme keruntuhan sambungan

1. Pendahuluan

Baja ringan (*cold formed steel*) sebagai material konstruksi sudah semakin populer di dunia konstruksi. Bahan yang terbukti lebih tahan terhadap goncangan gempa tersebut juga kian luas digunakan, tidak hanya untuk bangunan-bangunan "darurat" pasca bencana, namun juga untuk bangunan mewah di kota besar.

Penggunaan baja ringan juga efektif dan efisien dalam biaya. Salah satunya, kemudahan dalam pengangkutan (transportasi), karena produk ini dikemas sedemikian rupa. Faktor utama dari penggunaan bahan baja ringan adalah detail pemasangan, oleh karena itu pemasangan atau penggunaan sekrup pada sambungan harus benar-benar baik. Berdasarkan AISI (2007) pelat tipis baja ringan, sambungan pada struktur baja ringan didesain berdasarkan mekanisme tumpu. Alat sambung yang umum digunakan pada baja ringan adalah sekrup tipe *self drilling screw*. Dapat dilihat pada Gambar 1 perihal sekrup SDS.



Gambar 1 *Self Drilling Screw*

Kekuatan sambungan sekrup dengan mekanisme tumpu mengandalkan bidang kontak tepi lubang sekrup, oleh sebab itu diameter sekrup dan tebal pelat terkecil sambungan menjadi parameter kunci dalam mekanisme tumpu. Karena sekrup tidak menggunakan mur seperti pada penggunaan baut sebagai alat sambung, maka kemungkinan kegagalan lebih mungkin terjadi jika menggunakan sekrup, sehingga dibutuhkan penelitian mengenai kekuatan sambungan sekrup pada baja ringan. Dalam penelitian eksperimental ini, akan menguji sambungan baja ringan yang menggunakan *self drilling screw* dengan variasi ketebalan profil, jumlah alat sambung serta barbagai

macam formasinya yang diuji dengan menggunakan gaya tarik aksial, sehingga dapat diketahui kekuatan sambungan serta pola keruntuhan sekrup pada sambungan baja ringan yang terjadi. Selain itu untuk memperkuat hasil pengujian di laboratorium, diperlukan perhitungan teoritis untuk mengetahui gaya-gaya yang terjadi pada baja ringan.

Baja ringan (*cold formed steel*) adalah material baja yang dihasilkan dari proses pengerolan dingin, cold formed steel memiliki kualitas permukaan yang lebih baik, ukuran yang lebih presisi serta memiliki sifat mekanis dan *formability* yang sangat baik.

2. Studi Literatur

2.1 AISI S100-2007

Berdasarkan AISI (American Iron and Steel Institute) 2007, syarat pemasangan sekrup adalah sebagai berikut :

- a. Spasi Minimum
Jarak pemasangan antar sekrup dihitung dari satu pusat sekrup ke pusat sekrup yang lainnya tidak boleh kurang dari 3 (tiga) kali diameter sekrup
- b. Jarak Tepi dan Jarak Ujung
Jarak pemasangan dari pusat sekrup sampai tepi dan ujung tidak boleh kurang 1,5 kali diameter

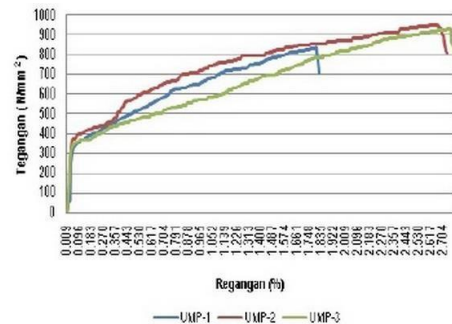
Untuk menggunakan ketentuan desain, AISI merekomendasikan bahwa setidaknya penggunaan sekrup sebagai alat sambung dibatasi minimal menggunakan sebanyak 2 buah untuk menghubungkan kedua elemen struktur. Selain itu pengujian yang dilakukan untuk memenuhi prosedur harus memenuhi persyaratan berikut :

- a. Pengujian dilakukan paling sedikit menggunakan 3 (tiga) buah benda uji.
- b. Selisih dari setiap benda uji terhadap rata-rata yang didapat dibatasi maksimum $\pm 15\%$.
- c. Jika poin b tidak terpenuhi maka benda uji perlu ditambah, setidaknya sampai persyaratan pada poin b terpenuhi.

2.2 Pemeriksaan Bahan

Pengujian untuk mengetahui mutu bahan dilakukan setelah bahan yang masih berupa profil dipotong dan dibentuk terlebih dahulu seperti ketentuan pengujian. Benda uji yang diujikan berjumlah tiga buah sesuai ketentuan peraturan. Benda uji kemudian diberi label untuk membedakan dengan benda uji yang lain. Nama-nama benda uji

yaitu UMP-1, UMP-2 dan UMP-3. Selanjutnya masing-masing benda uji dapat diuji untuk mengetahui mutu bahan. Hasil pengujian mutu bahan didapat grafik yang dapat dilihat pada Gambar di bawah ini :



Gambar 2. Grafik Pengujian Mutu Bahan
(Sumber :Prima Dwi Anggara, 2014)^[1]

Grafik di atas merupakan hasil yang didapat pada pengujian setelah data yang diperoleh langsung pada saat pengujian diolah terlebih dahulu. Setelah didapat grafik kemudian masing-masing grafik diambil nilai f_y dan f_u yang terbesar. Kemudian dapat diolah untuk menyimpulkan hasil pengujian tersebut. Hasil pengujian mutu bahan dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian Mutu Bahan

Nama Benda Uji	f_y N/mm ²	ϵ %	f_u N/mm ²	E N/mm ²
UMP-1	360,00	0,087	838,33	475174,5
UMP-2	393,33	0,070	946,67	
UMP-3	363,33	0,078	933,33	
Rerata	372,22	0,08	906,11	

(Sumber :Prima Dwi Anggara, 2014)^[1]

Kekuatan sambungan didesain berdasarkan kuat tarik nominal (Nt) dan kuat geser nominal (Vn) sambungan. AS/NZS 4600:2005^[2] dalam Pasal 5.4.2.2 (3) menyatakan bahwa desain kuat tarik nominal harus dihitung sesuai dengan :

$$N_t = A_n \times F_u \quad (\text{pers.1})$$

$$A_n = A_g - (n_h \times d_f \times t) + \sum \left(\frac{S_p^2 \times t}{4 \times S_g} \right) \quad (\text{pers.2})$$

Sedangkan dalam AS/NZS 4600:2005 Pasal 5.6.1 (2), desain kuat geser nominal harus dihitung sesuai dengan :

$$V_n = 0.6 \times f_u \times A_{wn} \quad (\text{pers.3})$$

$$A_{wn} = (d_{wc} - n_h \times df) \times t \quad (\text{pers.4})$$

Karena benda uji menggunakan ketebalan yang sama, maka kondisi keruntuhan *tilting & hole-bearing* untuk " $t_2/t_1 \leq 1,0$ mm" dan kondisi keruntuhan *pull-over* yang hanya berlaku untuk " $0,5$ mm $<t_1>$ $1,5$ mm" pada sambungan, untuk SDS tunggal dan beberapa SDS yang terletak satu baris searah tegak lurus dengan gaya tarik atau perletakan zig-zag, rumus yang digunakan :

$$Vb_1 = 4.2 \times \sqrt{(t_2^3 \times df)} \times fu_2 \quad (\text{pers.5})$$

$$Vb_2 = C \times t \times fu \quad (\text{pers.6})$$

$$N_{ov} = 1.5 \times t \times dw \times fu_1 \quad (\text{pers.7})$$

Keterangan :

- Nt : kuat tarik nominal (N)
- An : luas penampang netto (mm²)
- Fu : tegangan tarik putus (N/mm²)
- Ag : luas penampang total (mm²)
- nh : jumlah lubang
- df : diameter SDS (mm)
- t : tebal pelat sambungan (mm)
- Sp : jarak vertikal antar SDS (mm)
- Sg : jarak parallel horizontal (mm)
- Vn : kuat geser nominal (N)
- Awn : luas penampang badan sambungan (mm²)
- dwc : kedalaman badan sambungan (mm)
- Vb1 : nilai keruntuhan tilting (N)
- Vb2 : nilai keruntuhan hole-bearing (N)
- C : faktor bearing (lihat tabel 2.5)
- Nov : nilai keruntuhan pull-over (N)
- dw : diameter washer (mm)

Tabel 2. Faktor Bearing (C)

Rasio diameter SDS terhadap tebal pelat sambungan (df/t)	C
$df/t < 6$	2,7
$6 \leq df/t \leq 13$	$3,3 - 0,1 * (df/t)$
$df/t > 6$	2,0

(Sumber :AS/NZS 4600:2005(2005:106))

Pada umumnya model keruntuhan dapat dipisahkan dalam dua kategori, yaitu keruntuhan pada pelat dan keruntuhan pada alat penghubung (Wiryanto dan Suhari, 2009:3)^[3]. Keruntuhan pada pelat terjadi karena alat penghubung mempunyai mutu yang lebih bagus daripada pelat yang digunakan sebagai sambungan, atau sebaliknya.

Menurut AS/NZS 4600:2005, model keruntuhan sambungan dengan alat penghubung berupa screw dapat dilihat pada gambar gambar dibawah ini :



Gambar 3 Keruntuhan Tilting



Gambar 4 Keruntuhan Hole-Bearing



Gambar 5 Keruntuhan Pull-Over

3. Metode Penelitian

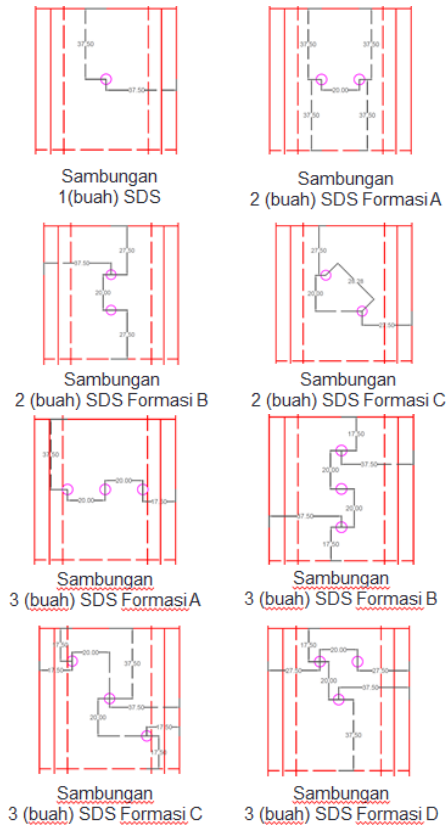
Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen atau penelitian uji laboratorium yang dimaksudkan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh dari jumlah dan pola peletakan *screw self drilling screw* pada sambungan baja ringan serta variasi ketebalan profil yang digunakan. Benda uji direncanakan sebelumnya dengan ukuran pelat profil baja ringan 200x75x35mm, dengan 3 macam ketebalan profil dan menggunakan 1-3 SDS dengan berbagai formasi peletakan, kemudian diletakkan pada grip pengujian *Universal Testing Machine* dan diposisikan lurus.



Gambar 6. Set-up Pengujian

Jika set-up pengujian sudah selesai, maka pengujian dapat dilakukan. Besarnya gaya tarik (P)

yang dibaca pada output digunakan dalam pengolahan data berikutnya. Adapun model struktur penelitian sebagai berikut :



Gambar 7 Model Struktur Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Pengujian Sambungan

Pengujian kekuatan sambungan pada baja ringan menggunakan alat Universal Testing Machine. Pengujian mengacu pada efek dari jumlah sekrup, formasi perletakan sekrup, dan ketebalan profil baja ringan yang digunakan. Untuk jarak antar sekrup pada setiap benda uji ditetapkan sebesar 20 mm (dikatakan syarat spasi minimum adalah 3d atau sama dengan 11,5 mm).

Variabel pada penelitian ini bila dihitung adalah sebanyak 45 jenis. Jumlah benda uji disesuaikan dengan kebutuhan penelitian. Penelitian ini akan membandingkan kekuatan sambungan yang terjadi dengan hasil perhitungan teoritik. Pengujian juga tidak hanya mendapat nilai kekuatan sambungan, tetapi dalam prosesnya dapat diamati perilaku keruntuhan masing-masing sambungan. Berikut adalah hasil pengujian masing-masing variabel :

Tabel 3 Hasil Pengujian Tarik Sambungan

No.	Spesimen	Pmax kN	Average kN	Perilaku Keruntuhan
1	0.65T-1S-1	7.7	7.7	T, HB, PO
2	0.75T-1S-1	8.9	8.9	T, HB
3	1.00T-1S-1	13.2	13.2	T, HB, PO
4	0.65T-2S-1A	20.5	19.55	T, HB
	0.65T-2S-2A	18.6		T, HB, PO
5	0.75T-2S-1A	23.1	23.45	T, HB, PO
	0.75T-2S-2A	23.8		T, HB
6	1.00T-2S-1A	25.8	29.2	T, HB
	1.00T-2S-2A	32.6		T, HB, PO
7	0.65T-2S-1B	22.1	22.45	T, HB, PO
	0.65T-2S-2B	22.8		T, HB, PO
8	0.75T-2S-1B	23.1	23.7	T, HB, PO
	0.75T-2S-2B	24.3		T, HB, PO
9	1.00T-2S-1B	28.6	30.2	T, HB, PO
	1.00T-2S-2B	31.8		T, HB, PO
10	0.65T-2S-1C	20.3	20.65	T, HB, PO
	0.65T-2S-2C	21.0		T, HB
11	0.75T-2S-1C	26.2	25.25	T, HB, PO
	0.75T-2S-2C	24.3		T, HB, PO
12	1.00T-2S-1C	30.5	31.5	T, HB, PO
	1.00T-2S-2C	32.5		T, HB, PO
13	0.65T-3S-1A	23.0	23.4	T, HB, PO
	0.65T-3S-2A	23.8		T, HB, PO
14	0.75T-3S-1A	28.1	29	T, HB
	0.75T-3S-2A	29.9		T, HB, PO
15	1.00T-3S-1A	41.7	42.05	T, HB
	1.00T-3S-2A	42.4		T, HB, PO
16	0.65T-3S-1B	23.8	24.5	T, HB, PO
	0.65T-3S-2B	25.2		T, HB, PO
17	0.75T-3S-1B	28.4	30.6	T, HB
	0.75T-3S-2B	32.8		T, HB, PO
18	1.00T-3S-1B	42.1	41.2	T, HB
	1.00T-3S-2B	40.3		T, HB, PO
19	0.65T-3S-1C	17.8	21.35	T, HB
	0.65T-3S-2C	24.9		T, HB
20	0.75T-3S-1C	23.9	26	T, HB
	0.75T-3S-2C	28.1		T, HB, PO
21	1.00T-3S-1C	33.6	38.75	T, HB, PO
	1.00T-3S-2C	43.9		T, HB, PO
22	0.65T-3S-1D	27.5	26.8	T, HB
	0.65T-3S-2D	26.1		T, HB, PO
23	0.75T-3S-1D	29.7	30.25	T, HB
	0.75T-3S-2D	30.8		T, HB, PO
24	1.00T-3S-1D	41.7	42.15	T, HB, PO
	1.00T-3S-2D	42.6		T, HB, PO

Keterangan → T : Tilting, HB : Hole-Bearing, PO : Pull-Over

4.2 Analisa Kekuatan Sambungan

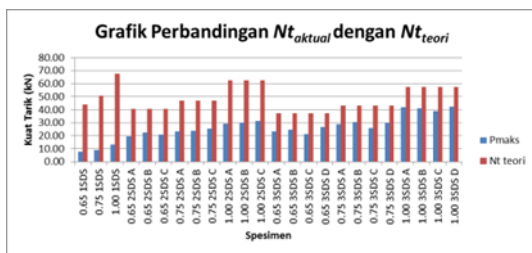
Hasil dari pengujian dari masing-masing variabel selanjutnya dikelompokkan dan dilakukan perbandingan dengan hasil dari perhitungan secara teoritik untuk mengetahui variabel yang lebih baik menerima gaya. Data yang dibandingkan antara lain :

1. Analisis Kuat Tarik Sambungan
Nilai kuat tarik sambungan aktual ($N_{t\text{aktual}}$) diambil dari nilai kekuatan rata-rata maksimum (P_{maks}) pengujian. Nilai kuat tarik

maksimal aktual ($N_{t\text{aktual}}$) akan dibandingkan dengan nilai kuat tarik maksimal teoritik ($N_{t\text{teori}}$)

Tabel 4 Analisa Kuat Tarik Sambungan

Spesimen	Pmaks [kN]	Nt teori [kN]	Ratio [%]	Failure [%]
0.65 1SDS	7.70	43.878	17.55	82.45
0.75 1SDS	8.90	50.629	17.58	82.42
1.00 1SDS	13.20	67.505	19.55	80.45
0.65 2SDS A	19.55	40.639	48.11	51.89
0.65 2SDS B	22.45	40.639	55.24	44.76
0.65 2SDS C	20.65	40.639	50.81	49.19
0.75 2SDS A	23.45	46.891	50.01	49.99
0.75 2SDS B	23.70	46.891	50.54	49.46
0.75 2SDS C	25.25	46.891	53.85	46.15
1.00 2SDS A	29.20	62.522	46.70	53.30
1.00 2SDS B	30.20	62.522	48.30	51.70
1.00 2SDS C	31.50	62.522	50.38	49.62
0.65 3SDS A	23.40	37.400	62.57	37.43
0.65 3SDS B	24.50	37.400	65.51	34.49
0.65 3SDS C	21.35	37.400	57.09	42.91
0.65 3SDS D	26.80	37.400	71.66	28.34
0.75 3SDS A	29.00	43.153	67.20	32.80
0.75 3SDS B	30.60	43.153	70.91	29.09
0.75 3SDS C	26.00	43.153	60.25	39.75
0.75 3SDS D	30.25	43.153	70.10	29.90
1.00 3SDS A	42.05	57.538	73.08	26.92
1.00 3SDS B	41.20	57.538	71.60	28.40
1.00 3SDS C	38.75	57.538	67.35	32.65
1.00 3SDS D	42.15	57.538	73.26	26.74



Gambar 8. Grafik Perbandingan $N_{t\text{aktual}}$ dengan $N_{t\text{teori}}$

Tabel 4. menjabarkan bahwa nilai kuat tarik aktual ($N_{t\text{aktual}}$) pada setiap variabel berbeda-beda, dikarenakan ada perbedaan ketebalan profil baja ringan, jumlah dan perletakan sekrup pada sambungan. Nilai kuat tarik aktual yang berada di atas nilai kuat tarik teoritik ($N_{t\text{aktual}} > N_{t\text{teori}}$) menandakan terjadinya kegagalan (failure) pada sambungan tersebut atau sambungan tersebut dikatakan tidak aman, dimana nilainya dihitung dari . Nilai kegagalan terbesar terjadi pada sambungan dengan jumlah sekrup SDS 1 buah dan dengan ketebalan profil 0,65 mm. Jika 100% dikurangi dengan nilai kegagalan tersebut, maka akan menjadi rasio atau bisa disebut faktor reduksi (ϕ). Rasio yang nilainya aman yaitu diatas dari rasio yang ditetapkan AS/NZS 4600:2005 Tabel 1.6 hal.

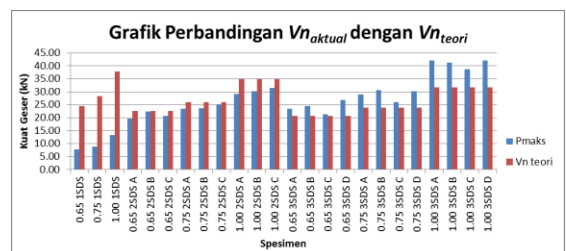
32 yakni 65%.

2. Analisis Kuat Geser Sambungan

Nilai kuat geser sambungan aktual ($V_{n\text{aktual}}$) juga diambil dari nilai kekuatan rata-rata maksimum (P_{maks}) pengujian. Nilai kuat geser maksimal aktual ($V_{n\text{aktual}}$) akan dibandingkan dengan nilai kuat geser maksimal teoritik ($V_{n\text{teori}}$) yang perhitungannya ada pada lampiran, dimana rasio perbandingannya dapat dijadikan faktor reduksi (ϕ).

Tabel 5 Analisa Kuat Geser Sambungan

Spesimen	Pmaks [kN]	Vn teori [kN]	Ratio [%]	Failure [%]
0.65 1SDS	7.70	24.560	31.35	68.65
0.75 1SDS	8.90	28.339	31.41	68.59
1.00 1SDS	13.20	37.785	34.93	65.07
0.65 2SDS A	19.55	22.617	86.44	13.56
0.65 2SDS B	22.45	22.617	99.26	0.74
0.65 2SDS C	20.65	22.617	91.30	8.70
0.75 2SDS A	23.45	26.096	89.86	10.14
0.75 2SDS B	23.70	26.096	90.82	9.18
0.75 2SDS C	25.25	26.096	96.76	3.24
1.00 2SDS A	29.20	34.795	83.92	16.08
1.00 2SDS B	30.20	34.795	86.79	13.21
1.00 2SDS C	31.50	34.795	90.53	9.47
0.65 3SDS A	23.40	20.673	113.19	-13.19
0.65 3SDS B	24.50	20.673	118.51	-18.51
0.65 3SDS C	21.35	20.673	103.27	-3.27
0.65 3SDS D	26.80	20.673	129.64	-29.64
0.75 3SDS A	29.00	23.853	121.58	-21.58
0.75 3SDS B	30.60	23.853	128.29	-28.29
0.75 3SDS C	26.00	23.853	109.00	-9.00
0.75 3SDS D	30.25	23.853	126.82	-26.82
1.00 3SDS A	42.05	31.804	132.22	-32.22
1.00 3SDS B	41.20	31.804	129.54	-29.54
1.00 3SDS C	38.75	31.804	121.84	-21.84
1.00 3SDS D	42.15	31.804	132.53	-32.53



Gambar 8. Grafik Perbandingan $V_{n\text{aktual}}$ dengan $V_{n\text{teori}}$

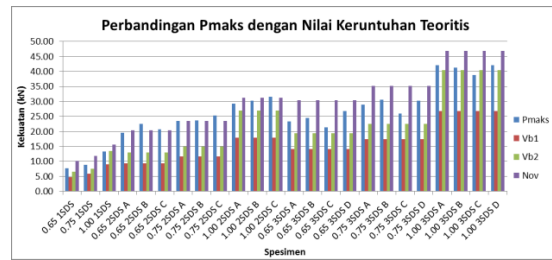
Tabel 5 menjabarkan nilai kegagalan geser dan rasio dari masing-masing variabel pengujian. Nilai kuat geser aktual yang berada di atas nilai kuat geser teoritik ($V_{n\text{aktual}} > V_{n\text{teori}}$) menandakan terjadinya kegagalan (failure) pada sambungan tersebut atau sambungan tersebut dikatakan tidak aman, dimana

nilainya dihitung dari . Nilai kegagalan terbesar akibat geser terjadi pada sambungan dengan jumlah sekrup SDS 1 buah dan dengan ketebalan profil 0,65 mm, sedangkan nilai kegagalan (*failure*) terkecil terdapat pada sambungan sekrup SDS 3 buah dengan ketebalan profil 1,00 mm. Semakin banyak sekrup SDS yang digunakan dan semakin tebal profil baja ringan yang digunakan maka semakin kecil pula kegagalan yang akan terjadi.

- Analisis Kekuatan Geser Sambungan Berdasarkan Mekanisme Keruntuhan Kekuatan sambungan aktual akan diambil dari nilai kekuatan rata-rata maksimum (P_{maks}) pengujian. Kekuatan SDS aktual akan dibandingkan dengan nilai keruntuhan tilting (V_{b1}), hole-bearing (V_{b2}), dan pull-over (N_{ov}) berdasarkan perhitungan teoritis. Perbandingan kekuatan sambungan aktual dengan nilai keruntuhan dapat dilihat pada Tabel 6 dibawah ini.

Tabel 6. Analisa Kekuatan Sambungan Berdasarkan Mekanisme Keruntuhan

Spesimen	P_{maks} [kN]	V_{b1} [kN]	V_{b2} [kN]	Nov [kN]
0.65 1SDS	7.70	4.677	6.479	10.160
0.75 1SDS	8.90	5.797	7.475	11.723
1.00 1SDS	13.20	8.925	13.456	15.630
0.65 2SDS A	19.55	9.354	12.958	20.320
0.65 2SDS B	22.45	9.354	12.958	20.320
0.65 2SDS C	20.65	9.354	12.958	20.320
0.75 2SDS A	23.45	11.594	14.950	23.446
0.75 2SDS B	23.70	11.594	14.950	23.446
0.75 2SDS C	25.25	11.594	14.950	23.446
1.00 2SDS A	29.20	17.850	26.912	31.260
1.00 2SDS B	30.20	17.850	26.912	31.260
1.00 2SDS C	31.50	17.850	26.912	31.260
0.65 3SDS A	23.40	14.031	19.437	30.480
0.65 3SDS B	24.50	14.031	19.437	30.480
0.65 3SDS C	21.35	14.031	19.437	30.480
0.65 3SDS D	26.80	14.031	19.437	30.480
0.75 3SDS A	29.00	17.391	22.425	35.169
0.75 3SDS B	30.60	17.391	22.425	35.169
0.75 3SDS C	26.00	17.391	22.425	35.169
0.75 3SDS D	30.25	17.391	22.425	35.169
1.00 3SDS A	42.05	26.775	40.368	46.890
1.00 3SDS B	41.20	26.775	40.368	46.890
1.00 3SDS C	38.75	26.775	40.368	46.890
1.00 3SDS D	42.15	26.775	40.368	46.890



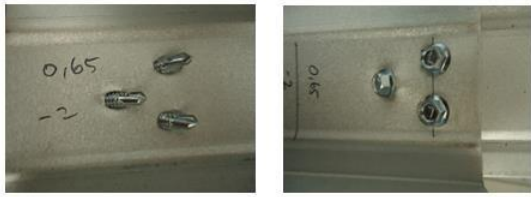
Gambar 9. Grafik Perbandingan P_{maks} dengan Nilai Keruntuhan Teoritis

Tabel 6. menjabarkan nilai kekuatan sambungan rata-rata (P_{maks}) hasil pengujian laboratorium yang kemudian dihitung nilai keruntuhan yang terjadi. Tidak semua spesimen mengalami keruntuhan pull-over, sehingga kekuatan sambungan rata-rata (P_{maks}) tidak semuanya mendekati nilai keruntuhan pull-over, sedangkan keruntuhan tilting dan hole-bearing terjadi pada semua spesimen, dapat dilihat dari nilai keruntuhan tilting (V_{b1}) dan nilai keruntuhan hole-bearing (V_{b2}) lebih kecil dari nilai kekuatan sambungan rata-rata (P_{maks}). Nilai keruntuhan menggambarkan kapan terjadinya keruntuhan dilihat dari besar gaya tarik aksial (dalam satuan kN) yang diberikan.

4.3 Mekanisme Keruntuhan Yang Terjadi

Pengujian keseluruhan spesimen (benda uji) yang menggunakan alat sambung yang sama yaitu sekrup (*self drilling screw*) menghasilkan bentuk kehancuran/keruntuhan yang hampir sama. Kehancuran/keruntuhan yang terjadi dipengaruhi oleh jumlah dan posisi baut, serta tebal profil baja ringan yang digunakan.

Alur keruntuhan yang secara umum terjadi selama pengujian diawali dengan miringnya SDS akibat adanya gaya tarik aksial atau biasa disebut tilting, lalu berlanjut dengan timbulnya lubang pada arah yang berlawanan dengan tumpuan pelat atau biasa disebut hole-bearing, sampai pada akhirnya posisi pelat bergeser dan terlepas sehingga pelat tidak lagi dalam kondisi rapat atau biasa disebut pull-over. Berikut adalah bentuk-bentuk kehancuran/keruntuhan spesimen setelah dilakukan uji tarik aksial :



Gambar 10 Contoh Keruntuhan Tilting Pada Spesimen 0.65T-3SDS-2D



Gambar 11 Contoh Keruntuhan Hole-Bearing Pada Spesimen 0.65T-2SDS-1B

Pada setiap spesimen mengalami keruntuhan tilting dan kemudian disusul oleh keruntuhan hole-bearing, sedangkan keruntuhan pull-over tidak terjadi pada semua spesimen yang telah di uji.



Gambar 12. Contoh Keruntuhan Pull-Over Pada Spesimen 0.65T-3SDS-1A

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium dan analisis data penelitian menunjukkan bahwa secara umum variasi ketebalan profil baja ringan, serta jumlah dan pola SDS yang digunakan pada sambungan mempengaruhi kekuatan sambungan tersebut. Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pada umumnya mekanisme keruntuhan yang terjadi berdasarkan mekanisme tumpu antara bidang kontak kepala sekrup dengan spesimen dan bidang kontak antara batang sekrup dengan spesimen menyebabkan tahapan sebagai berikut : keruntuhan *tilting* → *hole-bearing* →

pull-over

2. Hasil perhitungan teoritis tidak bisa dijadikan acuan dalam variasi formasi peletakan sekrup yang digunakan, karena gaya yang diberikan merupakan gaya tarik aksial, sehingga di manapun sekrup dipasang maka kekuatan sambungan tetap akan menunjukkan hasil (gaya/jumlah sekrup). Berbeda dengan hasil pengujian laboratorium yang menunjukkan hasil yang berbeda pula pada variasi peletakan (formasi) sekrup SDS.
3. Semakin besar ketebalan profil baja ringan maka semakin besar kekuatan sambungan, selain itu dugaan awal terdapat perbedaan pada tahapan mekanisme keruntuhan tidak terbukti, tahapan mekanisme keruntuhan akibat variasi ketebalan profil cenderung sama, dimana kekuatan sambungan baja ringan yang menggunakan profil baja ringan dengan ketebalan 1,00 mm relatif lebih besar.
4. Semakin banyak jumlah sekrup yang digunakan juga berbanding lurus dengan besar kekuatan sambungan karena bidang kontak tumpu lebih banyak, dimana kekuatan sambungan baja ringan yang menggunakan SDS sebanyak 3 buah relatif lebih besar.
5. Sebagai perbandingan formasi peletakan sekrup dapat dilihat dari hasil pengujian laboratorium, variasi formasi sekrup dengan 2 SDS yang memiliki kekuatan terbesar ada pada sambungan SDS formasi B (SDS dipasang sejajar vertikal) untuk ketebalan profil 0,65 mm, dan SDS formasi C (SDS dipasang sejajar diagonal) untuk ketebalan profil 0,75 mm dan 1,00 mm. Sedangkan pada sambungan 3 SDS yang memiliki kekuatan terbesar ada pada sambungan SDS formasi D (SDS dipasang zig-zag).

5.2 Saran

1. Perlu di pertimbangkan perhitungan teoritis mengenai formasi sekrup, dimana peletakan posisi sekrup pada pengujian laboratorium berpengaruh pada kekuatan sambungan.
2. Perlu ada penelitian lanjutan mengenai pengaruh panjang SDS ataupun variasi lainnya yang berpengaruh terhadap kekuatan sambungan. Hasil dari penelitian teoritik peneliti dan penelitian yang disarankan dapat digunakan untuk menginjak penelitian lebih lanjut dengan sampel sebuah rangka atap baja ringan sederhana.

3. Penelitian perlu dilanjutkan dengan variasi jarak dan tata letak screw drilling self yang lebih banyak.
4. Ketebalan profil baja ringan yang biasa digunakan adalah lebih besar dari 0,75 mm, karena ketebalan 0,65 mm tidak untuk digunakan pada struktur atap. Selain itu, AISI merekomendasikan bahwa setidaknya penggunaan sekrup sebagai alat sambung dibatasi minimal menggunakan sebanyak 2 buah untuk menghubungkan kedua elemen struktur, dengan kata lain sambungan dengan 1 sekrup tidak direkomendasikan diaplikasikan di lapangan. Untuk lebih ekonomis, penggunaan dua SDS sudah cukup karena dari segi kekuatan pada penggunaan tiga SDS tidak begitu berbeda, selain itu pada umumnya di lapangan menggunakan 2 buah sekrup sebagai alat sambung pada sambungan baja ringan.

Edition". USA : University of Missouri-Rolla. 2000.

- [10] Firmansyah, Lutfi Verdy. (2014). "*Pengaruh Berbagai Jenis Screw Terhadap Kuat Tarik dan Kuat Geser Sambungan Baja Ringan*". Surabaya : Universitas Negeri Surabaya.

Daftar Pustaka

- [1] Anggara, Prima Dwi. "*Pengaruh Jarak Screw Terhadap Kekuatan Sambungan Pada Baja Ringan*". Surabaya : Universitas Negeri Surabaya. 2014.
- [2] NZS. 2005. NZS 4600: - *Cold-Formed Steel Structures*. Wellington. New Zealand Standard. 2005.
- [3] Wiryanto Dewobroto. (2010): Mekanisme Tumpu Pada Sambungan. Website: <https://wiryanto.wordpress.com/2010/07/02/mekanisme-tumpu-pada-sambungan-2> Diakses pada 21 Maret 2015, 14:43:32
- [4] SNI 03-1729-2002. *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung*. 2002.
- [5] RSNI 03-1729,1-201X. – *Spesifikasi untuk Gedung Baja Struktural*. 2011.
- [6] Hancock, Gregory J. et.al. *Cold Formed Steel Structures to the AISI Specification*. New York: Acid-Free Paper. 2001.
- [7] Daryanto. "*Pengetahuan Teknik Bangunan*". Rineka Cipta : Jakarta. 1994.
- [8] Ardra.biz. (2008): *Proses Pengerolan/Canai Panas-Dingin, Hot-Cold Rolling* dari World Wide Web: <https://ardra.biz/sain-teknologi/metalurgi/pembentukan-logam-metal-forming/proses-canai-panas-canai-dingin-hot-rolling-cold-rolling/> Diakses pada 21 Maret 2015, 15:19:27
- [9] Yu, Wei-Wen. "*Cold-Formed Steel Design 3rd*