

Analisa Tahanan Nominal Baut Pada Sambungan Batang Tarik Baja

Mery Silviana*¹, Bunyamin², Lindawati³

¹ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Al Muslim

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Iskandar Muda

³Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Abulyatama

Submitted : 16, Februari 2021;

Accepted: 20, Maret 2021

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis perbandingan tahanan nominal baut pada sambungan pelat baja secara eksperimen dan analitis dengan metode LRFD. Objek yang ditinjau yaitu sambungan pelat baja bertampang dua yang terdiri dari pelat penyambung dan pelat yang disambung dengan ketebalan yang sama. Pelat baja yang digunakan adalah pelat dengan ketebalan 8 mm dan 10 mm, baut yang dipakai pada penelitian, berdiameter 3/8 dan 1/2 inch. Perbandingan jumlah alat sambung yang ditinjau yaitu satu, dua, tiga dan empat baut. Jumlah total benda uji penelitian yang dibuat sebanyak 16 benda uji. Metode penelitian dilaksanakan dengan pengujian tarik menggunakan *Universal Testing Machine*. Pengujian tarik sambungan batang tarik pelat baja dilakukan dengan memberikan beban tarik secara perlahan-lahan pada sambungan hingga sambungan runtuh. Tahanan nominal baut batang tarik yang didapatkan dari hasil pengujian akan dibandingkan dengan hasil analitis menggunakan Metode LRFD (*Load Resistance and Factor Design*). Dari hasil penelitian didapatkan selisih antara tahanan nominal baut dari hasil pengujian dan perhitungan teoritis adalah 3,37%. Hasil selisih persentase ini didapat dengan membandingkan nilai beban ultimit hasil eksperimen dengan perhitungan analitis tahanan nominal baut ultimit (tanpa faktor reduksi kekuatan (ϕ)). Dari hasil perbandingan dapat disimpulkan bahwa dalam merencanakan kekuatan batang tarik baja, perhitungan kapasitas harus memasukkan faktor reduksi kekuatan agar batang tarik pelat baja dalam kondisi aman. Hal ini dikarenakan selisih persentase kekuatan yang sangat kecil antara eksperimen dan analitis.

Kata Kunci : Tahanan nominal baut; Tahanan tumpu baut; Tahanan geser Baut; Metode LRFD; Uji Tarik

Abstract

This research is conducted to analyze the comparison of nominal bolt resistance on steel plate connections experimentally and analytically using LRFD Method. The research objects are two-faced steel plate connections that consist of connecting and connected plates with same thickness. The steel plates used are plates with thickness of 8 mm and 10 mm and bolts used in the study, 3/8 and 1/2 inch in diameter. Comparison of the number of connecting devices reviewed namely one, two, three and four bolts. The total number of research specimens made was 16 test specimens. The research method is a tensile test

experiment. Tensile testing of the tension member steel plate is done by giving a pulling load slowly on the connection until the connection collapses. The nominal bolt resistance experimentally will also be compared with the theoretical calculation results using the LRFD (Load Resistance and Factor Design) Method. From it, it is found that the difference between the nominal resistances of the tensile test results and the theoretical calculation results is 3,37%. The result of this percentage difference is obtained by comparing the ultimate load value of the experimental results with analytical calculations ultimate bolt resistance (without the strength reduction factor (ϕ)). From it, it can be concluded that in planning strength of steel tension member, the calculation of the strength must include the strength reduction factor so that the tension member is in a safe condition. This is due to the very small percentage difference in strength between experimental results and analytical calculation.

Keywords : Bolt Resistance; Bolt shear resistance; Bolt bearing resistance; LRFD Method; Tensile Test

A. PENDAHULUAN

Dalam memilih bahan material konstruksi, kriteria dasar pemilihannya adalah kekuatan, kekakuan dan daktilitas. Material baja unggul dalam ketiga kriteria tersebut bila dibandingkan kayu dan beton, akan tetapi faktanya di lapangan menunjukkan bahwa konstruksi baja tidak mendominasi proyek pembangunan di Indonesia. Konstruksi baja masih kalah populer dibandingkan konstruksi beton. Hal ini dapat dilihat pada proyek-proyek bangunan tinggi dan jembatan. Argumentasi yang berkembang akan fenomena ini adalah bahwa harga material baja mahal akan tetapi faktor ketidaktahuan bisa menjadikan konstruksi baja kurang optimal, yang pada akhirnya mengecewakan para penggunanya (Dewobroto, 2016). Sehingga perlu adanya penelitian yang akan memberikan pengetahuan lebih tentang material baja. Penelitian ini akan memberikan pengetahuan tentang tahanan nominal baut pada sambungan pelat baja dengan membandingkan hasil perhitungan eksperimen dan analitis. Perhitungan analitis menggunakan Metode LRFD karena metode ini merupakan metode yang paling ekonomis

dari metode ASD (Allowable Stress Design) (Nur Cahya, 2015)

B. TINJAUAN PUSTAKA

1. Sifat Mekanis Baja

Baja konstruksi (*structural steel*) adalah salah satu logam yang digunakan secara luas dan merupakan baja utama yang dipergunakan dalam bangunan-bangunan. Seperti diketahui baja yang banyak dipasaran adalah baja carbon rendah yang diubah bentuk dalam cetakan menjadi batang-batang profil, pelat dan baut (Permana et al., 2013).

Untuk mengetahui sifat mekanis baja kualitas perdagangan tersebut, maka baja harus diuji. Pengujian Tarik atau tensile test adalah salah satu cara untuk mengetahui sifat atau karakteristik material. Dari pengujian tarik ini akan didapatkan kekuatan material sehingga bisa mendesain suatu konstruksi sesuai dengan karakteristik material (Budiman, 2016).

Informasi kekuatan dan kekenyalan material yang didapat dari pengujian tarik aksial berupa kuat leleh, kuat tarik, tegangan dan regangan (American Society for Testing and Materials, 2020).

Informasi ini boleh digunakan dalam perbandingan material, pengembangan campuran, kualitas kontrol dan perencanaan pada keadaan sesungguhnya.

Hasil pengujian kuat tarik bahan baja dari mesin penguji dengan ukuran standar pada bagian pilihan dari suatu bagian benda uji atau seluruh bagian benda uji dapat mewakili kekuatan dan sifat kekenyalan benda uji. Gaya tarik mempunyai kecenderungan untuk menarik elemen hingga putus (Silviana, 2017). Tegangan tarik dapat diketahui dengan Persamaan 1

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

σ = Tegangan yang timbul (kg/cm²)

P = Beban aksial (maksimum) yang bekerja (kg)

A = Luas Penampang (cm²)

Selanjutnya regangan dapat dihitung dengan Persamaan 2

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

σ = Regangan yang timbul (kg/cm²)

ΔL = Perubahan bentuk/panjang (cm)

L = Panjang mula-mula (cm)

Hubungan umum antara tegangan dan regangan untuk material elastis dikenal dengan Hukum Hooke (SOUISA, 2011). Dimana modulus elastisitas (E) didapatkan dengan Persamaan 3

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

E = modulus elastisitas (kg/cm²)

σ = Tegangan (kg/cm²)

ε = Regangan (cm/cm)

Nilai-nilai modulus elastisitas (E), tegangan (σ) dan regangan (ε) yang diperoleh adalah mencerminkan kekuatan dari bahan baja sebenarnya. Bentuk dan ukuran kuat tarik standar pelat baja dan baut didasarkan pada ASTM (ASTM Standard E8/E8M, 2016)

2. Metode LRFD

Baut yang memiliki beban terfaktor harus memenuhi Persamaan 4 (American Institute of Steel Construction (AISC), 2016)

$$R_u \leq \phi R_n \quad (4)$$

R_u = Tahanan baut dengan beban terfaktor

R_n = Tahanan nominal baut

ϕ = Faktor reduksi sebesar 0,75

Tahanan nominal satu buah baut yang memikul gaya geser didapatkan sesuai dengan Persamaan 5 (Setiawan, 2013)

$$R_n = m r_1 f_u^b A_b \quad (5)$$

$r_1 = 0,5$ untuk baut tanpa ulir pada bidang geser

$r_1 = 0,4$ untuk baut dengan ulir pada bidang geser

f_u^b = kuat tarik baut

A_b = luas bruto penampang baut pada daerah tak berulir

m = jumlah bidang geser

Tahanan tumpu nominal dihitung dengan Persamaan 6

$$R_n = 2,4 d_b t_p f_u \quad (6)$$

d_b = diameter baut pada daerah tak berulir

t_p = tebal pelat

f_u = kuat tarik putus terendah dari baut atau pelat

C. METODE PENELITIAN

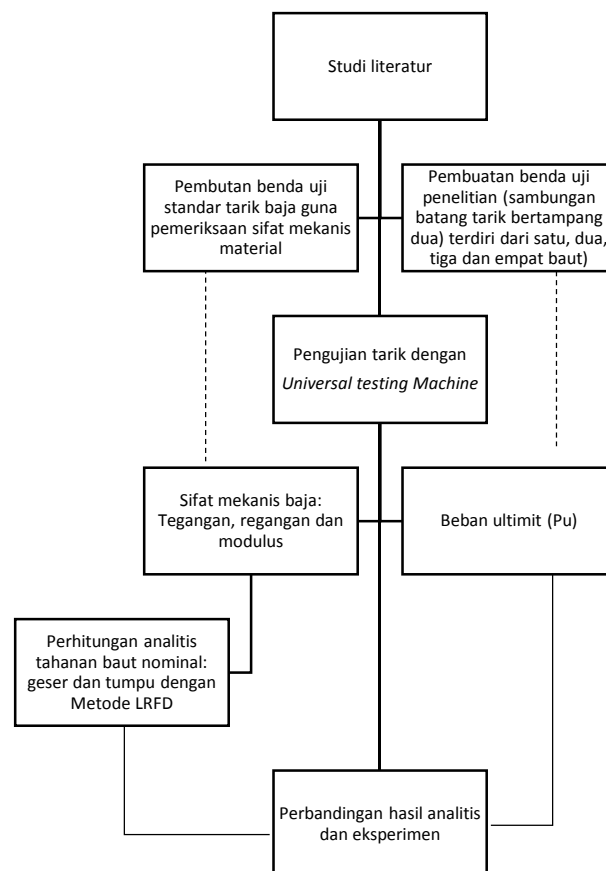
Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan melakukan pengujian tarik sambungan di laboratorium bahan bangunan Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala dan juga perhitungan secara analitis menggunakan prinsip LRFD. Diagram alir metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 1

1. Pengujian benda uji/ eksperimen

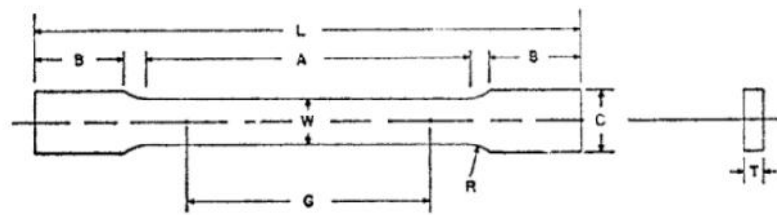
Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah pelat baja tebal 8 mm dan 10 mm, baut berdiameter 3/8 dan 1/2 inch. Kedua macam material didapat di pasaran, oleh karena itu sebelum

pengujian sambungan, material pelat dan baut tersebut diperiksa mutu dan sifat mekanisnya melalui pengujian kuat tarik standar baja sesuai ASTM. Peralatan utama yang digunakan yaitu mesin uji tarik (*Universal Testing Machine*) yang merupakan mesin yang sama dalam pengujian batang tarik pelat baja.

Masing-masing pelat dan baut dibuat benda ujinya untuk pemeriksaan sifat-sifat mekanis pelat dan baut yang digunakan. Jumlah benda uji untuk pemeriksaan sifat mekanis masing-masing berjumlah 3 benda uji untuk masing-masing ketebalan pelat dan ukuran baut. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil yang lebih mendekati. Bentuk dan ukuran benda uji kuat tarik standar untuk pemeriksaan sifat mekanis sesuai dengan ASTM E8 dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3

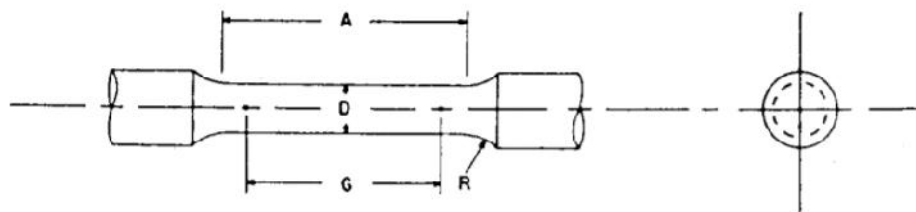


Gambar 1. Diagram alir penelitian



Gambar 2. Bentuk dan ukuran benda uji standar untuk pelat baja
 (American Society for Testing and Materials, 2020)

G (panjang ukur awal)	= 60 mm	L (Panjang benda uji)	= 200 mm
W (Lebar batang uji)	= 12,5 mm	A (Panjang reduksi)	= 50 mm
T (Tebal profil)	=Tebal	B (Panjang bagian grip)	= 50 mm
profil (mm)		C (Lebar bagian grip)	= 20 mm
R (Jari-jari)	=13 mm		



Gambar 3. Bentuk dan ukuran benda uji standar untuk baut
 (American Society for Testing and Materials, 2020)

G (panjang ukur awal)	= 96 mm
D (Diameter)	= diameter masing-masing baut (mm)
R (Jari-jari)	= 10 mm
A (Panjang reduksi)	= 62,5 mm

Pembuatan benda uji sambungan batang tarik baja bertampang dua dimulai dengan pemotongan pelat baja sesuai dengan ukuran yang telah direncanakan berdasarkan SNI. Kemudian pelat baja juga dilubangi dengan mesin bor sesuai dengan ketentuan SNI mengenai besaran lubang pada pelat/profil baja. Pemotongan pelat dan pengeboran lubang sesuai Gambar 4 dan Gambar 5



Gambar 4. Pemotongan pelat baja dalam membuat benda uji



Gambar 5. Pengeboran lubang dalam membuat batang tarik pelat baja

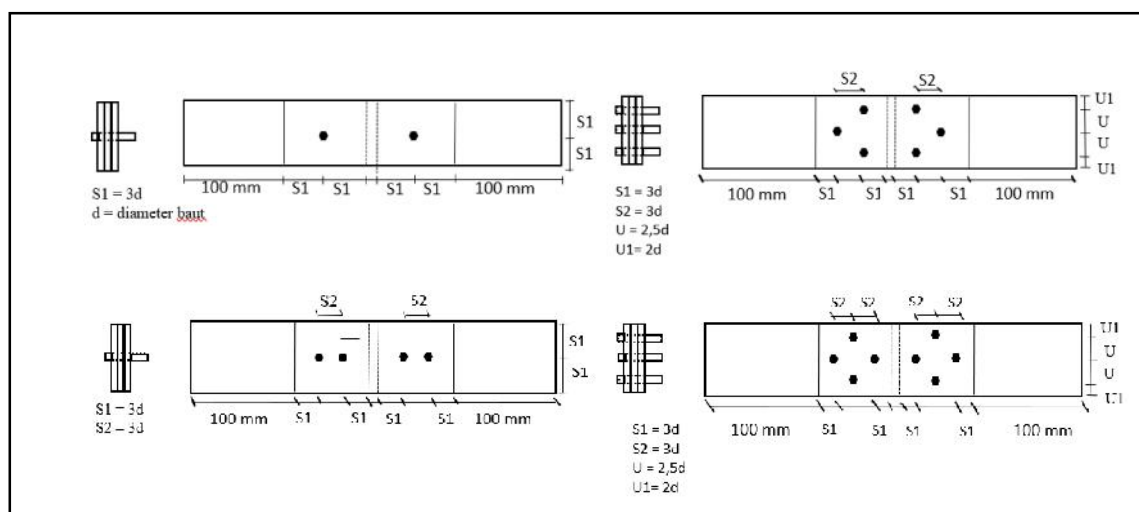
Pelat baja yang sudah dipotong kemudian disambung dengan menggunakan pelat penyambung dibagian atas dan bawah, pelat penyambung yang dipakai mempunyai tebal yang sama sehingga membentuk sambungan pelat baja bertampang dua sesuai Gambar 6. Sambungan pelat baja yang diteliti menggunakan satu baut, dua baut, tiga baut dan empat baut untuk masing-masing pelat baja. Detil jumlah benda uji untuk sambungan satu baut sesuai Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah benda uji dengan satu baut

No.	Connected Plate (mm)	Connecting Plate (mm)	Ø Baut	Jumlah baut	Jumlah Benda Uji
1.	8	8	$\frac{3}{8}$ "	1	1
2.	8	8	$\frac{1}{2}$ "	1	1
3.	10	10	$\frac{3}{8}$ "	1	1
4.	10	10	$\frac{1}{2}$ "	1	1

Demikian juga jumlah sambungan untuk benda uji yang menggunakan dua baut, tiga baut dan empat baut masing-masing berjumlah empat benda uji. Total

keseluruhan benda uji berjumlah 16 benda uji. Gambar konfigurasi baut dan ukuran sambungan batang tarik baja sesuai Gambar 6



Gambar 6. Konfigurasi baut dan ukuran sambungan batang tarik baja

Konfigurasi baut sesuai dengan SNI yaitu jarak antar pusat lubang baut minimum $3d$ (diameter baut) dan jarak antara baut tepi dengan ujung pelat harus sekurang-kurangnya $1,5$ diameter nominal baut. Jarak maksimum antar pusat lubang baut tak boleh melebihi $1\ t_p$ (dengan t_p adalah tebal pelat lapis tertipis dalam sambungan) atau 200 mm , sedangkan jarak tepi maksimum harus tidak melebihi $(4t_p + 100\text{ mm})$ atau 200 mm (Badan Standardisasi Nasional Indonesia, 2015).

Selanjutnya, benda uji dipasang pada mesin sesuai dengan Gambar 7. Pada benda uji diletakkan *transducer* untuk mengetahui pergerakan benda uji ketika dibebankan, dudukan *transducer* dilas pada benda uji sesuai Gambar 8.



Gambar 7. Benda uji dipasang pada Universal Testing Machine



Gambar 8. Dudukan *transducer* yang dilas pada benda uji

Pengujian benda uji dilakukan dengan mesin pembebanan tarik. Sambungan pelat yang menggunakan baut berdiameter $3/8''$ pembacaan bebannya setiap kenaikan 200 kg dan untuk sambungan pelat yang menggunakan baut berukuran $1/2''$ pembacaan beban disetiap kenaikan 500 kg . Semua sambungan pelat diberikan beban secara perlahan-lahan sampai sambungan lepas. Pada saat tersebut, diperoleh beban ultimit/batas yang dapat ditahan sambungan baut.

2. Perhitungan analitis

Perhitungan analitis menggunakan metode LRFD atau DFBK (Desain faktor Beban dan Kekuatan). Data yang digunakan diperoleh dari hasil uji tarik standar material yaitu tegangan ultimit material pelat dan baja. Kemudian data tersebut dimasukkan ke dalam Persamaan 5 dan 6 untuk mencari kekuatan geser dan tumpu nominal baut. Dari hasil perhitungan geser dan tumpu baut, hasil yang paling kecil diantara keduanya dipakai dalam perbandingan analitis dan eksperimen.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Sifat Mekanis Baja

Sifat mekanis material yang digunakan didapatkan dari hasil pengujian tarik standar sesuai dengan ASTM. Benda uji tarik standar yang diuji adalah material pelat baja dan baut. Dari hasil uji tarik dapat dihitung sifat mekanis material baja yaitu tegangan ultimit, regangan ultimit, tegangan luluh, regangan luluh dan modulus elastisitas. Besarnya nilai-nilai tersebut sesuai Tabel 2

Tabel 2. Sifat mekanis baja

Sifat Mekanis	Pelat 8 mm	Pelat 10 mm	Baut 3/8"	Baut 1/2"
Tegangan Ultimit (kg/cm ²)	3888.889	5715.776	6024.416	4758.646
Regangan Ultimit	0.213	0.178	0.128	0.128
Tegangan Luluh (kg/cm ²)	2291.667	4119.819	5042.463	3864.258
Regangan Luluh	0.0016	0.0037	0.0365	0.034
Modulus Elastisitas (kg/cm ²)	1528629.375	1130194.134	140575.006	116979.992

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa sifat-sifat mekanis dari material yang digunakan tidak ada yang sama, dikarenakan material pelat dan baut yang digunakan merupakan material pasaran. Besaran sifat-sifat mekanis yang berada di dalam tabel adalah besaran rata-rata, karena masing-masing material dibuat 3 benda uji. Pelat dengan tebal 8 mm merupakan material yang paling besar modulus elastisitasnya dibandingkan

material lainnya. Sedangkan tegangan ultimit material yang paling besar nilainya adalah baut dengan diameter 3/8".

3. Tahanan Nominal Baut Hasil Pengujian

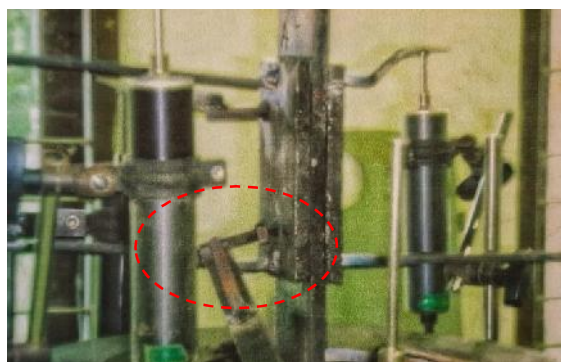
Tahanan baut yang diperoleh dari hasil pengujian tertera pada Tabel 3

Tabel 3. Beban ultimit (P_u) tahanan baut hasil pengujian

Sambungan Pelat	Ø Baut	Kuat Tarik Sambungan Pelat Dengan Jumlah Baut (kg)			
		Satu Baut	Dua Baut	Tiga Baut	Empat Baut
8 mm dan 8 mm	3/8"	3600	7000	10400	13800
8 mm dan 8 mm	1/2"	5500	10200	15800	21500
10mm dan 10mm	3/8"	3400	6500	10000	13400
10mm dan 10mm	1/2"	5400	10200	15700	19000

Nilai kuat tarik sambungan pelat pada hasil pengujian merupakan tahanan nominal baut, karena dari hasil pengujian, keruntuhan sambungan terjadi dibagian baut. Keruntuhan ini terjadi akibat perencanaan sambungan dibuat untuk melihat nilai ketahanan nominal baut dengan merencanakan sambungan dengan pelat yang cukup tebal. Tabel 3

menunjukkan bahwa dari hasil eksperimen, benda uji yang menggunakan tebal pelat 8 mm memiliki kapasitas sambungan yang lebih besar dari benda uji dengan tebal pelat 10 mm. Hanya pada benda uji yang menggunakan dua baut beban ultimit pada pelat 10 mm sama dengan kapasitas beban pada pelat 8 mm.



Gambar 9. Keruntuhan sambungan akibat keruntuhan baut

4. Tahanan Nominal Baut Hasil Perhitungan Analitis Metode LRFD

geser nominal dan tahanan tumpu nominal baut. Hasil analitis sesuai dengan Tabel 4

Dari Persamaan 5 dan Persamaan 6 didapatkan nilai hasil analitis tahanan

Tabel 4. Hasil analitis tahanan nominal satu baut

Sambungan Pelat	Ø Baut	Tahanan Nominal Baut (kg)	
		Geser	Tumpu
8 mm dan 8 mm	$\frac{3}{8}$ "	3435,576	7112
8 mm dan 8 mm	$\frac{1}{2}$ "	4824,424	9482,667
10mm dan 10mm	$\frac{3}{8}$ "	3435,576	13066,26
10mm dan 10mm	$\frac{1}{2}$ "	4824,424	14504,35

Tabel 4 menunjukkan bahwa untuk tahanan geser nilai antara pelat 8 mm dan 10 mm adalah sama. Hal ini dikarenakan untuk perhitungan teori tahanan geser dan tarik metode LRFD, ketebalan pelat tidak diperhitungkan. Ketebalan pelat diperhitungkan untuk mencari nilai tahanan nominal tumpu baut.

Di antara dua tahanan nominal baut di atas dipilih tahanan yang paling kecil

yaitu tahanan geser baut. Tahanan nominal untuk jumlah baut, dua, tiga dan empat baut digunakan persamaan $n.R_n$; n adalah jumlah baut dan R_n adalah tahanan nominal baut terkecil. Sehingga tahanan nominal yang menentukan untuk satu, dua, tiga dan empat baut sesuai dengan Tabel 5

Tabel 5. Tahanan nominal (R_n) geser baut secara analitis

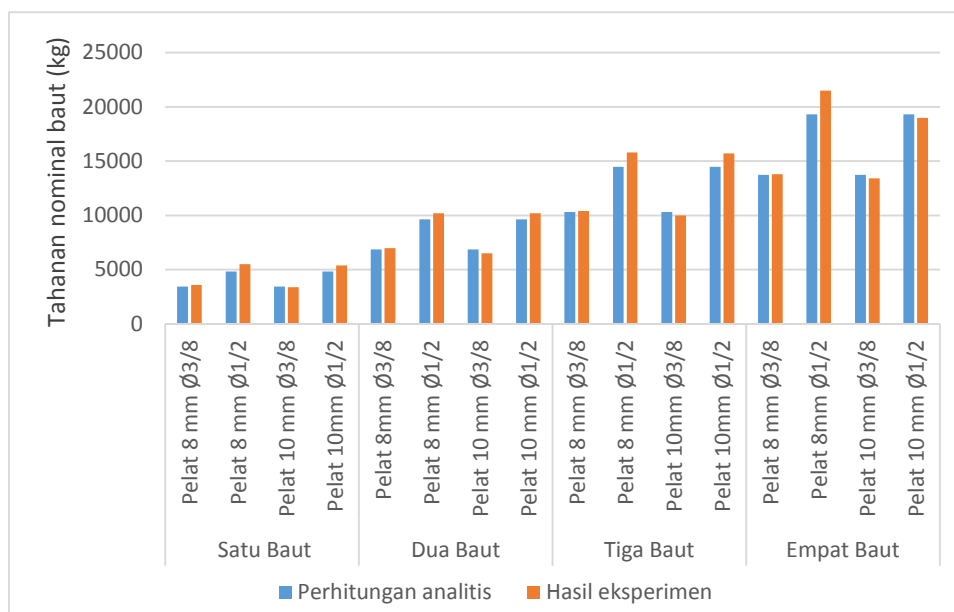
Sambungan Pelat	Ø Baut	Tahanan Nominal Baut (kg)			
		Satu Baut	Dua Baut	Tiga baut	Empat Baut
8 mm dan 8 mm	$\frac{3}{8}$ "	3435,76	6871,152	10306,728	13742,304
8 mm dan 8 mm	$\frac{1}{2}$ "	4824,424	9648,848	14473,272	19297,696
10mm dan 10mm	$\frac{3}{8}$ "	3435,76	6871,152	10306,728	13742,304
10mm dan 10mm	$\frac{1}{2}$ "	4824,424	9648,848	14473,272	19297,696

5. Perbandingan Nilai Tahanan Baut Antara Hasil Pengujian dan Perhitungan

Nilai perbandingan tahanan baut hasil pengujian dan perhitungan analitis sesuai Tabel 6 yang tergambar pada Gambar 10.

Tabel 6. Perbandingan tahanan baut hasil perhitungan analitis dan pengujian

Jumlah Baut	Sambungan Pelat	Tahanan Nominal (kg)		%
		Analitis	Pengujian	
Satu Baut	8mm, baut $\emptyset^{3/8}$	3435,76	3600	95,43%
	8mm, baut $\emptyset^{1/2}$	4824,424	5500	87,72%
	10mm, baut $\emptyset^{3/8}$	3435,76	3400	101,05%
	10mm, baut $\emptyset^{1/2}$	4824,424	5400	89,34%
Dua Baut	8mm, baut $\emptyset^{3/8}$	6871,152	7000	98,16%
	8mm, baut $\emptyset^{1/2}$	9648,848	10200	94,60%
	10mm, baut $\emptyset^{3/8}$	6871,152	6500	105,71%
	10mm, baut $\emptyset^{1/2}$	9648,848	10200	94,60%
Tiga Baut	8mm, baut $\emptyset^{3/8}$	10306,728	10400	99,10%
	8mm, baut $\emptyset^{1/2}$	14473,272	15800	91,60%
	10mm, baut $\emptyset^{3/8}$	10306,728	10000	103,07%
	10mm, baut $\emptyset^{1/2}$	14473,272	15700	92,19%
Empat Baut	8mm, baut $\emptyset^{3/8}$	13742,304	13800	99,58%
	8mm, baut $\emptyset^{1/2}$	19297,696	21500	89,76%
	10mm, baut $\emptyset^{3/8}$	13742,304	13400	102,55%
	10mm, baut $\emptyset^{1/2}$	19297,696	19000	101,57%



Gambar 10. Grafik perbandingan kekuatan nominal hasil eksperimen dan perhitungan analitis

Kapasitas sambungan batang tarik baja hasil perhitungan analitis sambungan seringkali memiliki nilai yang lebih rendah dari kapasitas sambungan dalam kondisi riil (Sulandari et al., 2019). Dari Tabel 6 dan Gambar 10, dapat dilihat bahwa secara analitis, nilai tahanan nominal baut lebih kecil dari hasil eksperimen. Akan tetapi untuk baut dengan ukuran 3/8" pada batang tarik dengan tebal 10 mm besar nilai hasil analitis keseluruhan untuk benda uji dengan satu baut, dua baut, tiga baut dan empat baut lebih besar dari hasil eksperimen. Sedangkan untuk baut 1/2" yang digunakan pada pelat tebal 10 mm hanya terjadi pada benda uji dengan empat baut. Hal ini dapat terjadi karena tidak sebandingnya tebal pelat dan baut yang dipakai (ketebalan pelat pada batang tarik yang digunakan terlalu besar) dan juga karena sifat mekanis: tegangan ultimit pada material yang digunakan adalah beragam tidak sama besar. Nilai selisih rata-rata perbandingan perhitungan secara teoritis dan eksperimen berkisar 3,37%.

E. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan analitis tahanan nominal baut; tahanan geser dan tahanan tumpu baut, nilai tahanan geser baut yang menentukan, karena nilai tahanan geser lebih kecil dari tahanan tumpu baut.

Hasil perhitungan analitis pada baut 3/8" yang dipasang pada batang tarik dengan tebal pelat 10 mm didapatkan hasil yang lebih besar dari hasil eksperimen untuk semua jumlah baut (satu, dua, tiga dan empat baut). Ini dikarenakan pengaruh tidak sebandingnya ukuran baut 3/8" pada tebal pelat 10 mm. Sedangkan untuk baut 1/2" yang dipasang pada pelat 10 mm, nilai analitis yang lebih besar dari hasil eksperimen hanya terjadi pada batang tarik dengan baut berjumlah empat baut.

Selanjutnya, pada batang tarik dengan tebal pelat 8 mm, hasil perhitungan analitis pada semua benda uji baik yang menggunakan baut 3/8" atau 1/2" semuanya lebih kecil dari hasil eksperimen.

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa tahanan nominal hasil pengujian dan perhitungan analitis dengan Metode LRFD adalah sangat mendekati dengan selisih 3,37%. Selisih persentase ini didapat dengan membandingkan nilai perhitungan analitis tanpa faktor reduksi kekuatan (ϕ) dikarenakan faktor reduksi kekuatan dipakai untuk merencanakan kapasitas sambungan sedangkan tujuan penelitian untuk menganalisis kapasitas ultimit sambungan secara analitis dan eksperimen. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dikarenakan selisih persentase yang sangat kecil antara hasil eksperimen dan perhitungan analitis, untuk merencanakan kekuatan tarik sambungan batang tarik baja harus memperhitungkan faktor reduksi kekuatan agar batang tarik yang direncanakan dalam kondisi aman.

DAFTAR PUSTAKA

- American Institute of Steel Construction (AISC). (2016). Specification for Structural Steel Buildings. ANSI/AISC 360-16, American Institute of Steel Construction, Chicago, IL. *Buildings*.
- American Society for Testing and Materials. (2020). ASTM E8/E8M-16a - Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials. In *American Society for Testing and Materials*.
- ASTM Standard E8/E8M. (2016). Tension Testing of Metallic Materials. In *ASTM International*. https://doi.org/10.1520/E0008_E0008M-16A
- Badan Standardisasi Nasional Indonesia.

- (2015). Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural. *Sni1729:2015*.
- Budiman, H. (2016). Analisis Pengujian Tarik (Tensile Test) Pada Baja St37 Dengan Alat Bantu Ukur Load Cell. *J-EnsateC*.
<https://doi.org/10.31949/j-ensitec.v3i01.309>
- Dewobroto, W. (2016). *Struktur Baja Perilaku, Analisis dan Desain - AISC 2010* (Second). Jurusan Teknik Sipil UPH.
- Nur Cahya, H. (2015). *Studi Analisis Perbandingan Metode ASD (Allowable Stress Design) Dengan LRFD (Load and Resistance Factor Design) Pada Struktur Gable Frame Pembangunan Pasar Baru kabupaten Lumajang*. Institute Teknologi Nasional Malang.
- Permana, B. A., Badaruddin, M., & Zulhanif. (2013). Karakterisasi Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Baja Carbon Rendah untuk Cane Cutter Blade Pada PT Gunung Madu Plantation. *FEMA*, 1(3), 34–40.
- Setiawan, A. (2013). *Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD Edisi Kedua*. Erlangga.
- Silviana, M. (2017). Studi Sambungan Batang Tarik Pelat Baja Dengan Alat Sambung Baut. *Inotera*, 2(2), 26–31.
- SOUISA, M. (2011). Analisis Modulus Elastisitas Dan Angka Poisson Bahan Dengan Uji Tarik. *Barekeng: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*.
<https://doi.org/10.30598/barekengv01i01.14>
- Sulandari, N., Milyardi, R., & Pranata, Y. A. (2019). Studi Eksperimental dan Analisis Sambungan Batang Tarik Tipe Kegagalan Geser Baut. *Jurnal Teknik Sipil*.
<https://doi.org/10.28932/jts.v13i1.1430>



© 2021 Siklus Jurnal Teknik Sipil All rights reserved. This is an open access article distributed under the terms of the CC BY License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)