

PENGARUH GEOMETRI PAKU KELING TERHADAP KINERJA SAMBUNGAN PADA STRUKTUR RANGKA BAJA

Kevin Bungan Layuk¹, Agustina Kasa², Benyamin Tangaran³

Fakultas Teknik Mesin, Universitas Kristen Indonesia Paulus
Jl. P. Kemerdekaan Km. 13, Telp. (62-411) 582825, Makassar, 90243
Email : kevinlayuk92@gmail.com

Abstrak

Sambungan paku keling merupakan salah satu metode penyambungan yang masih digunakan dalam konstruksi rangka baja. Geometri paku keling memiliki pengaruh signifikan terhadap kinerja sambungan dalam menahan beban tarik dan geser. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi geometri paku keling terhadap kinerja sambungan pada struktur rangka baja. Metode penelitian melibatkan uji tarik geser dengan berbagai variasi geometri paku keling. Parameter yang di uji meliputi tegangan geser maksimum paku keling, kekuatan sambungan plat pada paku keling, dan gaya geser maksimum paku keling. Adapun hasil yang diperoleh dengan variasi geometri paku keling pada tegangan geser maksimum dengan nilai tertinggi pada paku keling tirus 12,59 kgf/mm² dan nilai terendah terdapat pada paku keling datar dengan nilai 10,73 kgf/mm². Dan pada kekuatan sambungan plat pada paku keling di peroleh nilai tertinggi pada geometri paku keling tirus dengan nilai 800,99 kgf dan nilai terendah pada geometri paku keeling datar dengan nilai 682,63 kgf. Gaya geser maksimum paku keling di peroleh nilai tertinggi pada variasi geometri paku keling tirus dengan nilai 400,44 kgf dan nilai terendah ada pada variasi geometri paku keling datar dengan nilai 341,31 kgf.

Kata Kunci : Geometri, Uji Tarik, Paku Keling

Abstract

Riveted connection is one of the connection methods that is still used in steel frame construction. The geometry of the rivet has a significant effect on the performance of the connection in withstanding tensile and shear loads. This study aims to analyze the effect of variations in rivet geometry on the performance of joints in steel frame structures. The research method involves tensile shear tests with various variations in rivet geometry. The parameters tested include the maximum shear stress of the rivet, the strength of the plate connection on the rivet, and the maximum shear force of the rivet. The results obtained with variations in rivet geometry on the maximum shear stress with the highest value on the tapered rivet 12.59 kgf / mm² and the lowest value on the flat rivet with a value of 10.73 kgf / mm². And on the strength of the plate connection on the rivet, the highest value is obtained on the tapered rivet geometry with a value of 800.99 kgf and the lowest value on the flat rivet geometry with a value of 682.63 kgf. The maximum shear force of the rivet is obtained the highest value in the geometry variation of the tapered rivet with a value of 400.44 kgf and the lowest value is in the geometry variation of the flat rivet with a value of 341.31 kgf.

Keywords: Geometry, Tensile Test, Rivets

Pendahuluan

Struktur baja merupakan salah satu material yang sering digunakan dalam konstruksi bangunan modern karena kekuatannya yang tinggi dan bobotnya yang relatif ringan.[1]

Karena kemampuannya untuk menahan beban berat dengan tetap mempertahankan bentuk dan stabilitas yang diperlukan, material ini telah terbukti unggul dalam berbagai aplikasi mulai dari gedung pencakar langit hingga jembatan.[2]

Selain itu, baja dapat didaur ulang sehingga menjadikannya pilihan yang lebih ramah lingkungan.[3]

Kualitas sambungan ini tentunya dipengaruhi oleh pemilihan dan desain elemen sambungan seperti paku keling dan las.[4]

Variasi dalam geometri paku keling, termasuk diameter, panjang, dan jenis material, dapat memengaruhi distribusi tegangan dan efisiensi sambungan dalam menahan beban.[5]

Geometri paku keling yang kurang tepat dapat menjadi titik rentan yang berpotensi menyebabkan kegagalan struktural terutama saat bangunan menghadapi beban statis maupun dinamis.[6]

Kegagalan tersebut tidak hanya berpotensi merusak integritas struktural, namun juga dapat membahayakan keselamatan pengguna bangunan.[7]

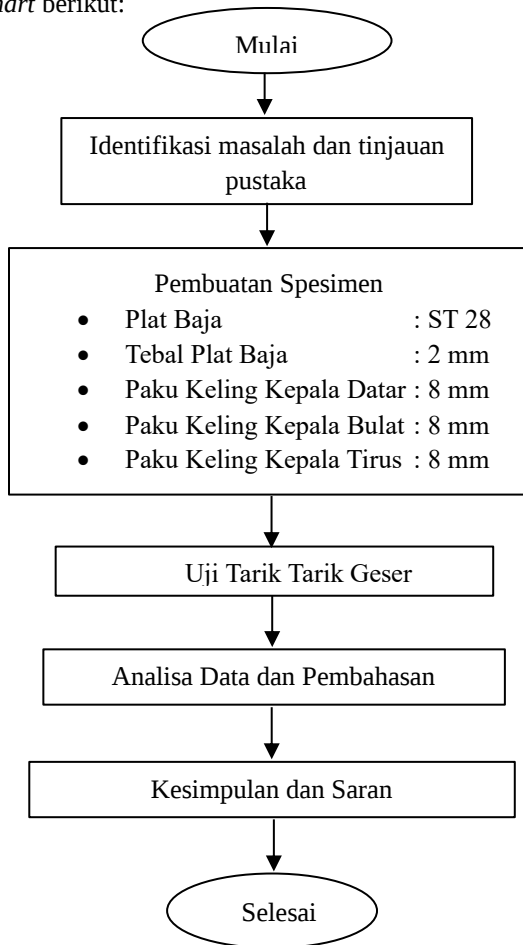
Sambungan yang dirancang dengan baik harus memperhitungkan berbagai faktor, termasuk kondisi lingkungan dan jenis beban yang mungkin diterima oleh struktur[8]. Pentingnya pengujian untuk memahami perilaku sambungan dalam kondisi yang

ekstrem. Dengan melakukan analisis yang lebih komprehensif terhadap elemen sambungan, diharapkan dapat merancang sambungan yang lebih andal yang tentunya secara otomatis juga meningkatkan keselamatan dan kinerja bangunan secara keseluruhan[9].

Berdasarkan fenomena latar belakang yang telah dijelaskan di atas, maka penulis tertarik untuk menganalisis pengaruh geometri paku keling terhadap kinerja sambungan pada struktur baja dengan harapan melalui pertimbangan geometri sambungan secara mendetail akan dapat memberikan solusi konstruksi yang lebih berkelanjutan dan aman.

Metode

Metode penelitian melibatkan uji tarik geser dengan berbagai variasi geometri paku keling. Parameter yang di uji meliputi kekutan tarik maksimum plat, gaya geser maksimum paku keling, dan tegangan geser paku keling [10]. Langkah-langkah dalam penelitian ini dapat dilihat pada *flow chart* berikut:



Gambar Flow chart Penelitian

Pengujian tarik geser pada sambungan paku keling dengan menggunakan pelat baja dan variasi geometri pada sambungan yang telah dilakukan.

No	Geometri	Diameter badan paku keling (mm)	Beban tarik maksimum (P _{max}) kgf
1	Bulat	4,5	389
2			354,5
3			415
4	Datar		352,5
5			334
6			338
7	Tirus		403
8			370
9			429

Tabel 1 Data Hasil Pengujian Tarik

Geometri paku keling kepala bulat

Diketahui data-data sebagai berikut:

Diameter paku keling (ϕ_K) = 4,5 mm
 Diameter lubang plat (ϕ_P) = 5 mm
 Beban tarik maksimum plat (P_{max}) = 389 kgf
 Lebar plat (w) = 30 mm
 Tebal plat (t) = 2 mm

Dilakukan perhitungan sebagai berikut:

- Luas penampang plat (A_p)

$$A_p = w \times t$$

$$A_p = 30 \text{ mm} \times 2 \text{ mm}$$

$$A_p = 60 \text{ mm}^2$$

- Tebal sambungan plat (T_{sp})

$$T_{sp} = 2 \times t$$

$$T_{sp} = 2 \times 2 \text{ mm}$$

$$T_{sp} = 4 \text{ mm}$$

- Luas bidang tahan paku keling (A_K)

$$A_K = \frac{1}{4} \pi \times \phi_K^2 \times 2$$

$$A_K = \frac{1}{4} 3,14 \times (4,5 \text{ mm})^2 \times 2$$

$$A_K = 31,79 \text{ mm}^2$$

- Tegangan geser paku keling (τ_K)

$$\tau_K = \frac{P}{A_K}$$

$$\tau_K = \frac{389 \text{ kgf}}{31,79 \text{ mm}^2}$$

$$\tau_K = 12,23 \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2}$$

- Kekuatan sambungan plat pada paku keling (P_s)

$$P_s = 2 \times A_K \times \tau_K$$

$$P_s = 2 \times 31,79 \text{ mm}^2 \times 12,23 \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2}$$

$$P_s = 777,58 \text{ kgf}$$

- Gaya geser maksimum pada paku keling (F_K)

$$F_K = n \times A_K \times \tau_K$$

Karena terdapat dua lapis plat maka jumlah lapisan geser (n) disebut dengan lapisan tunggal ($n=1$) sehingga:

$$F_K = 1 \times 31,79 \text{ mm}^2 \times 12,23 \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2}$$

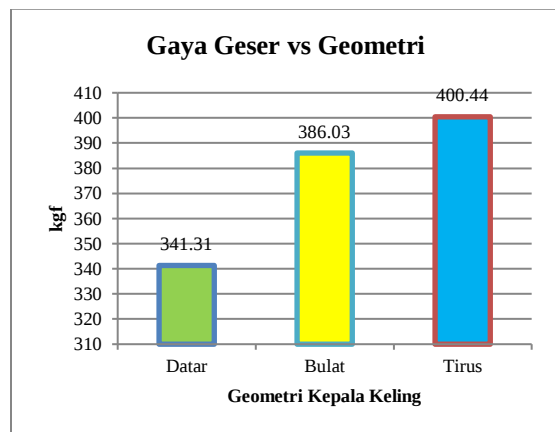
$$F_K = 388,79 \text{ kgf}$$

Perhitungan untuk data lainnya dapat dilakukan dengan cara yang sama dan hasilnya seperti data berikut:

No	Geometri	A _P (mm ²)	A _K (mm ²)	T _{sp} (mm)	τ _p ($\frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2}$)	P _s (kgf)	F _K (kgf)
1	Bulat	60	31.79	4	13.23	777.58	388.79
2		60			11.15	708.91	354.45
3		60			13.05	829.71	414.85
Rata-rata					12,47	772.06	386.03
1	Datar	60	31.79	4	11.08	704.46	352.23
2		60			10.5	667.59	333.79
3		60			10.63	675.85	337.92
Rata-rata					10.73	682.63	341.31
1	Tirus	60	31.79	4	12.67	805.85	402.77
2		60			11.63	739.43	369.71
3		60			13.49	857.69	428.84
Rata-rata					12.59	800.99	400.44

Tabel 2 Hasil perhitungan

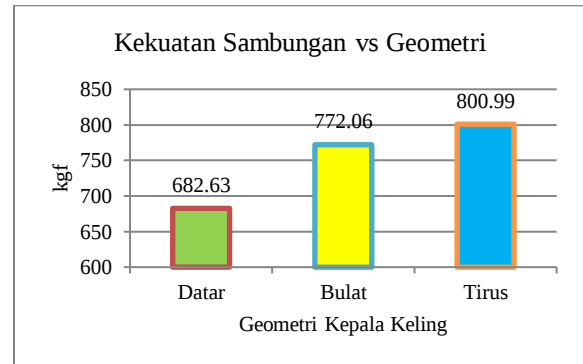
Dari tabel di atas maka dapat di gambarkan grafik seperti berikut:



Gambar 4.3. Grafik Gaya Geser Maksimum Paku Keeling vs Geometri Kepala Paku Keling

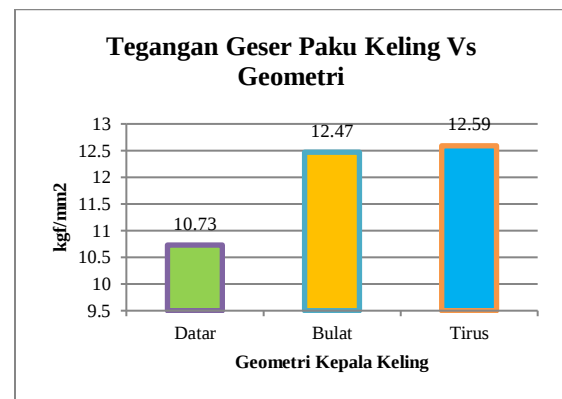
Pengaruh variasi geometri paku keling dengan gaya geser maksimum paku keling yang dimana dengan variasi geometri keling kepala datar memiliki nilai rata-rata 341 kgf, variasi geometri keling kepala bulat memiliki nilai rata-rata 386,03 kgf dan variasi

geometri keling kepala tirus memiliki nilai rata-rata 400,44 kgf. Diketahui bahwa nilai rata-rata paling rendah pada pengaruh variasi geometri dengan gaya geser maksimum paku ada pada variasi geometri keling kepala datar dan nilai rata-rata paling tinggi yaitu pada variasi geometri keling kepala tirus. Dengan demikian dapat kita ketahui bahwa gaya geser maksimum paku keling dapat dipengaruhi dari geometri paku keling yang digunakan pada proses penyambungan plat baja.



Gambar 4.4. Grafik Kekuatan Sambungan Plat Pada Paku Keling vs Geometri Kepala Paku Keling

Pada variasi geometri kepala paku keling dengan kekuatan sambungan plat pada paku keling memiliki pengaruh dimana pada variasi geometri keling kepala datar memiliki nilai rata-rata 682.63 kgf, variasi geometri keling kepala bulat memiliki nilai rata-rata 772.06 kgf dan pada variasi geometri keling kepala tirus memiliki nilai rata-rata 800,99 kgf. Hal ini di pengaruhi oleh tekanan geometri kepala paku keling yang di berikan pada sambungan plat. Dengan demikian dapat diketahui bahwa geometri paku keling berpengaruh terhadap kekuatan sambungan plat pada paku keling.



Gambar 4.5 Grafik Tegangan Geser Paku Keling vs Geometri Kepala Paku Keling

Pada variasi geometri paku keling dengan tegangan geser pada paku keling dapat diketahui bahwa nilai rata-rata paling rendah pada variasi geometri paku keling ada pada geometri kepala keling datar, dimana nilai rata-ratanya 10.73 kgf /mm². Dan nilai rata-rata paling tinggi yaitu pada variasi geometri keling tirus dengan nilai rata-rata 12.59 kgf /mm². dengan demikian bahwa geometri paku keling memiliki pengaruh terhadap tahanan geser paku keling pada sambungan plat baja

Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa pengaruh geometri paku keling terhadap kekuatan sambungan pada struktur baja berperan penting dalam menentukan kekuatan sambungan pada struktur baja. Dimana pada tegangan geser maksimum paku keling diperoleh nilai rata-rata tertinggi 12,59 kgf/mm² pada variasi geometri kepala tirus dan nilai rata-rata terendah ada pada geometri kepala datar dengan nilai rata-rata 10,73 kgf/mm². Dan pada kekuatan sambungan plat pada paku keling di peroleh nilai tertinggi pada geometri paku keling tirus dengan nilai 800,99 kgf dan nilai terendah pada geometri paku keeling datar dengan nilai 682,63 kgf. Gaya geser maksimum paku keling di peroleh nilai tertinggi pada variasi geometri paku keling tirus dengan nilai 400,44 kgf dan nilai terendah ada pada variasi geometri paku keling datar dengan nilai 341,31 kgf. Pada penelitian ini sambungan geometri paku keling dengan kepala tirus lebih unggul karena lebih efisien aman dan estetis.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada: Agustina Kasa, S.T., M.T., Benyamin Tangaran, Angkatan 2021 yang selalu membantu dan mendukung saya, Orang tua yang ada di Toraja dan saudara saya yang selalu memberikan doa dan dukungan bagi saya.

Daftar Pustaka

- [1] Ghazali, Muhammad, et al. "Bangunan Struktur Atas Dengan Konstruksi Baja." Zona Sipil: Program Studi Teknik Sipil Universitas Batam 14.1 (2024).
- [2] Masgode, Muhammad Buttomi, Armin Aryadi, and Penina Theodora Istia. Rekayasa Jembatan. TOHAR MEDIA.
- [3] Reza, Clemens Franko, and Yuke Ardhiati. "Studi Material Ekspos Yang Berkelanjutan Untuk Perancangan Bangunan Komunitas Seni Gudskul di Jagakarsa, Jakarta Selatan." Prosiding Seminar Rekayasa Teknologi (Semrestek). 2024.
- [4] Nurdin, Hendri. Perencanaan Elemen Mesin (Elemen Sambungan dan Penumpu). UNP PRESS, 2020.
- [5] Fadillah, R., & Suryadi, D. (2023). Analisis Pengaruh Geometri Paku Keling pada Konstruksi Baja Berkelanjutan. Jurnal Konstruksi Baja Indonesia, 15(2), 45-57.
- [6] Hidayat, T. (2020). Pengaruh Geometri Paku Keling pada Konstruksi Baja. Bandung: ITB Press.
- [7] Priyono, S. (2023). Desain Sambungan dalam Konstruksi Baja Modern. Jakarta: Kencana.
- [8] Basuki, Yoyok Rahayu. Dasar Konstruksi Baja Untuk SMK. Azhar Publisher.
- [9] Putra, A., & Hidayat, T. (2021). Studi Tentang Distribusi Tegangan pada Sambungan Paku Keling. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya Press.
- [10] Makkasau, A., & Tangalayuk, E. (2023). Perencanaan Jembatan Bulo Yang Menghubungkan Kelurahan Tikala Dengan Kelurahan Mentirotik Kecamatan Rantepao Toraja Utara (Doctoral dissertation, Universitas Kristen Indonesia Toraja).