

Rancang Bangun Alat Penekan Paku Keling Sasis Truk Menggunakan Hidrolik

Sutrisno¹, Hary Witjahjo², Lucky Aditia Sahara³

¹²³Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Texmaco, Indonesia
Email : sutrisno2604@gmail.com, hwitjahjo@gmail.com, luckyaditia62@gmail.com

Received 30 Agustus 2025 | *Revised* 11 September 2025 | *Accepted* 24 September 2025

ABSTRAK

Paku keling adalah sambungan permanen yang umum digunakan untuk menyatukan pelat logam, terutama pada konstruksi seperti sasis truk. Proses penekanan paku keling secara manual dengan palu masih banyak digunakan, namun metode ini memerlukan waktu lama, tenaga kerja lebih banyak, dan berisiko bagi keselamatan operator. Penelitian ini bertujuan merancang dan membuat alat penekan paku keling berbasis sistem hidrolik yang lebih efisien, aman, dan layak digunakan di workshop skala kecil. Desain alat dibuat menggunakan software CAD, dan analisis kekuatan strukturnya dilakukan menggunakan *SolidWorks*. Berdasarkan perhitungan teoritis, gaya tekan yang dibutuhkan untuk paku keling baja S12C berdiameter 10 mm dalam kondisi panas (700°C) adalah sebesar 2,7 ton. Alat yang dirancang menggunakan sistem hidrolik berkapasitas 10 ton, dan hasil pengujian menunjukkan gaya aktual sebesar 3,1 hingga 3,3 ton. Waktu rata-rata untuk menekan satu paku keling adalah 56,89 detik, lebih cepat dibandingkan metode manual yang memerlukan 80 detik. Jumlah operator juga berkurang dari tiga menjadi dua orang. Alat ini terbukti meningkatkan efisiensi kerja dan keselamatan operator.

Kata kunci : paku keling, hidrolik, alat penekan, sasis truk, efisiensi kerja.

ABSTRACT

Rivets are permanent fasteners commonly used to join metal plates, especially in truck chassis construction. Manual riveting using a hammer is still widely practiced, but this method takes longer, requires more labor, and poses safety risks to operators. This study aims to design and develop a hydraulic-based rivet pressing tool that is more efficient, safer, and suitable for small-scale workshops. The tool was designed using CAD software and structurally analyzed using SolidWorks. Theoretically, the required force to press a 10 mm diameter S12C steel rivet at 700°C is 2.7 tons. The developed tool uses a 10-ton hydraulic system, and actual testing showed a pressing force ranging from 3.1 to 3.3 tons. The average pressing time per rivet is 56.89 seconds, which is faster than the manual method requiring 80 seconds. In addition, the number of workers needed is reduced from three to two. The results indicate that the hydraulic rivet pressing tool improves work efficiency and operator safety.

Keywords : rivet, hydraulic, press tool, truck chassis, work efficiency.

1. PENDAHULUAN

Paku keling merupakan sambungan permanen yang banyak digunakan dalam konstruksi besar seperti jembatan, bangunan, serta industri transportasi seperti sasis truk dan badan pesawat. Sambungan ini dikenal memiliki kekuatan tinggi dan tahan terhadap gaya geser maupun tarik, sehingga cocok untuk menyatukan material yang menahan beban berat [1]. Di *workshop* kecil, proses pengelingan masih dilakukan secara manual dengan palu, yang membutuhkan waktu lama dan tiga orang pekerja untuk menyelesaikan satu unit sasis truk dengan 56 paku keling berdiameter 10 mm dalam kondisi panas (700°C).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan merancang alat penekan paku keling sasis truk berbasis sistem hidrolik yang efisien, terjangkau, dan mampu menekan paku keling tanpa memerlukan tenaga berlebih, cukup dioperasikan oleh satu hingga dua orang. Alat sejenis yang ada di pasaran umumnya berharga sekitar Rp10 juta dan jarang tersedia, dengan kapasitas yang kurang sesuai untuk bengkel kecil [2]. Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan alat pres pneumatik dengan sistem kontrol PLC untuk otomatisasi di industri manufaktur [3], serta alat pres paku keling hidrolik dengan variasi kapasitas berdasarkan diameter paku keling 8–16 mm dalam kondisi dingin [4]. Berbeda dari itu, penelitian ini secara khusus merancang alat untuk paku keling diameter 10 mm dalam kondisi panas dan dapat diaplikasikan pada skala *workshop* kecil.

Melihat permasalahan tersebut, maka dilakukan penelitian ini yang bertujuan untuk merancang alat penekan paku keling sasis truk dengan sistem hidrolik. Alat ini diharapkan dapat digunakan oleh bengkel kecil karena memiliki biaya yang relatif terjangkau namun tetap mampu menghasilkan gaya tekan yang sesuai untuk proses pengelingan. Alat ini juga dirancang agar pengerjaannya lebih akurat dan efisien dibandingkan metode konvensional. Manfaat dari penelitian ini adalah tersedianya alternatif alat penekan paku keling yang ekonomis namun efektif, sehingga dapat membantu bengkel kecil dalam mempercepat proses kerja, mengurangi jumlah tenaga kerja, serta meningkatkan keselamatan kerja operator.

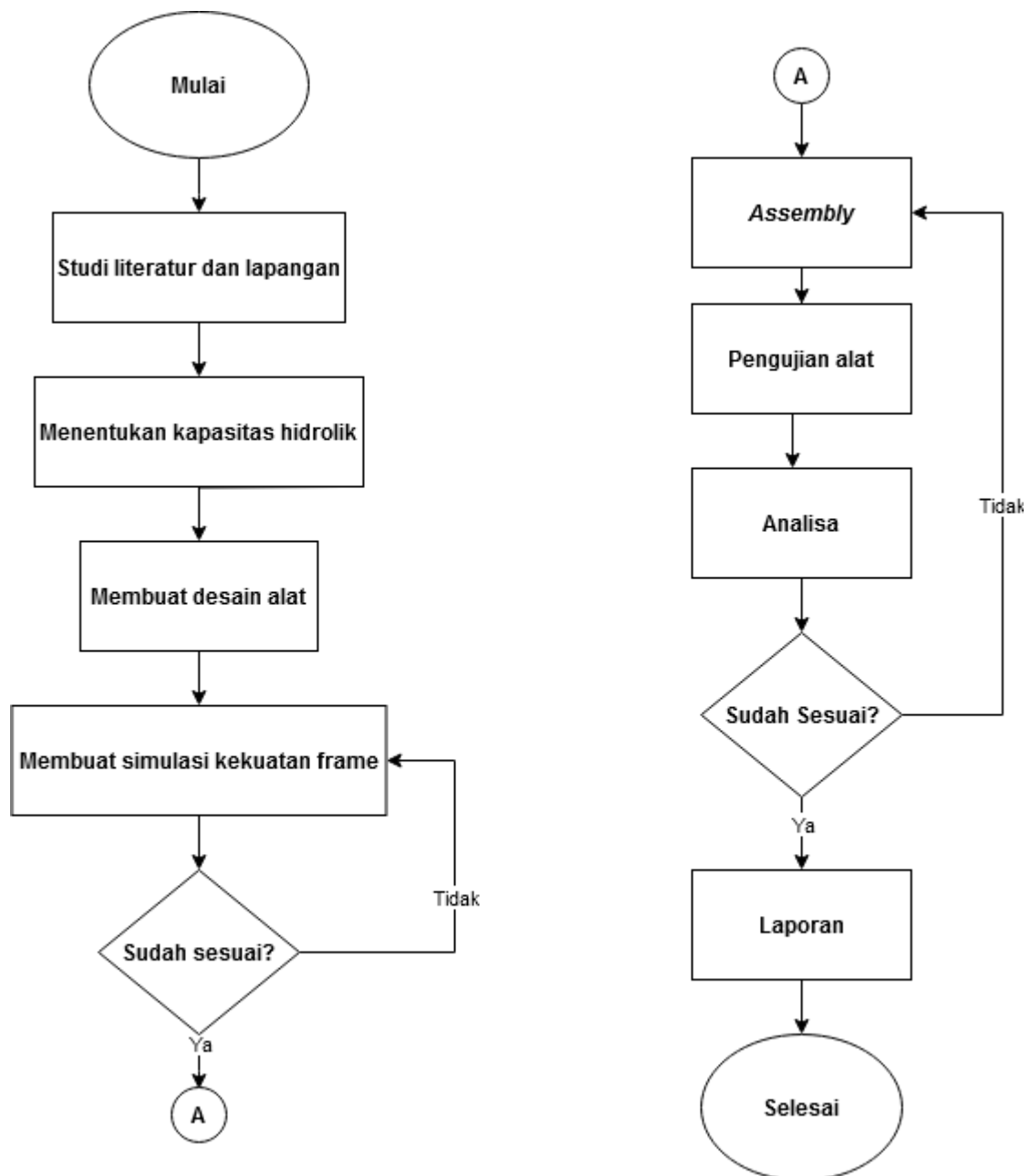
2. METODE

Penelitian ini dilakukan melalui tahapan perancangan, simulasi, pembuatan, dan pengujian alat penekan paku keling sasis truk berbasis sistem hidrolik. Lokasi pelaksanaan berada di Bengkel Karoseri Lucky, Garut, dengan waktu pelaksanaan antara Februari hingga Juli 2025.

Perancangan alat dilakukan menggunakan perangkat lunak CAD, kemudian dilakukan simulasi kekuatan struktur rangka dengan *SolidWorks* untuk memastikan alat mampu menahan beban tekan yang dibutuhkan. Komponen utama yang digunakan meliputi silinder hidrolik kapasitas 10 ton, pompa manual 400 cc, *pressure gauge* 10.000 Psi, serta rangka utama berbahan baja ASTM A36.

Perhitungan gaya tekan dilakukan secara teoritis berdasarkan rumus luas penampang paku keling dan *tensile strength* dari baja S12C. Setelah proses perakitan selesai, alat diuji secara langsung menggunakan replikasi sasis truk dengan ketebalan pelat dan posisi kerja yang divariasikan. Tujuan pengujian adalah untuk mengetahui besar gaya aktual yang bekerja, kestabilan sistem hidrolik, serta efisiensi waktu dan tenaga kerja.

Untuk mempermudah pemahaman alur proses penelitian, disusun diagram alir (*flowchart*) yang menggambarkan tahapan dari awal studi literatur, perancangan, perhitungan, proses pembuatan, hingga pengujian dan evaluasi alat yang telah dibuat.



Gambar 1. Flowchart kegiatan yang akan dilakukan

2.1 Perencanaan dan Perancangan

Setelah penentuan judul dan penyusunan konsep berdasarkan hasil studi literatur, langkah selanjutnya adalah merencanakan bahan dan material yang diperlukan untuk proses perancangan dan pembuatan alat penekan paku keling sasis truk menggunakan sistem hidrolik. Adapun tahapan proses yang akan dirancang mencakup seluruh aspek teknis dan fungsional dari alat tersebut:

- Perencanaan desain alat.
- Perencanaan *frame*.
- Perencanaan hidrolik.

Menentukan kapasitas hidrolik yang dibutuhkan untuk menekan paku keling pada sasis truk,

dilakukan perhitungan secara teoritis berdasarkan gaya tekan yang diperlukan. Perhitungan ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem yang dirancang mampu memberikan gaya yang cukup untuk menekan paku keling.

Diketahui:

Jenis paku keling: baja S12C

$$\sigma_u = 343 \text{ Mpa} = 343 \times 10^6 \text{ N/m}^2 = 343.000.000 \text{ N/m}^2$$

$$d = 10 \text{ mm} = 0,01 \text{ m}$$

$$A = \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) = \left(\frac{3,14 \times 0,01^2}{4} \right) = 7,854 \times 10^{-5} \text{ m}^2 = 0,00007854 \text{ m}^2$$

Maka nilai gaya yang dibutuhkan untuk menekan paku keling:

$$F = \sigma_u \times A$$

$$F = 343.000.000 \times 0,00007854$$

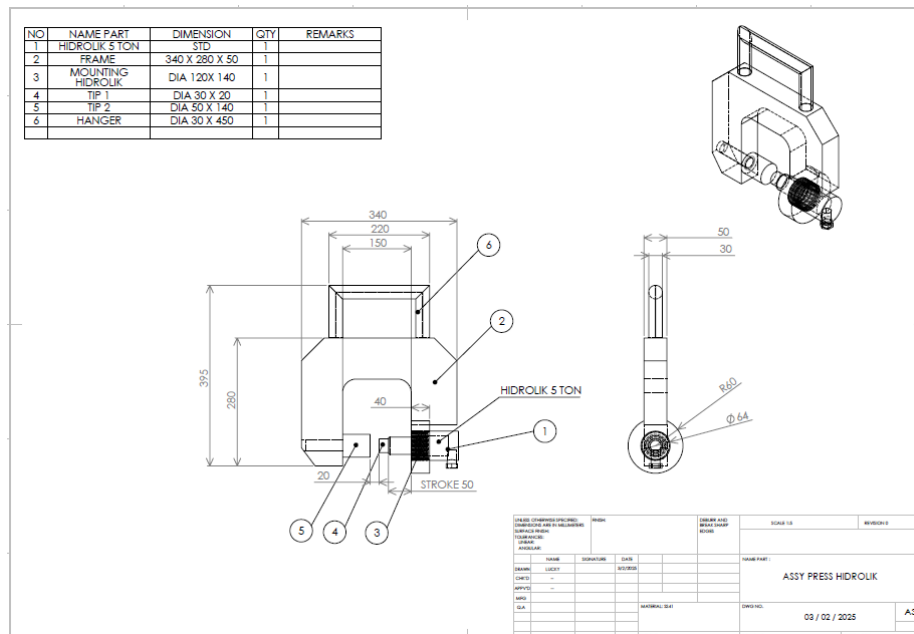
$$F = 26.939,22 \text{ N} = 2,7 \text{ Ton}$$

Maka gaya maksimum yang dibutuhkan untuk menekan paku keling adalah 2,7 ton. Dari perhitungan, direncanakan hidrolik yang akan dipakai adalah 5 ton, namun karena kapasitas 5 ton tidak tersedia di pasaran maka digunakan hidrolik 10 ton. Kapasitas 10 ton ini lebih umum dijual dan mudah diakses. Selain itu, penggunaan kapasitas yang lebih besar memberikan keamanan karena jika ada perubahan dalam dimensi paku keling ataupun materialnya masih bisa digunakan.

- d. Perencanaan perakitan hidrolik.
- e. Penyempurnaan, dan *finishing*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

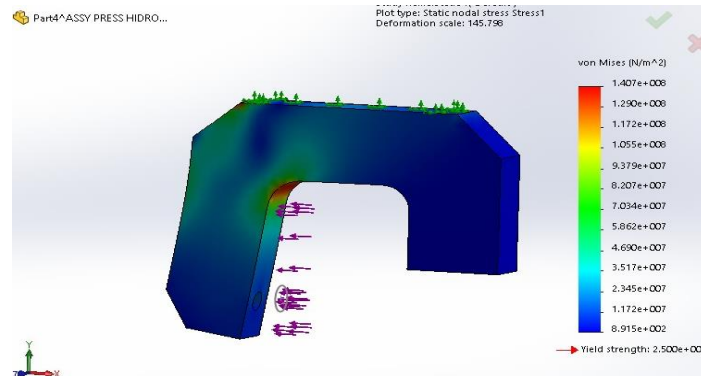
3.1 Proses Desain Frame



Gambar 2. Desain benda uji

3.2 Hasil Simulasi

Hasil simulasi *stress* material dari *frame* alat penekan paku keling menggunakan *software Solidworks*.



Gambar 3. Hasil simulasi *stress*

Dari hasil simulasi yang dilakukan *stress* material tegangan maksimum berada pada angka 140,7 MPa dimana ditunjukkan dengan warna merah, sedangkan *yield strength* material 250 MPa maka hasil simulasi tersebut sudah aman.

3.3 Hasil Perancangan Alat

Hasil rancangan alat penekan paku keling bisa dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Hasil perancangan alat

3.4 Pengujian

Setelah alat penekan paku keling sasis truk berbasis sistem hidrolik selesai dirancang dan dibuat, dilakukan pengujian untuk mengevaluasi efektivitas dan efisiensinya. Pengujian dilaksanakan di *workshop* menggunakan paku keling berdiameter 10 mm dan panjang 30 mm dalam kondisi panas hingga 700°C, dengan suhu diukur menggunakan *thermometer* TM-902C.

Karena tidak tersedia sasis truk yang sedang dikerjakan, pengujian tidak dilakukan langsung pada unit asli. Sebagai alternatif, dibuat simulasi menggunakan pelat baja dengan ketebalan dan orientasi (horizontal dan vertikal) yang menyerupai kondisi sebenarnya pada sasis truk, agar hasil pengujian tetap representatif terhadap kondisi lapangan, seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Sasis truk

3.4.1 Hasil Pengujian ke-1

Pengujian ke-2 dilakukan dalam posisi vertikal dengan dimensi paku keling diameter 10mm panjang 30mm suhu paku keling maksimal 700°C dan ketebalan plat masing-masing 5mm dan 7mm total 2 buah plat 12mm. Pada pengujian ke-2 membutuhkan tekanan pada *pressure gauge* sebesar 4000Psi, pengujian ke-2 dilakukan sebanyak 6 kali pengulangan. Berikut hasil pengujian seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Hasil Pengujian ke-1

3.4.2 Hasil Pengujian ke-2

Pengujian ke-2 dilakukan dalam posisi vertikal dengan dimensi paku keling diameter 10mm panjang 30mm suhu paku keling maksimal 700°C dan ketebalan plat masing-masing 5mm dan 7mm total 2 buah plat 12mm. Pada pengujian ke-2 membutuhkan tekanan pada *pressure gauge* sebesar 4000Psi, pengujian ke-2 dilakukan sebanyak 6 kali pengulangan. Berikut hasil pengujian seperti pada gambar 7.



Gambar 7. Hasil Pengujian ke-2

3.4.3 Hasil Pengujian ke-3

Pengujian ke-3 dilakukan dalam posisi horizontal dengan dimensi paku keling diameter 10mm panjang 30mm suhu paku keling maksimal 700°C dan ketebalan plat masing-masing 5mm, 5mm dan 7mm total 3 buah plat 17mm. Pada pengujian ke-3 membutuhkan tekanan pada *pressure gauge* sebesar 4200Psi, pengujian ke-1 dilakukan sebanyak 2 kali pengulangan. Berikut hasil pengujian seperti pada gambar 8.



Gambar 8. Hasil Pengujian ke-3

Hasil data yang didapat dari pengujian ke-1 sampai ke-3 posisi vertikal maupun horizontal dapat dilihat pada Tabel 1, 2, 3.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian ke-1 posisi (horizontal dimensi tebal plat 10mm)

Pengulangan	Suhu (°C)	Indikator Pressure Gauge (Psi)	Waktu (Detik)
1	700°C	4000 Psi	56
2	712°C	4000 Psi	64
3	684°C	4100 Psi	50
4	709°C	4100 Psi	58
5	692°C	4000 Psi	62
6	712°C	4000 Psi	52
Rata-rata			57

Tabel 2. Data Hasil Pengujian ke-2 (posisi vertikal dimensi tebal plat 12mm)

Pengulangan	Suhu (°C)	Indikator Pressure Gauge (Psi)	Waktu (Detik)
1	674°C	4000 Psi	63
2	695°C	4000 Psi	54
3	683°C	4000 Psi	56
4	698°C	4000 Psi	58
5	732°C	4000 Psi	67
6	709°C	4000 Psi	51
Rata-rata			58,1

Tabel 3. Data Hasil Pengujian ke-3 (posisi horizontal dimensi tebal plat 17mm)

Pengulangan	Suhu (°C)	Indikator Pressure Gauge (Psi)	Waktu (Detik)
1	611°C	4200 Psi	58
2	626°C	4200 Psi	53
Rata-rata			55,5

3.5 Perhitungan Pada Gaya Hidrolik Kondisi Aktual di Lapangan

Untuk mengetahui besarnya gaya yang benar-benar dibutuhkan saat proses penekanan paku keling, dilakukan pengujian langsung di lapangan dengan menggunakan hidrolik dan pengukuran tekanan aktual. Pengujian ini dilakukan sebanyak tiga kali dengan variasi tekanan berbeda untuk mendapatkan gambaran gaya hidrolik yang bekerja secara riil.

Diketahui:

$$P_1 = 4000 \text{ Psi} = 4000 \times 6894,76 = 27.579.040 \text{ N/m}^2 = 2,757 \times 10^7 \text{ N/m}^2$$

$$P_2 = 4100 \text{ Psi} = 4100 \times 6894,76 = 28.268.516 \text{ N/m}^2 = 2,826 \times 10^7 \text{ N/m}^2$$

$$P_3 = 4200 \text{ Psi} = 4200 \times 6894,76 = 28.957.992 \text{ N/m}^2 = 2,895 \times 10^7 \text{ N/m}^2$$

$$D = 60 \text{ mm} = 0,06 \text{ m}$$

$$d = 38 \text{ mm} = 0,038 \text{ m}$$

Maka nilai gaya hidrolik

$$A = \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) = \left(\frac{3,14 \times 0,038^2}{4} \right) = 0,00113354 \text{ m}^2$$

$$F = P_1 \times A$$

$$F = 27.579.040 \times 0,00113354 = 31.261 \text{ N} = 3,12 \text{ Ton}$$

$$F = P_2 \times A$$

$$F = 28.268.516 \times 0,00113354 = 32.043 \text{ N} = 3,20 \text{ Ton}$$

$$F = P_3 \times A$$

$$F = 28.957.992 \times 0,00113354 = 32.825 \text{ N} = 3,3 \text{ Ton}$$

Dimana:

$$P_1 = \text{Tekanan silinder pengujian ke-1 (N/m}^2\text{)}$$

$$P_2 = \text{Tekanan silinder pengujian ke-2 (N/m}^2\text{)}$$

$$P_3 = \text{Tekanan silinder pengujian ke-3 (N/m}^2\text{)}$$

$$F_1 = \text{Gaya hidrolik pengujian ke-1 (N)}$$

$$F_2 = \text{Gaya hidrolik pengujian ke-2 (N)}$$

$$F_3 = \text{Gaya hidrolik pengujian ke-3 (N)}$$

$$D = \text{Diameter silinder (mm)}$$

$$d = \text{Diameter piston (mm)}$$

$$A = \text{Luas penampang piston (m}^2\text{)}$$

Berdasarkan perhitungan teoritis, gaya maksimum yang dibutuhkan untuk menekan paku keling adalah 26.939 N (2,7 ton). Sedangkan hasil pengujian aktual menunjukkan gaya sebesar 3,1 - 3,3 ton. Hal ini membuktikan bahwa hidrolik memiliki performa baik untuk menekan paku keling secara optimal.

3.6 Pembahasan

Hasil dari perancangan dan pembuatan alat penekan paku keling sasis truk berbasis sistem hidrolik telah melalui proses simulasi, perhitungan gaya, serta pengujian langsung di *workshop* untuk memastikan efektivitas dan keamanannya. Dari simulasi tegangan menggunakan *SolidWorks*, diperoleh tegangan maksimum sebesar 140,7 MPa pada frame alat, yang masih berada jauh di bawah nilai *yield strenght* material sebesar 250 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa struktur rangka alat tergolong aman dan tidak mengalami deformasi permanen selama menerima beban kerja. Hasil perhitungan gaya secara teoritis untuk menekan paku keling berdiameter 10 mm dari baja S12C menunjukkan bahwa gaya yang dibutuhkan sebesar 26.939 N atau setara dengan 2,7 ton. Gaya ini dihitung berdasarkan luas penampang paku keling dan tegangan *tensile strenght* jenis material paku keling, maka digunakan hidrolik dengan kapasitas 10 ton yang umum tersedia di pasaran.

Pengujian aktual dilakukan dengan menggunakan tekanan hidrolik yang bervariasi, yaitu 4000 Psi, 4100 Psi, dan 4200 Psi. Dari perhitungan, tekanan 4000 Psi menghasilkan gaya sebesar 3,12 ton, tekanan 4100 Psi menghasilkan gaya 3,20 ton, dan tekanan 4200 Psi menghasilkan gaya 3,3 ton. Gaya ini lebih besar dibandingkan kebutuhan teoritis sebesar 2,7 ton, sehingga dapat disimpulkan bahwa hidrolik yang digunakan cukup mampu untuk menekan paku keling dalam berbagai kondisi lapangan.

Perbedaan antara gaya teoritis dan gaya aktual ini disebabkan oleh beberapa faktor. Salah satunya adalah kecenderungan operator untuk menekan tuas pompa hidrolik hingga batas maksimal demi memastikan paku keling benar-benar terpasang sempurna. Selain itu, kondisi sambungan pada plat sering kali tidak ideal, seperti adanya karat, kotoran, atau permukaan yang tidak rata, sehingga memerlukan gaya lebih besar. Faktor lain yang mempengaruhi adalah ketebalan plat sasis yang umumnya mencapai 12 mm, yang menambah hambatan saat proses penekanan, menjadi penyebab mengapa gaya aktual lebih besar dari hasil gaya teoritis.

3.6.1 Jumlah Tenaga Kerja

Salah satu tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengurangi jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dalam proses pengelingan. Berdasarkan hasil pengujian, proses pengelingan yang sebelumnya membutuhkan 3 orang pekerja dimana 1 orang bertugas memanaskan paku keling, 1 orang menahan *dies* cetakan atau tumpuan, dan 1 orang bertugas memukul *dies*. Kini dapat dilakukan hanya dengan 2 orang, yaitu:

- Satu orang operator alat penekan paku keling untuk mengoperasikan pompa hidrolik.
- Satu orang yang bertugas memanaskan paku keling.

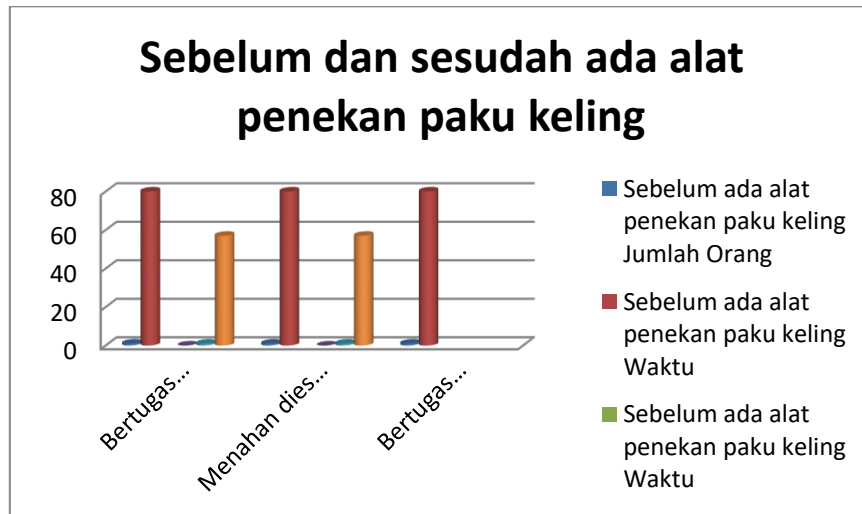
Dengan berkurangnya jumlah tenaga kerja, maka efisiensi dalam berkontribusi pada pengurangan tenaga kerja ini tidak hanya menurunkan biaya produksi, tetapi juga meningkatkan keselamatan kerja karena minimnya risiko cedera dari aktivitas pemukulan manual.

Tabel 4. Perbandingan sebelum dan sesudah adanya alat penekan paku keling

Sebelum ada alat penekan paku keling			Sesudah ada alat penekan paku keling		
Job	Jumlah Orang	Waktu	Job	Jumlah Orang	Waktu
Bertugas memanaskan paku keling	1	80	Bertugas memanaskan paku keling	1	57
Menahan <i>dies</i> cetakan	1	80	Mengoperasikan pompa hidrolik	1	57

Sebelum ada alat penekan paku keling		
Job	Jumlah Orang	Waktu
Bertugas memukul dies	1	80

Sesudah ada alat penekan paku keling		
Job	Jumlah Orang	Waktu
Bertugas memukul dies	1	80



Gambar 9. Grafik sebelum dan sesudah adanya alat penekan paku keling



Gambar 10. Sebelum dan sesudah adanya alat penekan paku keling

3.6.2 Waktu Pengerjaan

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada 3 kali, didapatkan rata-rata waktu pengujian ke-1 57 detik, pengujian ke-2 58,1 detik, dan pengujian ke-3 55,5 detik. Maka rata-rata keseluruhan waktu pengerjaan paku keling menggunakan alat penekan ini adalah 56,89 detik per paku keling. Sebelum menggunakan alat ini, waktu yang dibutuhkan secara manual adalah sekitar 80 detik (1 menit 20 detik) per paku keling, terutama karena kebanyakan proses dilakukan pada plat dengan ketebalan 12 mm yang memerlukan tenaga lebih besar. Hal ini menunjukkan bahwa alat mampu bekerja secara efisien dan konsisten dalam berbagai kondisi.

Secara keseluruhan, hasil pengujian membuktikan bahwa alat penekan paku keling berbasis sistem hidrolik ini bekerja dengan baik, aman, dan efisien. Sistem mampu menghasilkan gaya yang cukup besar, bekerja stabil pada berbagai posisi, mengurangi beban kerja operator, serta meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga dalam proses pengelingan sasis truk.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, simulasi, perhitungan gaya, serta pengujian di lapangan terhadap alat penekan paku keling sasis truk menggunakan sistem hidrolik, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil rancangan alat penekan paku keling dengan menggunakan alat hidrolik (*hydraulic jack*) berkapasitas 10 ton yang mudah ditemukan di pasaran.
Alat ini dirancang dengan konstruksi sederhana sehingga ekonomis namun tetap memenuhi kebutuhan teknis dalam menekan paku keling baja S12C berdiameter 10 mm dalam kondisi panas.
2. Dari hasil perhitungan gaya tekan teoritis diperoleh kebutuhan gaya sebesar 2,7 ton, sedangkan alat yang dirancang membutuhkan gaya hingga lebih dari 3,3 ton berdasarkan pengujian aktual. Perbedaan ini disebabkan oleh kebiasaan operator menekan tuas pompa hingga maksimal, serta kondisi sambungan yang tidak ideal, seperti adanya karat, permukaan tidak rata.
Dengan kapasitas alat 10 ton sudah mencukupi dan memberikan toleransi keamanan untuk variasi kondisi kerja di lapangan, termasuk variasi ketebalan plat dan kualitas sambungan.
3. Simulasi tegangan struktur rangka alat dengan software *SolidWorks* menunjukkan tegangan maksimum 140,7 MPa, masih jauh di bawah nilai *yield strength* baja ASTM A36 sebesar 250 MPa. Artinya, struktur rangka aman digunakan tanpa risiko deformasi permanen saat digunakan dalam kondisi maksimal.
4. Dari sisi efisiensi kerja, alat ini berhasil mengurangi kebutuhan tenaga kerja dari 3 orang menjadi hanya 2 orang, dan waktu pengerjaan per paku keling menurun dari 80 detik menjadi rata-rata 56,89 detik. Ini membuktikan bahwa alat tidak hanya mempercepat proses produksi, tetapi juga meningkatkan keselamatan kerja dan mengurangi kelelahan operator.
5. Secara keseluruhan, alat ini telah memenuhi seluruh aspek tujuan penelitian, yaitu:
 - o Meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses penekanan paku keling pada sasis truk.
 - o Mengurangi ketergantungan pada tenaga manusia dalam proses manual.
 - o Menghadirkan solusi alat industri berskala kecil yang layak diterapkan di bengkel atau *workshop* mandiri.

5. DAFTAR RUJUKAN

- [1] Hasan shadily, "Paku Keling," wikipedia. Accessed: Oct. 08, 2024. [Online]. Available: https://id.wikipedia.org/wiki/Paku_keling
- [2] Raja venkatesh, "Portable riveting machine," scribd. Accessed: Nov. 03, 2024. [Online]. Available: <https://www.alibaba.com/showroom/portable-hydraulic-riveting-machine.html>
- [3] Patil K, Thumar M, Sangle A, and Yendait K, "Hydro pneumatic riveting machine," *Int. J. Res. Dev. Technol.*, vol. 07, no. 03, pp. 1–3, 2017.
- [4] Anyanghammer, "Hydraulic Riveting machine," Anyanghammer. Accessed: Nov. 03, 2024. [Online]. Available: <https://www.anyanghammer.com/products/Hydraulic-Riveting-Machine/Hydraulic-Riveting-Machine.html>

- [5] A. Pengaruh *et al.*, "Fakultas teknik dan ilmu komputer universitas pancasakti tegal 2021," p. 2021, 2021.
- [6] Zakaria, "Tugas Akhir Tugas Akhir," *J. Ekon. Vol. 18, Nomor 1 Maret 201*, vol. 2, no. 1, pp. 41–49, 2020.
- [7] R. N. Natarajan, "Machine design," *Handb. Mach. Dyn.*, no. I, pp. 11–28, 2000, doi: 10.1038/042171a0.
- [8] R. E. P. WARDANA, "ANALISIS SAMBUNGAN PAKU KELING S12C PADA REAR OVERHANG CHASSIS MICROBUS ISUZU ELF," *Int. J. Res. Dev. Technol.*, no. 1, p. 85, 2018, [Online]. Available: <http://repository.mercubuana.ac.id/id/eprint/65806>
- [9] H. Isworo, "Mekanika Kekuatan Material I," *Buku Ajar*, pp. 19–22, 2018.
- [10] M. S. Ir. Zainun Achmad, *ELEMEN MESIN I*. Bandung: PT. Refika Aditama, 2006.
- [11] Mulyati, "Mekanikan Bahan, Tegangan dan Regangan," *Mech. Eng.*, pp. 1–20, 2014.
- [12] W. Bhirawa, "Sistem Hidrolik Pada Mesin Industri," *J. Teknol. Ind.*, vol. 6, pp. 78–88, 2017.
- [13] Drs. Sugi Hartono, *Sistim Kontrol Dan Pesawat Tenaga Hidrolik*. Bandung: Tarsito, 1988.
- [14] "RANCANG BANGUN POWER PACK UNTUK AKTUASI DONGKRAK BUAYA 1 TON," *Integr. Clim. Prot. Cult. Herit. Asp. Policy Dev. Plans. Free Hanseatic City Hambg.*, vol. 26, no. 4, pp. 1–37, 2013.