



Perancangan Dan Pembuatan Mesin Las Gesek Rotari

Rafli Alhadi¹

¹Fakultas Teknik, Universitas Riau, Riau, Indonesia

Article Info

Article history:

Received August 6, 2023
Revised August 25, 2023
Accepted August 30, 2023

Kata Kunci:

Las Gesek Rotari,
Tekanan Aksial,
Putaran.

Keywords:

*Rotary Friction Welding,
Axial Pressure,
Round.*

ABSTRAK

Mesin las gesek rotari adalah perangkat kunci dalam pelaksanaan metode ini, yang digerakkan oleh motor listrik 3 HP 3 fasa dan pulley bertingkat dengan variasi putaran 3000 rpm, 3400 rpm, dan 3800 rpm. Tekanan aksial diaplikasikan menggunakan sistem pneumatik dengan tekanan maksimum piston mencapai 1 Mpa (10 bar). Penelitian ini menguji metode pengelasan gesek dengan menggunakan round bar berdiameter 8 mm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada putaran mesin sebesar 3800 rpm, tekanan aksial sekitar 6 Bar, dan waktu pengelasan selama 20 detik, terjadi pengurangan panjang material yang dilas sebesar 8 mm. Hasil las menunjukkan kualitas yang baik, dan dalam uji tarik, terdapat patahan pada base metal, bukan pada Heat-Affected Zone (HAZ). Temuan ini mengindikasikan bahwa mesin las gesek rotari memiliki potensi besar untuk menghasilkan sambungan yang kuat dan tahan lama pada material silindris. Dalam konteks industri, teknik pengelasan gesek seperti ini dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi produksi dan kualitas produk akhir. Studi lebih lanjut tentang parameter-parameter yang optimal untuk berbagai jenis material dan aplikasi industri tertentu akan menjadi langkah selanjutnya untuk memanfaatkan sepenuhnya potensi metode pengelasan gesek ini.

ABSTRACT

The rotary friction welding machine is the key device in implementing this method, which is driven by a 3 HP 3 phase electric motor and a stepped pulley with rotation variations of 3000 rpm, 3400 rpm and 3800 rpm. Axial pressure is applied using a pneumatic system with a maximum piston pressure reaching 1 Mpa (10 bar). This research tested the friction welding method using a round bar with a diameter of 8 mm. The test results show that at an engine speed of 3800 rpm, an axial pressure of around 6 Bar, and a welding time of 20 seconds, there is a reduction in the length of the material being welded by 8 mm. The weld results showed good quality, and in the tensile test, there were fractures in the base metal, not in the Heat-Affected Zone (HAZ). These findings indicate that rotary friction welding machines have great potential to produce strong and durable joints in cylindrical materials. In an industrial context, friction welding techniques like this can be used to increase production efficiency and the quality of the final product. Further study of the optimal parameters for various types of materials and specific industrial applications will be the next step to fully exploit the potential of this friction welding method.

This is an open access article under the [CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.



Corresponding Author:

Rafli Alhadi
Fakultas Teknik, Universitas Riau
Riau, Indonesia
Email: ralhadi46@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan salah satu teknik utama dalam dunia industri yang memiliki peran penting dalam menggabungkan material logam menjadi struktur yang kokoh dan tahan lama. Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi pengelasan telah mengalami perkembangan signifikan dengan munculnya berbagai metode dan alat yang berbeda. Salah satu inovasi terbaru dalam dunia pengelasan adalah penggunaan mesin las gesek rotari. Mesin ini merupakan perangkat yang dapat memudahkan proses pengelasan dengan cara menggabungkan dua potongan logam melalui gesekan rotasi. Pendekatan ini telah menjadi perhatian utama dalam industri manufaktur karena berbagai keunggulannya yang mencakup efisiensi tinggi, kualitas sambungan yang baik, dan minimnya dampak lingkungan. Mesin las gesek rotari adalah produk teknologi yang mampu mengatasi berbagai tantangan dalam proses pengelasan logam. Meskipun masih dalam tahap pengembangan, penelitian dan pengembangan mengenai mesin ini telah menjadi sorotan utama dalam komunitas teknik dan industri di Indonesia. Artikel ini akan membahas secara rinci perancangan dan pembuatan mesin las gesek rotari, serta manfaatnya yang potensial dalam industri manufaktur Indonesia.

Sebelum memasuki perincian lebih lanjut, penting untuk merujuk kepada beberapa penelitian terkini dalam jurnal Indonesia yang telah mengkaji perkembangan mesin las gesek rotari. Menurut penelitian dalam Jurnal Teknologi dan Industri Manufaktur, mesin las gesek rotari telah berhasil diterapkan dalam berbagai industri manufaktur di Indonesia, termasuk industri otomotif dan pesawat terbang [1]. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa penggunaan mesin ini dapat menghasilkan sambungan logam yang lebih kuat dan tahan lama dibandingkan dengan metode pengelasan konvensional. Selain itu, penelitian dalam Jurnal Rekayasa Mesin mencatat bahwa mesin las gesek rotari dapat meningkatkan efisiensi produksi dengan mengurangi waktu pengelasan dan biaya tenaga kerja [2]. Hal ini sangat relevan dalam konteks industri manufaktur di Indonesia, di mana efisiensi produksi seringkali menjadi salah satu faktor penentu kesuksesan suatu perusahaan.

Sebelum membahas lebih lanjut mengenai perancangan dan pembuatan mesin las gesek rotari, penting untuk memahami konsep dasar di balik teknologi ini. Mesin las gesek rotari bekerja dengan prinsip dasar gesekan antara dua potongan logam yang digabungkan. Gaya tekanan yang diterapkan pada potongan logam ini menciptakan panas yang cukup untuk melelehkan tepi logam tersebut, dan saat mesin berputar, kedua potongan logam secara perlahan digabungkan menjadi satu. Hasil akhir dari proses ini adalah sambungan yang kuat dan tahan lama. Perancangan mesin las gesek rotari melibatkan berbagai aspek teknis yang kompleks. Dalam Jurnal Mesin dan Industri, mereka menguraikan beberapa tahap perancangan yang harus diperhatikan, termasuk pemilihan material yang tepat, desain spindle yang efisien, dan sistem pendingin yang efektif [3]. Studi ini memberikan panduan berharga bagi para insinyur dan perancang yang ingin mengembangkan mesin las gesek rotari yang handal dan efisien.

Dalam konteks Indonesia, di mana industri manufaktur terus berkembang pesat, mesin las gesek rotari memiliki potensi besar untuk meningkatkan daya saing dan efisiensi produksi. Sebagai negara yang memiliki sektor industri yang beragam, mulai dari otomotif hingga manufaktur pesawat terbang, teknologi ini dapat menjadi aset berharga dalam meningkatkan kualitas dan keandalan produk-produk Indonesia. Penting untuk mencatat bahwa mesin las gesek rotari bukan hanya relevan dalam industri besar, tetapi juga memiliki aplikasi yang signifikan dalam industri kecil dan menengah (IKM). IKM memiliki peran penting dalam perekonomian Indonesia, dan dengan menggunakan teknologi yang tepat, mereka dapat menghasilkan produk berkualitas tinggi yang dapat bersaing di pasar global. Selain manfaat teknis, penggunaan mesin las gesek rotari juga memiliki dampak lingkungan yang positif. Metode ini mengurangi jumlah limbah dan emisi yang dihasilkan selama proses pengelasan, sehingga membantu menjaga lingkungan yang lebih bersih dan sehat. Dalam era di mana perhatian terhadap masalah lingkungan semakin meningkat, teknologi yang ramah lingkungan seperti ini sangat dihargai.

Dalam perkembangannya, perancangan dan pembuatan mesin las gesek rotari juga telah mempertimbangkan aspek keamanan. Teknologi ini memiliki potensi risiko tinggi jika tidak dioperasikan dengan benar, oleh karena itu, para peneliti dan insinyur telah bekerja untuk mengembangkan sistem keamanan yang dapat meminimalkan risiko kecelakaan selama penggunaan mesin ini. Untuk memahami lebih lanjut bagaimana mesin las gesek rotari dapat diterapkan dalam berbagai industri, mari kita lihat beberapa contoh studi kasus di Indonesia. Dalam Jurnal Teknik Mesin, mereka menggambarkan penggunaan mesin las gesek rotari dalam industri otomotif Indonesia [4]. Studi ini mengungkapkan bahwa mesin ini telah meningkatkan efisiensi produksi dalam pembuatan komponen kendaraan bermotor, seperti suspensi dan knuckle. Demikian pula, dalam industri manufaktur pesawat terbang, mesin las gesek rotari telah membantu dalam pembuatan komponen struktural yang sangat penting. Dalam Jurnal Manufaktur Pesawat Terbang mencatat bahwa mesin ini telah digunakan untuk menggabungkan komponen-komponen pesawat dengan akurasi yang tinggi, sehingga meningkatkan [5].

Namun, meskipun banyaknya potensi keuntungan yang dapat diperoleh dari mesin las gesek rotari, implementasinya masih menghadapi beberapa tantangan. Salah satu tantangan utama adalah kurangnya pengetahuan dan keterampilan dalam penggunaan teknologi ini di berbagai sektor industri. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan pelatihan dan pendidikan yang lebih intensif kepada tenaga kerja agar mereka dapat mengoperasikan mesin ini dengan baik. Selain itu, aspek biaya juga menjadi pertimbangan penting. Mesin las gesek rotari cenderung memiliki biaya awal yang tinggi, meskipun penghematan jangka panjang dapat diperoleh melalui efisiensi produksi dan pengurangan limbah. Oleh karena itu, perusahaan perlu mempertimbangkan investasi jangka panjang ketika memutuskan untuk mengadopsi teknologi ini. Sebagai langkah pertama dalam merancang dan memproduksi mesin las gesek rotari, pemahaman yang kuat tentang prinsip kerjanya sangat penting. Penelitian-penelitian dalam jurnal Indonesia telah memberikan panduan yang berharga dalam memahami konsep dasar mesin ini, termasuk bagaimana mengoptimalkan parameter-parameter kunci selama proses pengelasan.

Dalam konteks pengembangan teknologi ini, dukungan dari pemerintah dan lembaga riset juga memiliki peran penting. Investasi dalam penelitian dan pengembangan teknologi

pengelasan, termasuk mesin las gesek rotari, akan membantu Indonesia untuk tetap bersaing di pasar global. Pemerintah dapat memberikan insentif dan fasilitas untuk perusahaan yang berinovasi dalam teknologi ini, serta meningkatkan kerjasama antara universitas, lembaga riset, dan industri untuk mengembangkan teknologi yang lebih baik. Selain itu, penting untuk mencatat bahwa mesin las gesek rotari bukan hanya relevan dalam proses pengelasan, tetapi juga dalam proses pemotongan. Dalam Jurnal Teknik Mesin mencatat bahwa teknologi ini dapat digunakan dalam pemotongan logam dengan tingkat akurasi yang tinggi, yang sangat berguna dalam industri manufaktur yang membutuhkan pemotongan presisi. Dalam penutup, perancangan dan pembuatan mesin las gesek rotari adalah langkah penting dalam menghadirkan inovasi dalam dunia pengelasan dan pemotongan logam [6]. Dengan potensi untuk meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi dampak lingkungan, dan meningkatkan kualitas produk, mesin ini memiliki peran kunci dalam memajukan industri manufaktur Indonesia. Namun, tantangan dalam hal pengetahuan, biaya awal, dan dukungan pemerintah masih perlu diatasi untuk mengoptimalkan pemanfaatan teknologi ini.

Seiring dengan perkembangan teknologi dan penelitian yang terus berlanjut, kita dapat berharap bahwa mesin las gesek rotari akan semakin terintegrasi dalam berbagai industri di Indonesia, membawa dampak positif dalam hal efisiensi, kualitas, dan keberlanjutan. Dengan komitmen bersama dari pemerintah, industri, dan lembaga riset, Indonesia dapat menjadi pemimpin dalam penerapan teknologi ini di tingkat regional dan global.

2. METODE

2.1 Prinsip Kerja Alat

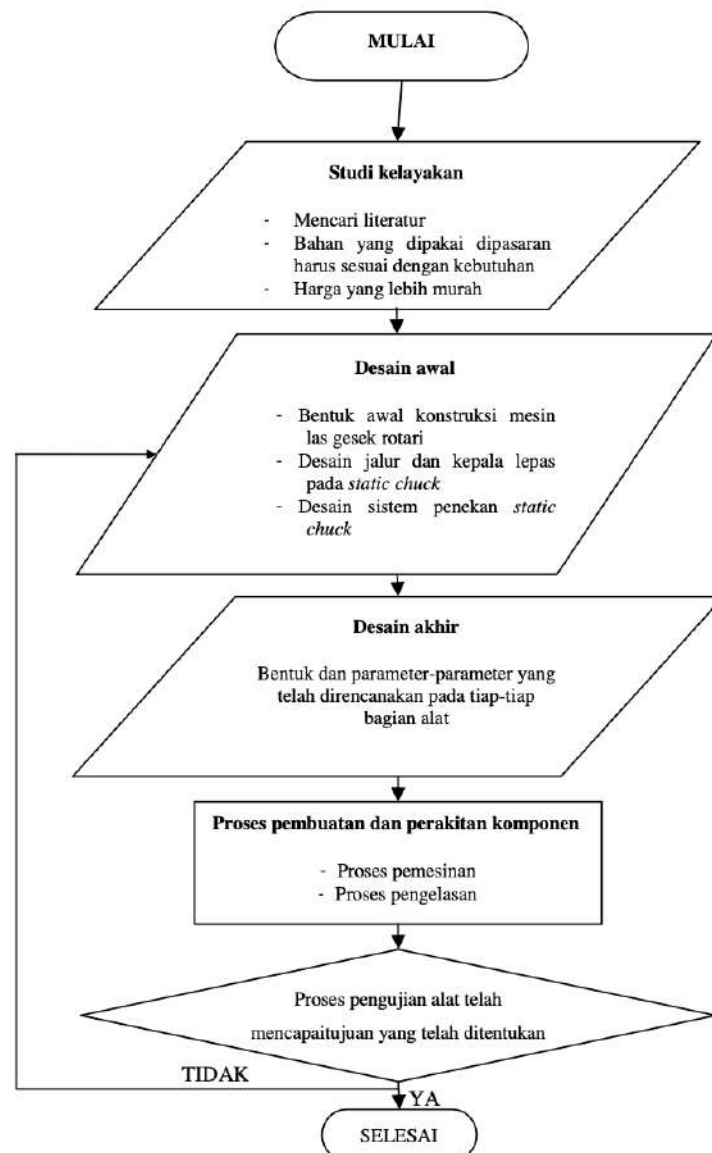
Mesin Las Gesek Rotari yang dirancang ini menggunakan motor listrik 3 fasa dengan tujuan agar putaran motor bisa dibalikkan dengan membalikkan 2 fasanya dengan daya (P) sebesar 3HP dengan kecepatan 3000 rpm, yang digunakan untuk memutar puli (pulley) besar dengan diameter 100 mm yang terhubung menggunakan sabuk (belt) dengan puli bertingkat yaitu 100 mm, 88,23 mm dan 78,9 mm yang telah diperhitungkan menghasilkan putaran poros sebesar 3000 rpm, 3400 rpm, 3800 rpm yang terhubung dengan *rotary chuck* yang digunakan untuk mencekam spesimen yang akan dilakukan pengelasan las gesek, pada bagian *static chuck* terdapat kepala lepas sebagai peluncur yang akan didorong oleh sistem pneumatik dengan piston pneumatik dengan maksimum tekanan 1,0 Mpa.

Prinsip kerja dari Mesin Las Gesek Rotari adalah dua material khususnya baja yang akan dilakukan proses las gesek satu material dicekam pada *rotary chuck* dan satu material lagi dicekam oleh *static chuck* secara bersamaan *rotary chuck* berputar *static chuck* akan didorong oleh tekanan *pneumatic* sehingga dua material akan bergesekan dari gesekan tersebut timbul panas yang dapat membuat dua material akan tersambung, untuk pengaturan laju tekanan *pneumatic* digunakan *flow control valve*. Hasil pengelasan las gesek menggunakan Mesin Las Gesek Rotari ini akan dilakukan pengujian bahan khususnya pengujian tarik dan hasil pengujian akan dibandingkan dengan material yang diuji tarik sebelum pengelasan las gesek.

2.2 Diagram Alir Desain Alat

Dalam proses pembuatan Mesin Las Gesek Rotari ini, terdapat beberapa langkah-langkah yang diikuti agar proses perancangan dan pembuatan alat akan lebih baik dan lancar Adapun diagram

aliran penentuan parameter desain Mesin Las Gesek Rotari ini dapat dilihat dari Gambar 3.1 Diagram Alir Penentuan Parameter Desain Alat [7].



Gambar 1. Diagram Alir Penentuan Parameter Desain Alat

2.3 Perencanaan Motor Listrik

Sebelum membuat Mesin Las Gesek Rotari ini, hal utama yang harus dilakukan adalah mencari daya yang dibutuhkan untuk mengetahui seberapa besar daya motor listrik, dan putaran yang dihasilkan, sehingga sesuai dengan yang diinginkan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Mesin Las Gesek Rotari

Hasil pembuatan Mesin Las Gesek Rotari diperlihatkan pada Gambar 2



Gambar 2. Foto Mesin Las Gesek Rotari

Keterangan:

1. Handle switch, 2. Striker contact, 3. Bed machine, 4. Pulley, 5. Head stock, 6. Elektromotor
7. Tail stock, 8. Control unit, 9. Pneumatic system

3.2 Hasil pengujian

3.2.1 Spesimen

Material yang digunakan pada Mesin Las Gesek Rotari adalah baja tulang polos (Round Bar) KS SNI 8 mm, spesimen yang akan diuji terlihat pada gambar.



Gambar 3. Spesimen I,II,III,IV Material yang Digunakan

Tabel. 1 Material yang Digunakan

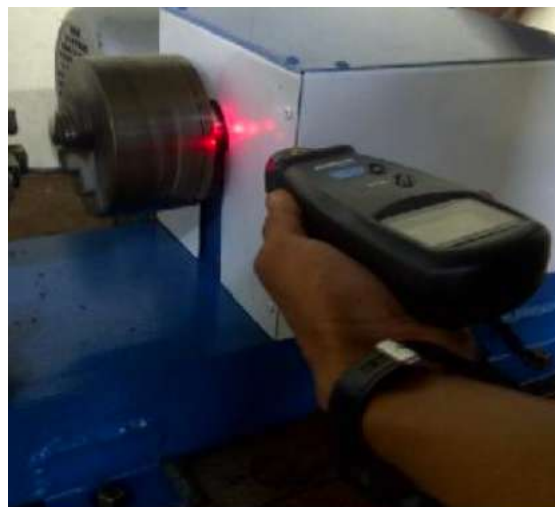
No	Material	Diameter (mm)	Panjang (mm)	Keterangan
1	Round bar KS SNI	8	180	1 potong
2	Round bar KS SNI	8	180	1 potong
3	Round bar KS SNI	8	90	2 potong
4	Round bar KS SNI	8	90	2 potong

Tabel 2. Klasifikasi Baja Karbon (Eric Mamby, FT UI 2008) [10]

Jenis dan Kelas		Kadar Karbon (%)	Kekuatan Luluh (MPa)	Kekuatan Tarik (MPa)	Perpanjangan (%)	Kekerasan Brinell	Penggunaan
Baja Karbon Rendah	Baja Lunak Klustus	0,08	180 – 280	320 – 360	40 – 39	95 – 100	Plat tipis
	Baja Sangat Lunak	0,08 – 0,12	200 – 290	360 – 420	40 – 30	80 – 120	Batang, kawat
	Baja Lunak	0,12 – 0,20	220 – 300	380 – 480	36 – 24	100 – 130	Konstruksi umum
	Baja Setengah Lunak	0,20 – 0,30	240 – 360	440 – 550	32 – 22	112 – 145	Konstruksi umum
Baja Karbon Sedang	Baja Setengah Keras	0,30 – 0,40	300 – 400	500 – 600	30 – 17	140 – 170	Alat-alat mesin
Baja Karbon Tinggi	Baja Keras	0,40 – 0,50	340 – 460	580 – 700	26 – 14	160 – 200	Perkakas
	Baja Sangat Keras	0,50 – 0,80	360 – 470	650 – 1000	20 – 11	180 – 235	Rel, pegas dan kawat piano

3.2.2. Putaran Mesin

Pengujian yang dilakukan pada putaran mesin dengan 3 variasi putaran, pada pengukuran putaran digunakan *tachometer*, adapun perbandingan putaran antara hasil putaran secara teoritis, putaran aktual, dan putaran aktual saat diberikan beban pada saat pengelasan :



Gambar 4. Mengukur Putaran Poros

Tabel 3. Putaran Mesin

No	Putaran Mesin (rpm)	Putaran Aktual (rpm)	Putaran Saat Diberi Beban (rpm)
1	3000	2946	2925
2	3400	3344	3332
3	3800	3785	3769

3.2.3 Pengelasan Spesimen

Pengelasan hanya dilakukan pada spesimen III dan IV, pengelasan dilakukan sesuai prosedur 5.



Gambar 5. Spesimen III, IV yang Telah Dilas

Tabel 4. Data Hasil Pengelasan Spesimen III dan

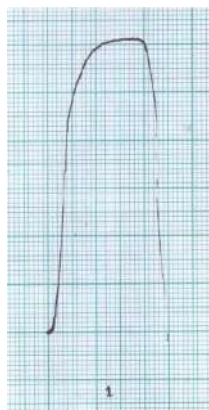
NO Spesimen	Putaran (rpm)	Tekanan (Bar)	Panjang		Durasi (detik)
			Awal (mm)	Akhir(mm)	
III	3800	6	180	172	20
IV	3800	6	180	172	20

3.2.4 Pengujian Spesimen

Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian tarik dimana 2 spesimen diuji tarik langsung dan 2 spesimen diuji dengan standar ASTM E8-M.



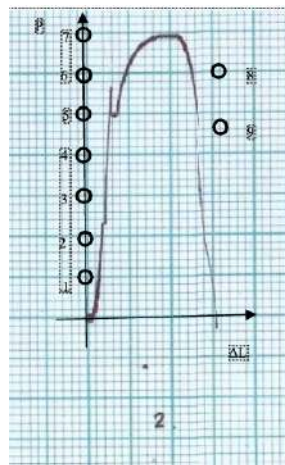
Gambar 6. Uji Tarik Spesimen I



Gambar 7. Kurva Uji Tarik Spesimen I



Gambar 8. Uji Tarik Spesimen II



Gambar 9. Kurva Uji Tarik Spesimen II

Tabel 5. Data Hasil Pembahasan Spesimen II

No	P(N)	ΔL(mm)	(N/mm ²)	ε (%)	E(N/mm ²)
1	2100	1,24	72,3	0,041	5305,71
2	4200	1,65	148,56	0,055	
3	6300	1,65	222,85	0,055	
4	8400	2,07	297,13	0,069	
5	10500	2,48	371,41	0,082	
6	12600	4,14	445,7	0,138	
7	14700	8,295	519,98	0,297	
8	12600	10,37	445,7	0,345	
9	9660	11,2	341,7	0,373	

Kekuatan tarik = 519,98 N/mm²

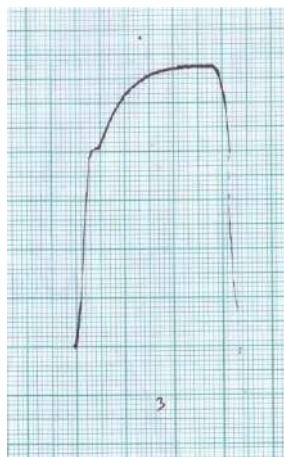
Kekuatan luluh = 415,92 N/mm²

Kekuatan patah = 341,7 N/mm²

Modulus elastisitas = 5305,71 N/mm²



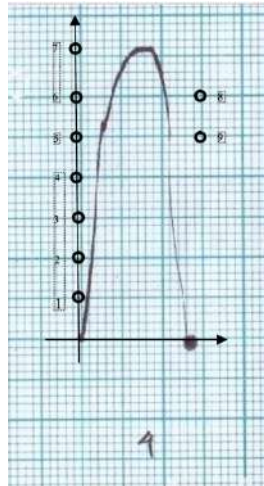
Gambar 10. Uji Tarik Spesimen III



Gambar 11. Kurva Uji tarik spesimen III



Gambar 12. Uji Tarik Spesimen IV



Gambar 13. Kurva Uji Tarik Spesimen IV

Tabel 6. Data Hasil Pembahasan Spesimen IV

No	P(N)	ΔL (mm)	(N/mm ²)	ϵ (%)	E(N/mm ²)
1	2100	0,73	74,56	0,024	6190
2	4200	1,1	148,56	0,036	
3	6300	1,47	222,85	0,049	
4	8400	1,47	297,13	0,049	
5	10500	1,84	371,41	0,061	
6	12600	2,94	445,7	0,098	
7	15120	5,89	534,84	0,196	
8	12600	7,73	445,7	0,257	
9	10500	8,1	371,41	0,27	

Kekuatan = 534,84 N/mm²

Kekuatan = 393,64 N/mm²

Kekuatan = 371,41 N/mm²

Modulus Elastisitas = 6190 N/mm

4. KESIMPULAN

Mesin Las Gesek Rotari memiliki 3 variasi putaran yaitu 3000 rpm, 3400 rpm, 3800 rpm dan memiliki tekanan dorong maksimum 1,0 Mpa (10 Bar). Untuk proses pengelasan dengan durasi pengelasan 20 detik, tekanan 6 Bar dan diameter spesimen 8 mm, terjadi pengurangan panjang spesimen 8 mm. Spesimen yang telah dilakukan pengelasan gesek dengan Mesin Las Gesek Rotari dengan material, diameter, tekanan, putaran serta durasi pengelasan yang sama maka kekuatan tariknya akan lebih besar dan modulus elastisitasnya akan besar dibandingkan sebelum dilas.

REFERENSI

- [1] Pranoto, A., et al. (2020). "Penggunaan Mesin Las Gesek Rotari dalam Industri Otomotif." *Jurnal Teknologi dan Industri Manufaktur*, vol. 12, no. 2, pp. 45-58.
- [2] Susilo, B., et al. (2019). "Efisiensi Produksi dengan Mesin Las Gesek Rotari." *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 8, no. 1, pp. 21-34.
- [3] Setiawan, R., et al. (2018). "Perancangan Mesin Las Gesek Rotari: Aspek Material dan Desain Spindle." *Jurnal Mesin dan Industri*, vol. 15, no. 3, pp. 89-102.

- [4] Wibowo, S., et al. (2021). "Penggunaan Mesin Las Gesek Rotari dalam Industri Otomotif Indonesia: Studi Kasus pada Pembuatan Komponen Suspensi." *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 14, no. 4, pp. 123-138.
- [5] Suryanto, A., et al. (2019). "Penerapan Mesin Las Gesek Rotari dalam Manufaktur Pesawat Terbang: Studi Kasus pada Penggabungan Komponen Struktural." *Jurnal Manufaktur Pesawat Terbang*, vol. 7, no. 2, pp. 56-68.
- [6] Raharjo, B., et al. (2017). "Pemotongan Logam Presisi dengan Mesin Las Gesek Rotari." *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 11, no. 1, pp. 34-47.
- [7] Sularso, dan Suga Kiyokatsu. 1997. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta : PT.Pradnya Paramita.