

ANALISA PENGARUH VARIASI PERBANDINGAN PULLEY SERTA VARIASI WAKTU PEMANTIK PADA PENGELASAN GESEK (*FRICITION WELDING*) TERHADAP KEKUATAN UJI TARIK BAJA ST60 DENGAN METODE TAGUCHI

Mukat Arif¹, Febi Rahmadiano², T. A. Sutrisno³
Program Studi Teknik Mesin S-1, Institut Teknologi Nasional Malang, Kota Malang, Indonesia
Email: mukatsaja00@gmail.com

ABSTRAK

Metode penelitian yang digunakan adalah variasi perbandingan pulley, variasi waktu pematik, pengujian tarik material hasil pengelasan, dan analisis dengan menggunakan metode taguchi. Pada variasi perbandingan pulley menghasilkan kekuatan tarik untuk pulley 4:3 adalah sebesar 73.40 Kgf/mm², kekuatan tarik untuk pulley 5:3 adalah sebesar 53.14 Kgf/mm², kemudian untuk kekuatan tarik pulley 6:3 yaitu sebesar 64.68 Kgf/mm². Hasil pengujian dengan metode taguchi, berdasarkan response table for signal to noise rasio dan plot grafik, dapat dilihat bahwa nilai kekuatan tarik terbesar dengan larger is better pada perbandingan pulley 6:3 dengan waktu pematik 55 detik yaitu sebesar 28,62 kgf/mm², sedangkan nilai terkecil terdapat pada perbandingan pulley 4:3 dengan waktu pematik 35 detik yaitu sebesar 24,33 kgf/mm². Dari hasil pengelasan dengan variasi perbandingan pulley dan variasi waktu pematik menunjukkan bahwa putaran spindle berkecepatan tinggi dapat meningkatkan tegangan tarik.

Kata Kunci: Pengelasan Gesek, Baja ST60, Uji Tarik

PENDAHULUAN

Meluasnya penggunaan teknologi pengelasan disebabkan oleh fakta bahwa biaya produksi rendah dan efisien karena pengurangan berat yang meningkat dan penyederhanaan dalam pembuatan bangunan dan struktur mekanis. Pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi menuntut adanya pengembangan sumber daya manusia. Banyak orang mencoba untuk memajukan diri di bidang pengelasan untuk mencari efisiensi yang lebih baik. Pengelasan memainkan peran penting dalam konstruksi dan perbaikan produksi logam dan merupakan bagian integral dari perkembangan industri yang berkembang. Kisaran teknik pengelasan di sektor konstruksi sangat luas, termasuk kapal, jembatan, balok baja atau aluminium, pipa dan banyak lagi. Baja ST 60 adalah baja dengan kekuatan tarik 60 kg/mm². Pengkodeannya berbasis di Jerman, yaitu penomoran DIN 17100. Baja ST60 diklasifikasikan sebagai baja paduan karbon menengah dan banyak digunakan sebagai bahan utama dalam mesin mobil dan industri. Semakin tinggi kandungan karbon baja, semakin keras baja tersebut. Baja ST60 umumnya digambarkan sebagai baja karbon sedang dengan kandungan karbon 0,3% C hingga 0,59% C dalam besi, titik didih 1550°C dan titik leleh 2900°C. ST60 menunjukkan bahwa ST adalah baja. Angka 60 menunjukkan bahwa kuat tarik adalah 60 kg/mm². Metode Taguchi merupakan salah satu cara yang paling efektif untuk meningkatkan kualitas produk. Metode Taguchi adalah metode offline yang merepresentasikan upaya untuk mengontrol atau meningkatkan kualitas dari desain hingga pemrosesan produk. Keuntungan dari metode Taguchi adalah Anda dapat menganalisis sejumlah besar variabel dalam eksperimen yang menguji sejumlah kecil variabel. Metode Taguchi dapat mengoptimalkan proses hanya untuk satu jawaban, namun pada kenyataannya sebagian besar masalah yang muncul adalah jawaban ganda.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengelasan Gesek

Pengelasan gesekan adalah teknik pengelasan untuk menggabungkan dua bahan secara termal. Teknik yang digunakan adalah kontak dengan kedua bahan tersebut. Salah satu bahan dalam kontak berputar dan yang lainnya diam. Gesekan antara kedua bahan menghasilkan panas. Panas naik saat stamping dilakukan. Ketika panas mencapai titik leleh (melting point), permukaan gesekan melebur [1]. Karena pengelasan cair (las fusi) sulit, dilakukan. Teknik las gesekan cocok untuk menyatukan dua bahan karena menggunakan kecepatan rotasi satu benda terhadap benda lain tanpa meleleh (proses keadaan padat)[2]. Panas dari gesekan kedua benda kerja melelehkan kedua ujung benda kerja, memungkinkan terjadinya proses penyambungan[3].

B. Material Baja

Baja karbon adalah jenis baja paduan yang terdiri dari besi (Fe) dan karbon (C), dengan besi sebagai unsur dasar dan karbon dengan unsur paduan utama, dengan kadar kurang dari 2%. Baja karbon terdiri dari baja karbon rendah (C = 0,03-0,35%), baja karbon sedang (C = 0,35-0,55%), dan baja kandungan karbon tinggi (C = 0,55) berdasarkan persentase kandungan karbonnya kategori -1,70%)[4].

C. Uji Tarik

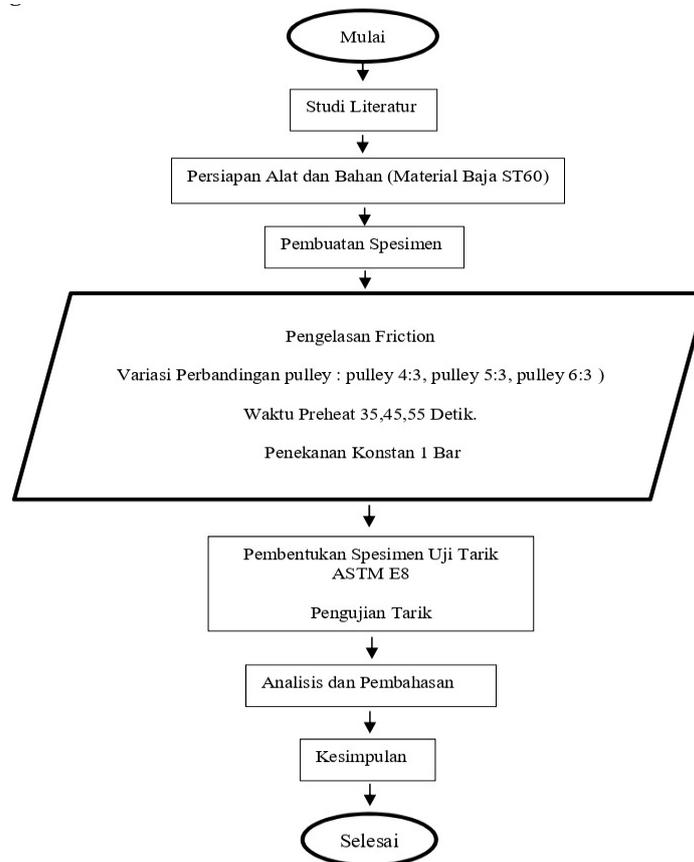
Pengujian tarik adalah jenis pengujian yang paling sederhana. Tes ini sangat sederhana dan distandarisasi di Amerika Serikat, misalnya ASTM E8 dan Jepang JIS 2241. Prosedur dilakukan dengan menarik sampel untuk melihat bagaimana sampel merespon gaya tarik yang diberikan dan berapa lama mata sampel sebelum rusak. Penguji tarik memiliki pegangan yang sangat kuat. Merek alat uji tarik terkenal seperti Shimazu dan Instron [4]. Ada banyak aspek yang bisa dipelajari dari metode uji tarik ini. Pada pengujian ini sampel ditarik sampai terjadi putus dan menerima informasi tekstual berupa kurva yang menunjukkan hubungan antara gaya tarik dengan perubahan panjang. Sifat-sifat kurva ini sangat berguna untuk membaca apa yang terjadi dalam sampel ketika suatu gaya diterapkan[5].

D. Metode Taguchi

Metode Taguchi dikembangkan oleh Dr.Genichi Taguchi dipercaya untuk memperbaiki sistem telekomunikasi Jepang pada tahun 1949. Metode ini adalah metodologi rekayasa baru yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas produk dan proses sambil menjaga biaya dan sumber daya serendah mungkin. Tujuan dari metode taguchi adalah untuk membuat produk tahan terhadap noise. Sering disebut sebagai desain yang kuat. Definisi kualitas taguchi adalah kerugian yang diderita masyarakat sejak produk dikirim[6].

METODE PENELITIAN

A. Diagram Alir



Gbr. 1. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan alat prototype yang dibuat dengan variasi perbandingan pulley yaitu pulley 4:3, pulley 5:3, pulley 6:3 dengan pompa hidrolik kapasitas 1 bar, dan variasi waktu preheat sebelum pengelasan 35,45,55 detik. Setelah menghasilkan eksperimen dilanjutkan dengan uji tarik untuk mengetahui tegangan tarik suatu material dengan gaya statis yang diberikan dengan lambat.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian dimulai dari bulan April 2022-Mei 2022. Pembuatan specimen dilaksanakan di Laboratorium Produksi Institut Teknologi Nasional Malang. Pengujian tarik dilaksanakan di Laboratorium Material Institut Teknologi Nasional Malang .

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Tarik

Hasil pengujian tarik dengan menggunakan material baja ST60. Dengan perbandingan pulley (4:3,5:3,6:3) dengan variasi waktu preheat 35,45,55 detik. Berikut dibawah ini merupakan data hasil uji kekuatan tarik yang dilakukan di laboratorium uji material Institut Teknologi Nasional Malang

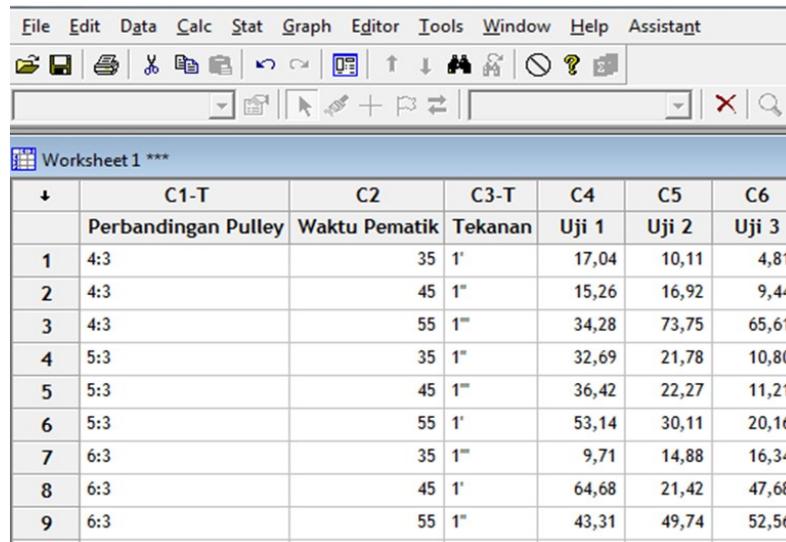
Tabel 1. Hasil Pengujian Tarik

| No | Variasi perbandingan pulley | Waktu pematik | Tekanan | Jumlah sample | Area (Mm ²) | Max Force (Kgf) | 0.2 % Y.S (Kgf/mm ²) | Tensile Straing (Kgf/mm ²) | e(%) |
|----|-----------------------------|---------------|---------|---------------|-------------------------|-----------------|----------------------------------|--|------|
| 1 | 4:3 | 35 s | 1Bar | 1 | 78.54 | 1138 | 7.41 | 17.04 | 9 |
| | | | 1Bar | 2 | 78.54 | 1198 | 6.83 | 15.26 | 8 |
| | | | 1Bar | 3 | 78.54 | 2693 | 14.71 | 34.28 | 12 |
| | | 45s | 1Bar | 1 | 78.54 | 794 | 4.35 | 10.11 | 10 |
| | | | 1Bar | 2 | 78.54 | 1329 | 7.56 | 16.92 | 10 |
| | | | 1Bar | 3 | 78.54 | 5765 | 44.19 | 73.40 | 36 |
| | | 55s | 1Bar | 1 | 78.54 | 377 | 2.25 | 4.81 | 6 |
| | | | 1Bar | 2 | 78.54 | 741 | 4.33 | 9.44 | 13 |
| | | | 1Bar | 3 | 78.54 | 5153 | 48.75 | 65.61 | 26 |
| 2 | 5:3 | 35s | 1Bar | 1 | 78.54 | 2568 | 14.15 | 32.69 | 10 |
| | | | 1Bar | 2 | 78.54 | 2860 | 15.18 | 36.42 | 15 |
| | | | 1Bar | 3 | 78.54 | 4173 | 45.44 | 53.14 | 17 |
| | | 45s | 1Bar | 1 | 78.54 | 1711 | 9.26 | 21.78 | 13 |
| | | | 1Bar | 2 | 78.54 | 1748 | 8.87 | 22.27 | 10.5 |
| | | | 1Bar | 3 | 78.54 | 2365 | 14.05 | 30.11 | 11.5 |
| | | 55s | 1Bar | 1 | 78.54 | 849 | 4.44 | 10.80 | 6 |
| | | | 1Bar | 2 | 78.54 | 880 | 4.56 | 11.21 | 7 |
| | | | 1Bar | 3 | 78.54 | 1584 | 8.66 | 20.16 | 11 |
| 3 | 6:3 | 35s | 1Bar | 1 | 78.54 | 763 | 7.63 | 9.71 | 13 |
| | | | 1Bar | 2 | 78.54 | 5080 | 51.76 | 64.68 | 21 |
| | | | 1Bar | 3 | 78.54 | 3402 | 17.13 | 43.31 | 26 |
| | | 45s | 1Bar | 1 | 78.54 | 1168 | 6.50 | 14.88 | 11 |
| | | | 1Bar | 2 | 78.54 | 1683 | 8.46 | 21.42 | 14 |
| | | | 1Bar | 3 | 78.54 | 3907 | 43.31 | 49.74 | 20 |
| | | 55s | 1Bar | 1 | 78.54 | 1283 | 6.97 | 16.34 | 10 |
| | | | 1Bar | 2 | 78.54 | 3745 | 19.19 | 47.68 | 16 |
| | | | 1Bar | 3 | 78.54 | 4128 | 48.96 | 52.56 | 18 |

Penelitian ini mempunyai rancangan data penelitian yang sudah di rancang dan diketahui nilai rata-rata seperti pada tabel berikut.

Tabel 2 Rancangan Data Uji Tarik

| No | Pulley | Waktu Pematik | Tekanan | Uji 1 | Uji 2 | Uji 3 | Rata-rata |
|----|--------|---------------|---------|-------|-------|-------|-----------|
| 1 | 4:3 | 35 detik | 1 Bar | 17,04 | 10,11 | 4,81 | 10.65 |
| 2 | 4:3 | 45 detik | 1 Bar | 15,26 | 16,92 | 9,44 | 10.87 |
| 3 | 4:3 | 55 detik | 1 Bar | 34,28 | 73,75 | 65,61 | 57.88 |
| 4 | 5:3 | 35 detik | 1 Bar | 32,69 | 21,78 | 10,80 | 21.75 |
| 5 | 5:3 | 45 detik | 1 Bar | 36,42 | 22,27 | 11,21 | 23.3 |
| 6 | 5:3 | 55 detik | 1 Bar | 53,14 | 30,11 | 20,16 | 34.47 |
| 7 | 6:3 | 35 detik | 1 Bar | 9,71 | 14,88 | 16,34 | 13.65 |
| 8 | 6:3 | 45 detik | 1 Bar | 64,68 | 21,42 | 47,68 | 44.59 |
| 9 | 6:3 | 55 detik | 1 Bar | 43,31 | 49,74 | 52,56 | 48.53 |



Gbr 2. Tampilan Mini Tab

Pada variasi perbandingan pulley menghasilkan rata-rata nilai terbesar pada kekuatan tarik untuk pulley 4:3 adalah sebesar 73.75 Kgf/mm², kekuatan tarik untuk pulley 5:3 adalah sebesar 53.14 Kgf/mm², kemudian untuk kekuatan tarik pulley 6:3 yaitu sebesar 64.68 Kgf/mm².

08/06/2022 10:55:48 -----

welcome to Minitab, press F1 for help.

Taguchi Design
Taguchi Orthogonal Array Design

L9(3**3)

Factors: 3
Runs: 9

Columns of L9(3**4) Array

1 2 3

**Taguchi Analysis: Uji 1; Uji 2; versus Perbandingan; Waktu Pematik;
Linear Model Analysis: SN ratios versus Perbandingan; Waktu Pematik; Tekanan**

Estimated Model Coefficients for SN ratios

| Term | Coef | SE Coef | T | P |
|--------------|---------|---------|--------|-------|
| Constant | 26,2516 | 1,572 | 16,701 | 0,004 |
| Perbandi 4:3 | -1,9252 | 2,223 | -0,866 | 0,478 |
| Perbandi 5:3 | -0,4425 | 2,223 | -0,199 | 0,861 |
| Waktu Pe 35 | -5,1220 | 2,223 | -2,304 | 0,148 |
| Waktu Pe 45 | -0,6991 | 2,223 | -0,314 | 0,783 |
| Tekanan 1' | -0,8164 | 2,223 | -0,367 | 0,749 |
| Tekanan 1'' | 0,3271 | 2,223 | 0,147 | 0,897 |

S = 4,716 R-Sq = 82,8% R-Sq(adj) = 31,0%

Analysis of Variance for SN ratios

| Source | DF | Seq SS | Adj SS | Adj MS | F | P |
|---------------------|----|---------|---------|--------|------|-------|
| Perbandingan Pulley | 2 | 28,525 | 28,525 | 14,263 | 0,64 | 0,609 |
| Waktu Pematik | 2 | 181,827 | 181,827 | 90,914 | 4,09 | 0,197 |
| Tekanan | 2 | 3,039 | 3,039 | 1,520 | 0,07 | 0,936 |
| Residual Error | 2 | 44,472 | 44,472 | 22,236 | | |
| Total | 8 | 257,864 | | | | |

Linear Model Analysis: Means versus Perbandingan Pulley; Waktu Pematik; Tekanan

Estimated Model Coefficients for Means

| Term | Coef | SE Coef | T | P |
|--------------|----------|---------|--------|-------|
| Constant | 29,8563 | 6,104 | 4,891 | 0,039 |
| Perbandi 4:3 | -2,3874 | 8,633 | -0,277 | 0,808 |
| Perbandi 5:3 | -3,3474 | 8,633 | -0,388 | 0,736 |
| Waktu Pe 35 | -14,5052 | 8,633 | -1,680 | 0,235 |
| Waktu Pe 45 | -2,6007 | 8,633 | -0,301 | 0,792 |
| Tekanan 1' | 0,0493 | 8,633 | 0,006 | 0,996 |
| Tekanan 1'' | -1,8007 | 8,633 | -0,209 | 0,854 |

S = 18,31 R-Sq = 71,7% R-Sq(adj) = 0,0%

Analysis of Variance for Means

| Source | DF | Seq SS | Adj SS | Adj MS | F | P |
|---------------------|----|---------|---------|---------|------|-------|
| Perbandingan Pulley | 2 | 149,38 | 149,38 | 74,689 | 0,22 | 0,818 |
| Waktu Pematik | 2 | 1529,33 | 1529,33 | 764,665 | 2,28 | 0,305 |
| Tekanan | 2 | 18,94 | 18,94 | 9,469 | 0,03 | 0,973 |
| Residual Error | 2 | 670,76 | 670,76 | 335,380 | | |
| Total | 8 | 2368,41 | | | | |

Response Table for Signal to Noise Ratios
Larger is better

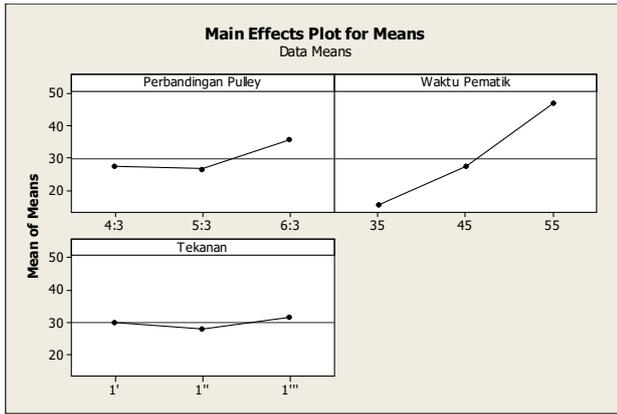
| Level | Perbandingan Pulley | Waktu Pematik | Tekanan |
|-------|---------------------|---------------|---------|
| 1 | 24,33 | 21,13 | 25,44 |
| 2 | 25,81 | 25,55 | 26,58 |
| 3 | 28,62 | 32,07 | 26,74 |
| Delta | 4,29 | 10,94 | 1,31 |
| Rank | 2 | 1 | 3 |

Response Table for Means

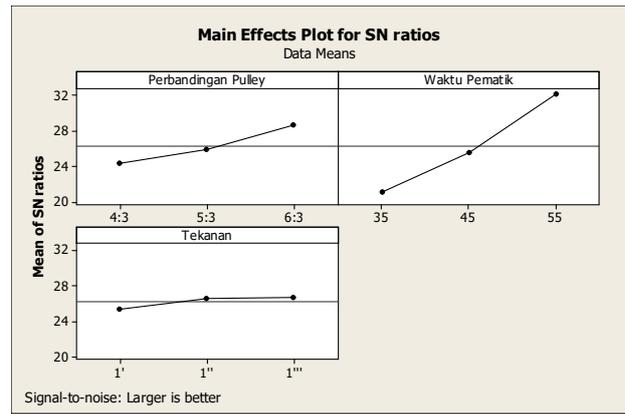
| Level | Perbandingan Pulley | Waktu Pematik | Tekanan |
|-------|---------------------|---------------|---------|
| 1 | 27,47 | 15,35 | 29,91 |
| 2 | 26,51 | 27,26 | 28,06 |
| 3 | 35,59 | 46,96 | 31,61 |
| Delta | 9,08 | 31,61 | 3,55 |
| Rank | 2 | 1 | 3 |

Main Effects Plot for Means

Main Effects Plot for SN ratios



a) Gambar.3 Grafik Main Effects For Means



b) Gambar.4. Grafik SN Ratio

B. Pembahasan hasil pengujian

Pada variasi perbandingan pulley menghasilkan kekuatan tarik untuk pulley 4:3 adalah sebesar 73.40 Kgf/mm², kekuatan tarik untuk pulley 5:3 adalah sebesar 53.14 Kgf/mm², kemudian untuk kekuatan tarik pulley 6:3 yaitu sebesar 64.68 Kgf/mm².

Hasil pengujian metode taguchi menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik maksimum lebih baik pada rasio pulley 6:3, berdasarkan tabel respons rasio signal-to-noise dan grafik di atas. Waktu pemantik 55 detik adalah 28,62 kgf / mm², tetapi rasio katrol minimum adalah 4: 3, yang sesuai dengan waktu pengapian 35 detik 24,33 kgf / mm².

Dari hasil pengelasan dengan variasi perbandingan pulley dan variasi waktu pemantik menunjukkan bahwa putaran spindel berkecepatan tinggi dapat meningkatkan tegangan tarik. Hal ini disebabkan pada pulley 6:3 dengan waktu pemantik 55 detik. Dengan demikian bisa disimpulkan bahwa dengan waktu pemantik yang cukup lama dapat dipastikan bisa memperoleh hasil kekuatan tarik yang bagus, karena semakin lama waktu pemantik akan mempengaruhi kekerasan spesimen yang dimana menyebabkan pembentukan pengerasan struktur martensit serta meningkatnya keuletan spesimen.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan mengenai pengaruh variasi perbandingan pulley serta variasi waktu pemantik pengelasan gesek terhadap uji tarik baja ST60 menggunakan metode taguchi dapat disimpulkan bahwa:

Nilai kekuatan tarik dapat di pengaruhi oleh perbandingan pulley dan waktu pemantik. Hal tersebut dapat dibuktikan dari hasil pengujian yang menghasilkan nilai dari kekuatan terbesar terjadi pada pulley 6:3 dan waktu pengelasan 55 detik, semakin lama waktu pemantik maka semakin tinggi kekuatan yang didapatkan.

SARAN

1. Adapun saran dari peneliti ini untuk menyempurnakan penelitian yang akan datang sebagai berikut:
2. Diharapkan penelitian berikutnya meneliti mengenai perbandingan pulley 5:4,6:4,7:4 dengan waktu 1 menit keatas.
3. Untuk penelitian yang akan datang diharapkan menambah variasi pengujian struktur mikro.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Arifin and T. Sulistyawan, "Peningkatan kualitas sambungan las baja karbon rendah dengan metode taguchi," *FLYWHEEL J. Tek. Mesin Untirta*, vol. 2, no. 1, 2017.
- [2] W. Soedarmadji and F. Rahmadianto, "PENGARUH PENGELASAN TUNGSTEN INERT GAS TERHADAP KEKUATAN TARIK, KEKERASAN DAN MIKRO STRUKTUR PADA PIPA HEAT EXCHANGER."
- [3] H. S. Raharjo and R. JP, "Variasi Arus Listrik Terhadap Sifat Mekanis Sambungan Las Shielding Metal Arc Ewlding (SMAW)," 2012.
- [4] B. V. Rahim, "PENGARUH VARIASI PENDINGIN PADA BAJA ST 60 DENGAN UJI KEKERASAN DAN MIKROSTRUKTUR PADA PROSES QUENCHING," University of Muhammadiyah Malang, 2019.
- [5] A. Sastranegara, "Mengenal Uji Tarik dan Sifat-sifat Mekanik Logam," *Situs Inf. Mek. Mater. dan manufaktur*, 2009.
- [6] M. Hartono, "Meningkatkan mutu produk plastik dengan metode taguchi," *J. Tek. Ind.*, vol. 13, no. 1, pp. 93–100, 2012.