

Analisa Sambungan Las Gesek Rotary Material Baja ST 37 dan ST 42

by Moch. Bakti Irham Firmansyah

Submission date: 11-Jan-2022 01:32PM (UTC+0700)

Submission ID: 1739978079

File name: teknik_mesin_1421700071_moch._bakti_irham_firmansyah.docx (1.32M)

Word count: 2214

Character count: 11866



Analisa Sambungan Las Gesek Rotary Material Baja ST 37 dan ST 42

4 Moch. Bakti Irham Firmansyah (Mahasiswa), Ismail (Dosen Pembimbing)
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia
Email : baktiirham02@gmail.com

ABSTRAK

Pada saat proses penyambungan benda logam yang berbeda terkadang sangat sulit untuk digabungkan dan harus menggunakan penyambungan dengan cara logam pengisi. Penyambungan material logam dengan metode las gesek menjadi salah satu solusi untuk proses penyambungan berbeda material dengan dimensi silinder. Parameter yang sangat mempengaruhi hasil kekuatan daerah sambungan las ialah luas penampang di benda uji, kecepatan rotasi, waktu penggesekan, dan gaya tekanan yang diberikan. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui kekuatan tarik dan perubahan struktur mikro yang terjadi pada material baja ST 37 dan ST 42 yang terjadi akibat gesekan pada proses pengelasan menggunakan ukuran kecepatan rotasi 1500, 1000, dan 880 rpm, diameter 11 mm, dan waktu gesekan bervariasi antara 20-30 detik, serta hasil pengujian struktur mikro terjadi penghilangan daktilitas baja pada daerah sambungan las.

Kata kunci: kekuatan sambungan las, las gesek rotary, penyambungan material beda jenis

2 PENDAHULUAN

Pengelasan adalah suatu proses penggabungan antara 2 logam atau lebih dengan menggunakan energi panas. Teknik pengelasan tidak hanya digunakan pada produksi suatu alat, tetapi juga berfungsi untuk reparasi dari semua alat-alat yang terbuat dari logam. Perkembangan pengelasan pada setiap perusahaan manufaktur diharuskan untuk meningkatkan mutu dan kualitas produksinya agar bisa bersaing dengan perusahaan lain.

Metode pengelasan gesek (*Friction welding*) merupakan salah satu metode penyambungan dua material logam baik yang sejenis maupun berbeda jenis.

Baja yang akan digunakan pada metode ini ialah Baja ST 37 dan ST 42. Dengan penyambungan baja yang berbeda

tersebut, akan menggunakan dua variasi waktu yaitu: 20 detik, 30 detik, serta menggunakan 3 variasi putaran, yaitu: 1500 Rpm, 1000 Rpm, dan 880 Rpm.

PROSEDUR EKSPERIMEN

Proses Pembuatan Benda Uji

1 Sebelum melakukan proses pengelasan gesek, dilakukan proses pembuatan benda uji terlebih dahulu guna memudahkan proses pengelasan gesek, pengujian tarik, serta pengujian struktur mikro

Berikut merupakan hasil pemuatan benda uji yang kemudian akan dilakukan proses pengelasan gesek.



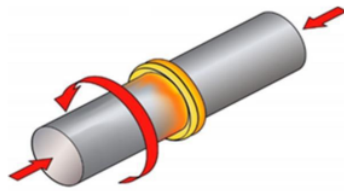
Gambar 1 (Hasil Pembuatan Benda Uji)

Pengelasan Gesek (Friction Welding)

Proses pengelasan dilakukan pada mesin bubut konvensional dengan variabel tetap yaitu, putaran (Rpm) spindel dan variabel bebas yaitu, waktu gesekan.

Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Material baja ST 42 dipasang pada chuck sehingga menjadi bagian yang berputar, serta material baja ST 37 dirakit pada sisi komponen kepala lepas sehingga menjadi bagian diam. Kemudian baja diputar dengan kecepatan yang telah ditentukan.
2. Setelah diputar dengan kecepatan yang telah ditentukan, bagian diam ditekan menuju bagian berputar agar mencapai titik lebur berdasarkan waktu yang telah ditentukan mesin dimatikan.



Gambar 2. Konsep Pengelasan

Uji Tarik

Uji tarik dilakukan bertujuan mengetahui kekuatan sambungan material setelah dilas, karena mudah dilakukan, dan menghasilkan tegangan seragam (uniform) pada penampang serta kebanyakan

sambungan material yang setelah melalui proses pengelasan mempunyai kelemahan untuk menerima tegangan tarik.

Uji Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro bertujuan untuk mengetahui isi unsur kandungan yang terdapat pada spesimen yang telah dilas. Dengan memakai material yang telah dihaluskan agar terlihat kandungan didalam benda uji yang telah dilas tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji tarik

$$\text{Tegangan: } \sigma = \frac{F}{A_0} \text{ (kg/mm}^2\text{)} \dots\dots\dots(1)$$

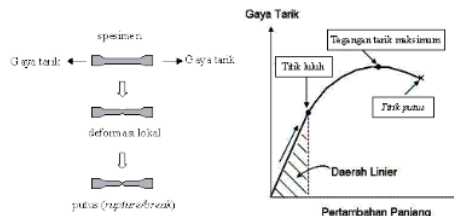
Dimana:

- F = Beban (kg)
- A₀ = luas mula dari penampang batang uji (mm²)

$$\text{Regangan: } \epsilon = \frac{L-L_0}{L_0} \times 100 \% \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

- L₀ = panjang mula dari batang uji (mm)
- L = panjang batang uji yang dibebani (mm)



Gambar 3. Konsep Uji Tarik

Table 1 Data Hasil Uji Tarik Tanpa Pengelasan Baja ST37

No	Spesimen	Keterangan
1	Panjang awal (L ₀), mm	141

2	Panjang akhir (Lf), mm	135
3	Pertambahan panjang (ΔL_{max}), mm	6
4	Dimensi awal mula-mula (penampang)	3,14 x 5,5 x 5,5
5	Luas penampang mula-mula (A_o), mm ²	95
6	Beban yield (P_y), Kgf	5,509
7	Beban Ultimate (P_u), Kgf	6,300
8	Beban putus (P_{pts}), Kgf Tabel 4.2. Tegangan Regangan Tanpa Pengelasan	5,666
9	ΔL (yield), mm	15
10	ΔL (max/ultimate), mm	20
11	ΔL (putus), mm	25

- **Tegangan Teknik dan Regangan Teknik variasi**

$$L_{yield} = L_o + \Delta L_y = 141 + 15 = 156 \text{ mm}$$

$$L_{max} = L_o + \Delta L_u = 141 + 20 = 161 \text{ mm}$$

$$L_{putus} = L_o + \Delta L_{pts} = 141 + 25 = 166 \text{ mm}$$

- Tegangan Teknik

$$\sigma_{(y)} = \frac{P_y}{A_o} = \frac{5,509}{95} = 57,98 \text{ Kgf/mm}^2$$

$$\sigma_{(max)} = \frac{P_{max}}{A_o} = \frac{6300}{95} = 66,31 \text{ Kgf/mm}^2$$

$$\sigma_{(putus)} = \frac{P_{putus}}{A_o} = \frac{5666}{95} = 59,64 \text{ Kgf/mm}^2$$

- Regangan Teknik

$$\epsilon_y = \frac{L_y - L_o}{L_o} \times 100\% = \frac{156 - 141}{141} \times 100\% = 10,6\%$$

$$\epsilon_{max} = \frac{L_u - L_o}{L_o} \times 100\% = \frac{161 - 141}{141} \times 100\% = 14,1\%$$

$$\epsilon_{putus} = \frac{L_{putus} - L_o}{L_o} \times 100\% = \frac{166 - 141}{141} \times 100\% = 17,73\%$$

- Kekuatan tarik maksimum (UTS)

$$S_u = \frac{P_{max}}{A_o} = \frac{6300}{95} = 66,31 \text{ Kgf/mm}^2$$

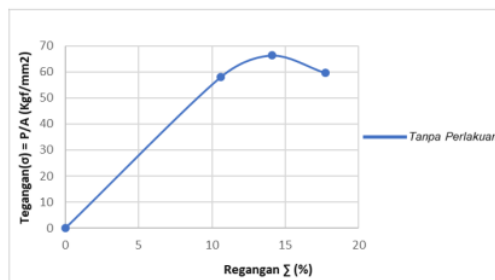
- Batas luluh (Yielding)

$$S_o = \frac{P_y}{A_o} = \frac{5509}{95} = 57,98 \text{ Kgf/mm}^2$$

Tegangan regangan tanpa pengelasan baja ST 37

Table 2. Tegangan regangan tanpa pengelasan baja ST 37

No.	Tegangan dan Regangan Teknik	Hasil
1	Tegangan Teknik (σ yield), Kgf/mm ²	57,98
2	Tegangan Teknik (σ maximum), Kgf/mm ²	66,31
3	Tegangan Teknik (σ putus), Kgf/mm ²	59,64
4	Regangan Teknik (ϵ yield) %	10,6
5	Regangan Teknik (ϵ maximum) %	14,1
6	Regangan Teknik (ϵ putus) %	17,73



Grafik 1. Tegangan Regangan Baja ST 37 Tanpa Pengelasan

Berdasarkan tabel serta gambar yang tertera diatas dapat diketahui bahwa tegangan teknik maksimum baja ST37 tanpa pengelasan adalah sebesar 66,31 Kg/mm², dan regangan teknik maksimum 14,1%.

Table 3. Data hasil uji tarik Tanpa Pengelasan Baja ST42

No	Spesimen	Keterangan
1	Panjang awal (Lo), mm	141
2	Panjang akhir (Lf), mm	136
3	Pertambahan panjang (ΔLmax), mm	5
4	Dimensi awal mula-mula (penampang)	3,14 x 5,5 x 5,5
5	Luas penampang mula-mula (Ao), mm ²	95
6	Beban yield (Py), Kgf	5,397
7	Beban Ultimate (Pu), Kgf	6,400
8	Beban putus (Ppts), Kgf	5,551
9	ΔL(yield), mm	18
10	ΔL(max/ultimate), mm	33
11	ΔL(putus), mm	38,5

• **Tegangan Teknik dan Regangan Teknik variasi**

$$L_{yield} = L_o + \Delta L_y = 141 + 18 = 159 \text{ mm}$$

$$L_{max} = L_o + \Delta L_u = 141 + 33 = 174 \text{ mm}$$

$$L_{putus} = L_o + \Delta L_{pts} = 141 + 38,5 = 179,5 \text{ mm}$$

○ Tegangan Teknik

$$\sigma_{(y)} = \frac{P_y}{A_o} = \frac{5,397}{95} = 56,81 \text{ Kgf/mm}^2$$

$$\sigma_{(max)} = \frac{P_{max}}{A_o} = \frac{6400}{95} = 67,36 \text{ Kgf/mm}^2$$

$$\sigma_{(putus)} = \frac{P_{putus}}{A_o} = \frac{5,551}{95} = 58,43 \text{ Kgf/mm}^2$$

○ Regangan Teknik

$$\epsilon_y = \frac{L_y - L_o}{L_o} \times 100\% = \frac{159 - 141}{141} \times 100\% = 12,7\%$$

$$\epsilon_{max} = \frac{L_u - L_o}{L_o} \times 100\% = \frac{174 - 141}{141} \times 100\% = 23,4\%$$

$$\epsilon_{putus} = \frac{L_{putus} - L_o}{L_o} \times 100\% = \frac{179,5 - 141}{141} \times 100\% = 27,3\%$$

○ Kekuatan tarik maksimum (UTS)

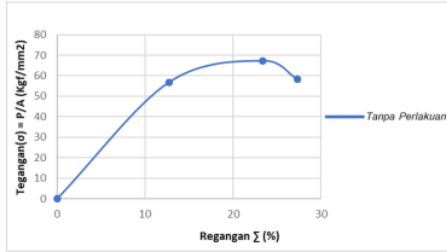
$$S_u = \frac{P_{max}}{A_o} = \frac{6400}{95} = 67,36 \text{ Kgf/mm}^2$$

○ Batas luluh (Yielding)

$$S_o = \frac{P_y}{A_o} = \frac{5397}{95} = 56,81 \text{ Kgf/mm}^2$$

Table 4. Tegangan Regangan Tanpa Pengelasan

No.	Tegangan dan Regangan Teknik	Hasil
1	Tegangan Teknik (σ_{yield}), Kgf/mm ²	56,81
2	Tegangan Teknik ($\sigma_{maximum}$), Kgf/mm ²	67,36
3	Tegangan Teknik (σ_{putus}), Kgf/mm ²	58,43
4	Regangan Teknik (ϵ_{yield}) %	12,7
5	Regangan Teknik ($\epsilon_{maximum}$) %	23,4
6	Regangan Teknik (ϵ_{putus}) %	27,3

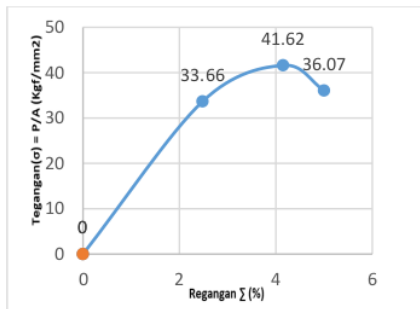


Grafik 2. Grafik Tegangan Regangan Baja ST42 Tanpa Pengelasan

Berdasarkan tabel serta gambar yang tertera diatas dapat diketahui bahwa tegangan teknik maksimum baja ST37 tanpa pengelasan adalah sebesar 67,36 Kg/mm², dan regangan teknik maksimum 23,4%.

Table 5. Data Hasil Uji Tarik dari Baja ST37 dengan ST42 dengan variasi 1500 Rpm dan waktu 30 detik

No.	Tegangan dan Regangan Teknik	Hasil
1	Tegangan Teknik (σ_t yield), Kg/mm ²	33,66
2	Tegangan Teknik (σ_t maximum), Kg/mm ²	41,62
3	Tegangan Teknik (σ_t putus), Kg/mm ²	36,07
4	Regangan Teknik (ϵ_t yield) %	2,48
5	Regangan Teknik (ϵ_t maximum) %	4,15
6	Regangan Teknik (ϵ_t putus) %	5



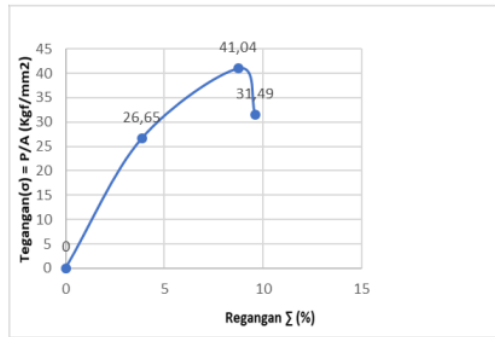
Grafik 3. Grafik Tegangan Regangan Baja ST37 dan ST42 dengan variasi putaran 1500 Rpm dan waktu 30 detik

Berdasarkan tabel serta gambar yang tertera diatas dapat diketahui bahwa nilai tegangan teknik baja ST37 yang digabungkan dengan baja ST42 dari hasil 2 spesimen yang di ambil rata

- rata-rata adalah sebesar 41,62 Kg/mm², dan nilai regangan teknik maksimum tertinggi 4,15%.

Table 6. Data Hasil Uji Tarik dari Baja ST37 dengan ST42 dengan variasi 1000 Rpm dan waktu 30 detik

No.	Tegangan dan Regangan Teknik	Hasil
1	Tegangan Teknik (σ_t yield), Kg/mm ²	26,65
2	Tegangan Teknik (σ_t maximum), Kg/mm ²	41,04
3	Tegangan Teknik (σ_t putus), Kg/mm ²	31,49
4	Regangan Teknik (ϵ_t yield) %	3,85
5	Regangan Teknik (ϵ_t maximum) %	8,75
6	Regangan Teknik (ϵ_t putus) %	9,6

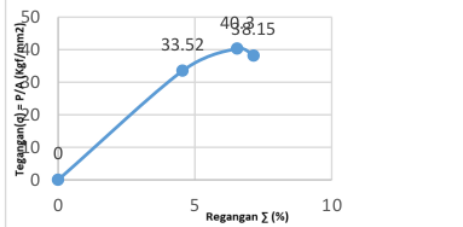


Grafik 4. Grafik Tegangan Regangan Baja ST37 dan ST42 dengan variasi putaran 1000 Rpm dan waktu 30 detik

Berdasarkan tabel serta gambar yang tertera diatas dapat diketahui bahwa nilai tegangan teknik baja ST37 yang digabungkan dengan baja ST42 dari hasil 2 spesimen yang di ambil rata-rata adalah sebesar 41,04 Kg/mm², dan nilai regangan teknik maksimum tertinggi 8,75%.

Table 7. Data Hasil Uji Tarik dari Baja ST37 dengan ST42 dengan variasi 880 Rpm dan waktu 30 detik

No.	Tegangan dan Regangan Teknik	Hasil
1	Tegangan Teknik (σ_t yield), Kgf/mm^2	33,52
2	Tegangan Teknik (σ_t maximum), Kgf/mm^2	40,3
3	Tegangan Teknik (σ_t putus), Kgf/mm^2	38,15
4	Regangan Teknik (ϵ_t yield) %	4,55
5	Regangan Teknik (ϵ_t maximum) %	6,55
6	Regangan Teknik (ϵ_t putus) %	7,15

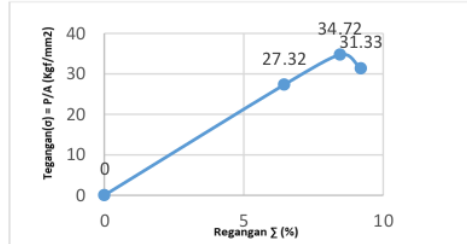


Grafik 5. Grafik Tegangan Regangan Baja ST37 dan ST42 dengan variasi putaran 880 Rpm dan waktu 30 detik

Berdasarkan tabel serta gambar yang tertera diatas dapat diketahui bahwa nilai tegangan teknik baja ST37 yang digabungkan dengan baja ST42 dari hasil 2 spesimen yang di ambil rata-ratanya adalah sebesar 40,3 Kgf/mm^2 , dan nilai regangan teknik maksimum tertinggi 6,55%.

Table 8. Data Hasil Uji Tarik dari Baja ST37 dengan ST42 dengan variasi 1500 Rpm dan waktu 20 detik

No.	Tegangan dan Regangan Teknik	Hasil
1	Tegangan Teknik (σ_t yield), Kgf/mm^2	27,34
2	Tegangan Teknik (σ_t maximum), Kgf/mm^2	34,72
3	Tegangan Teknik (σ_t putus), Kgf/mm^2	31,33
4	Regangan Teknik (ϵ_t yield) %	6,45
5	Regangan Teknik (ϵ_t maximum) %	8,45
6	Regangan Teknik (ϵ_t putus) %	9,2

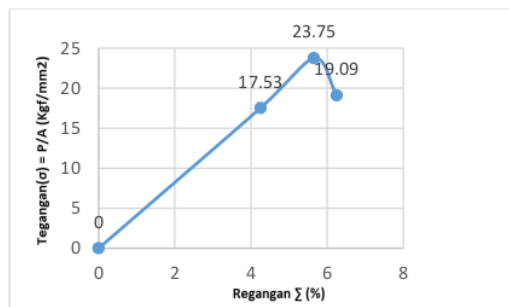


Grafik 6. Grafik Tegangan Regangan Baja ST37 dan ST42 dengan variasi putaran 1500 Rpm dan waktu 20 detik

Berdasarkan tabel serta gambar yang tertera diatas dapat diketahui bahwa nilai tegangan teknik baja ST37 yang digabungkan dengan baja ST42 dari hasil 2 spesimen yang di ambil rata-ratanya adalah sebesar 34,72 Kgf/mm^2 , dan nilai regangan teknik maksimum tertinggi 8,45%.

Table 9. Data Hasil Uji Tarik dari Baja ST37 dengan ST42 dengan variasi 1000 Rpm dan waktu 20 detik

No.	Tegangan dan Regangan Teknik	Hasil
1	Tegangan Teknik (σ_t yield), Kgf/mm^2	17,53
2	Tegangan Teknik (σ_t maximum), Kgf/mm^2	23,75
3	Tegangan Teknik (σ_t putus), Kgf/mm^2	19,09
4	Regangan Teknik (ϵ_t yield) %	4,25
5	Regangan Teknik (ϵ_t maximum) %	5,65
6	Regangan Teknik (ϵ_t putus) %	6,25



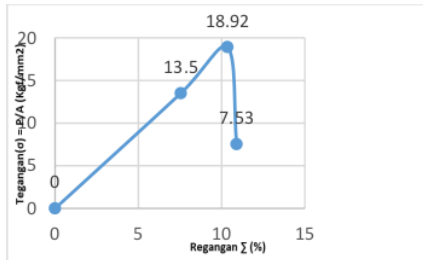
Grafik 7. Grafik Tegangan Regangan Baja ST37 dan ST42 dengan variasi putaran 1000 Rpm dan waktu 20 detik

Berdasarkan tabel serta gambar yang tertera diatas dapat diketahui bahwa nilai tegangan teknik baja ST37

yang digabungkan dengan baja ST42 dari hasil 2 spesimen yang di ambil rata-ratanya adalah sebesar 23,75 Kg/mm², dan nilai regangan teknik maksimum tertinggi 5,65%.

Table 10. Data Hasil Uji Tarik dari Baja ST37 dengan ST42 dengan variasi 880 Rpm dan waktu 20 detik

No.	Tegangan dan Regangan Teknik	Hasil
1	Tegangan Teknik (σ yield), Kg/mm ²	13,5
2	Tegangan Teknik (σ maximum), Kg/mm ²	18,92
3	Tegangan Teknik (σ putus), Kg/mm ²	7,53
4	Regangan Teknik (ϵ yield) %	7,55
5	Regangan Teknik (ϵ maximum) %	10,35
6	Regangan Teknik (ϵ putus) %	10,9



Grafik 8. Grafik Tegangan Regangan Baja ST37 dan ST42 dengan variasi putaran 1000 Rpm dengan waktu 20 detik

Berdasarkan tabel serta gambar yang tertera diatas dapat diketahui bahwa nilai tegangan teknik baja ST37 yang digabungkan dengan baja ST42 dari hasil 2 spesimen yang di ambil rata-ratanya adalah sebesar 18,92 Kg/mm², dan nilai regangan teknik maksimum tertinggi 10,35%.

Table 11. Hasil pengujian tarik baja komersial sesudah pengelasan dengan variasi.

No	Spesimen	Yield Strength, kg/m ²	Ultimate Tensile Strength, kg/m ²	Beban Putus, kg/m ²

			kg/m ²	
1	Tanpa Pengelasan ST37	57,98	66,31	59,64
2	Tanpa pengelasan ST42	56,81	67,36	58,43
3	ST37 dan ST42 putaran 1500 Rpm waktu 30 detik	33,66	41,62	36,07
4	ST37 dan ST42 putaran 1000 Rpm waktu 30 detik	26,65	41,04	31,49
5	ST37 dan ST42 putaran 880 Rpm waktu 30 detik	33,52	40,3	38,15
6	ST37 dan ST42 putaran 1500	27,32	34,72	31,33

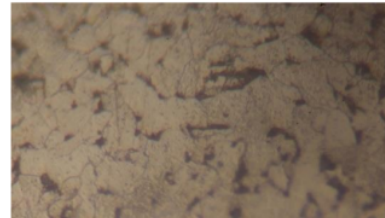
	Rpm waktu 20 detik			
7	ST37 dan ST42 putaran 1000 Rpm waktu 20 detik	17,53	23,75	19,09
8	ST37 dan ST42 putaran 880 Rpm waktu 20 detik	13,5	18,92	7,53

dengan nilai 40,26 kg/mm², dan untuk waktu 20 detik dengan 1500 Rpm mendapatkan nilai kekuatan Tarik 34,72kg/mm². hasil ini menunjukkan adanya perbedaan nilai kekuatan tarik baja ST37 dan ST42 antara tanpa dan sesudah pengelasan dengan variasi putaran dan waktu.

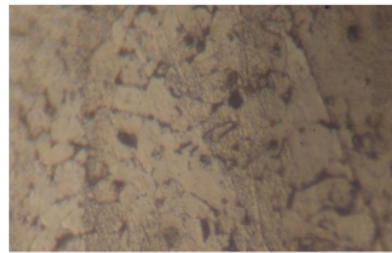
Hasil uji mikro

Pengujian ini dilakukan di Lab Metalografi Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

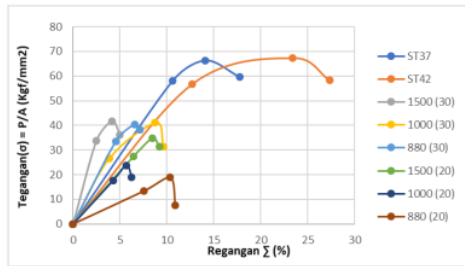
1. Struktur Mikro Spesimen St42 Setelah Proses Pengelasan gesek 30 detik dan 1500 Rpm.



2. Struktur Mikro Spesimen St42 Setelah Proses Pengelasan gesek 30 detik dan 1000 Rpm.

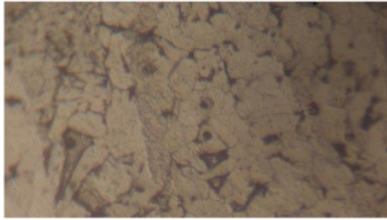


3. Struktur Mikro Spesimen St42 Setelah Proses Pengelasan gesek 30 detik dan 880 Rpm.

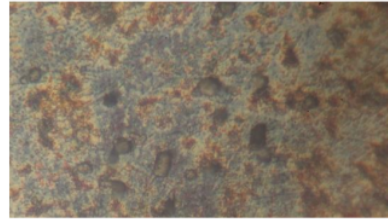


Grafik 9. Grafik Tegangan Regangan uji tarik baja ST37 dan ST42 dengan semua variasi waktu dan putaran.

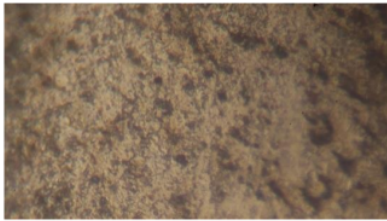
Berdasarkan tabel serta gambar yang tertera diatas dapat diketahui bahwa nilai tarik baja ST37 dan ST42 tanpa pengelasan mendapatkan nilai kekuatan tarik serbesar 66,31 kg/mm² 67,36 kg/mm². Nilai uji tarik terbesar setelah proses pengelasan dengan variasi waktu dan putaran terdapat pada variasi 1500 Rpm dan waktu 30 detik



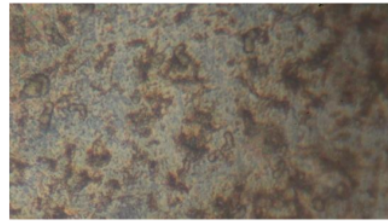
4. Struktur Mikro Spesimen St37 Setelah Proses Pengelasan gesek 30 detik dan 1500 Rpm.



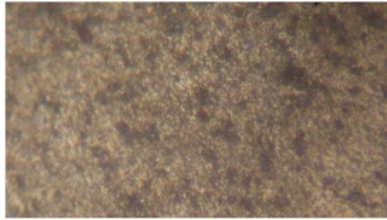
8. Struktur Mikro Spesimen St42 Setelah Proses Pengelasan gesek 20 detik dan 1000 Rpm.



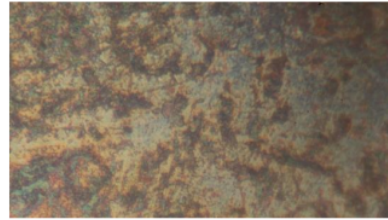
5. Struktur Mikro Spesimen St37 Setelah Proses Pengelasan gesek 30 detik dan 1000 Rpm.



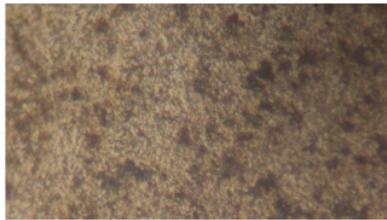
9. Struktur Mikro Spesimen St42 Setelah Proses Pengelasan gesek 20 detik dan 880 Rpm.



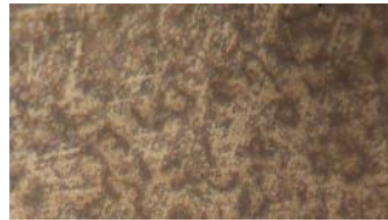
6. Struktur Mikro Spesimen St37 Setelah Proses Pengelasan gesek 30 detik dan 880 Rpm.



10. Struktur Mikro Spesimen St37 Setelah Proses Pengelasan gesek 20 detik dan 1500 Rpm.



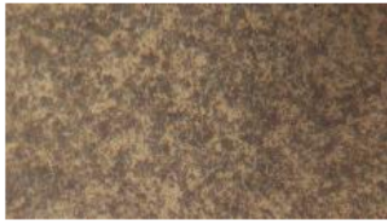
7. Struktur Mikro Spesimen St42 Setelah Proses Pengelasan gesek 20 detik dan 1500 Rpm.



11. Struktur Mikro Spesimen St37 Setelah Proses Pengelasan gesek 20 detik dan 1000 Rpm.



12. Struktur Mikro Spesimen St37 Setelah Proses Pengelasan gesek 20 detik dan 880 Rpm.



Bisa dilihat gambar di atas bahwa struktur yang terbentuk dari pengelasan gesek pada bahan ST 42 dan ST37 adalah austenitik yang pada dasarnya sifatnya keras, sehingga pada daerah sambungan las menjadi bersifat getas.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil analisa data pengaruh sesudah maupun sebelum pengelasan gesek rotary pada baja ST37 dan ST42 dengan variasi Waktu dan Putaran dapat diambil kesimpulan menjadi berikut :

1. Didapatkan nilai tarik baja ST37 dan ST42 tanpa pengelasan menghasilkan nilai kekuatan tarik $66,31 \text{ kg/mm}^2$ $67,36 \text{ kg/mm}^2$. Nilai hasil uji tarik terbesar proses pengelasan gesek rotary dengan variasi waktu dan putaran didapat pada variasi 1500 Rpm dan waktu 30 detik dengan nilai $40,26 \text{ kg/mm}^2$, dan untuk waktu 20 detik dengan 1500 Rpm mendapatkan nilai kekuatan tarik $34,72 \text{ kg/mm}^2$.

Dalam hal ini menunjukkan bahwa adanya perbedaan nilai kekuatan tarik baja ST37 dan ST42 antara tanpa dan sesudah proses pengelasan dengan variasi putaran dan waktu.

2. Pada hasil pengujian mikro struktur terdapat butiran austenit pada sambungan pengelasan sehingga sifatnya getas. Pada daerah material ST37 dan ST42 struktur material adalah ferrit yang sifatnya lunak.
3. Dari hasil penelitian terhadap baja ST37 dan ST42 bahwa pengelasan Gesek (*friction welding*) dengan waktu dan putaran Rpm dapat mengubah sifat mekanis.

Saran

1. Gunakan alat pelindung diri dalam melakukan pengelasan supaya mengurangi presentase angka kecelakaan kerja.
2. Untuk penelitian selanjutnya gunakan waktu dan putaran yang sama dengan menambah variasi diameter.

REFERENSI

- 7 Wiryosumarto, H dan Okumura, T. 2004. Teknologi Pengelasan Logam. Cetakan 9. Penerbit Pradnya Paramita. Jakarta.
- 5 Satoto, Ibnu. 2002. Kekuatan Tarik, Struktur Mikro, dan Struktur Makro Lasan Stainless Steel Dengan Las Gesek (*friction welding*). Yogyakarta. Universitas Muhammadiyah.

9

Siswanto, S.T. dan Sofan Amri, S.Pd. 2011,
"Konsep Dasar Teknik Las Teori
Dan Praktek" Hal 21, Jakarta.

Analisa Sambungan Las Gesek Rotary Material Baja ST 37 dan ST 42

ORIGINALITY REPORT

13%

SIMILARITY INDEX

13%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

3%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	idec.ft.uns.ac.id Internet Source	5%
2	jurnal.poliupg.ac.id Internet Source	2%
3	docplayer.info Internet Source	1%
4	Submitted to Universitas Negeri Surabaya The State University of Surabaya Student Paper	1%
5	core.ac.uk Internet Source	1%
6	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	1%
7	123dok.com Internet Source	1%
8	docobook.com Internet Source	1%

repository.pip-semarang.ac.id

9

Internet Source

<1 %

10

www.scribd.com

Internet Source

<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off