

ANALISIS PENGARUH PERLAKUAN PENDINGINAN DAN NON PENDINGINAN DENGAN VARIASI KUAT ARUS TERHADAP KEKUATAN TARIK HASIL PENGELASAN BESI SS 304

Syarifuddin Tanjung¹, Priyagung Hartono², Mochammad Basjir³

¹Universitas Islam Malang,

email: mlgtanjung@gmail.com

²Universitas Islam Malang,

email: priyagung@unisma.ac.id

³Universitas Islam Malang,

email: m.basjir@unisma.ac.id

ABSTRAK

Proses dalam pembangunan konstruksi selalu berkesinambungan dengan proses pengelasan yang berguna dalam penyambungan atau modifikasi pada logam. Infrastruktur menggunakan logam di zaman modern sekarang secara umum menggunakan pengelasan sebagai rancangan infrastruktur, penyambungan las mempunyai banyak variasi cara, alat dan teknik untuk memperoleh sambungan las yang sempurna. Teknik pengelasan dalam infrastruktur digunakan dalam alat transportasi, konstruksi jembatan dan rangka baja. Metode dalam penelitian ini yang digunakan adalah metode eksperimental (*experimental method*) Bahan yang digunakan adalah besi SS 304 dengan proses SMAW, elektroda yang digunakan NSN 308 dengan arus pengelasan 70 A, 80 A, dan 90 A, posisi pengelasan menggunakan posisi mendatar dan bawah tangan (1G). tegangan paling tinggi terdapat pada media pendingin air radiator dengan kuat arus 70 A yaitu sebesar 330,558 N/mm² dan tegangan paling rendah terdapat pada media pendingin udara bebas dengan kuat arus 90 A yaitu sebesar 282,51 N/mm². Regangan paling tinggi terdapat pada media pendingin udara bebas dengan kuat arus 70 A yaitu sebesar 0,27273 sedangkan regangan paling rendah terdapat pada media pendingin udara 0,18757. Modulus elastisitas paling tinggi didapat pada media pendingin air radiator dengan kuat arus 70 A yaitu sebesar 163,626 kg/mm² dan modulus elastisitas paling rendah terdapat pada media pendingin udara bebas dengan kuat arus 70 A yaitu sebesar 106,631 kg/mm². Hasil uji tarik dipengaruhi variasi kuat arus dan media pendingin karena dapat mempengaruhi kekerasan besi SS 304.

Kata Kunci: Las ; Besi SS 304 ; SMAW ; Uji Tarik ; Pendinginan ; Air Radiator

ABSTRACT

The process in construction construction is always continuous with the process of applying which is useful in joining or modifying metals. Infrastructure uses metal in modern times nowadays generally uses welding as an infrastructure design, welding joints have many variations of ways, tools and techniques to obtain perfect weld joints. Welding techniques in infrastructure are used in transportation tools, bridge construction and steel frames. The method used in this study is an experimental method, the material used is SS 304 iron with the SMAW process, the electrode used is NSN 308 with a welding current of 70 A, 80 A, and 90 A, welding position using horizontal and underhand position (1G). The highest voltage is found in the radiator water cooling medium with a current strength of 70 A, which is 330.558 N/mm² and the lowest voltage is found in the free air cooling medium with a current strength of 90 A, which is 282.51 N/mm². The highest strain is found in the free air conditioning medium with a current strength of 70 A, which is 0.27273 while the lowest strain is found in the air conditioning medium 0.18757. The highest modulus of elasticity was obtained in the radiator water cooling medium with a current strength of 70 A, which was 163.626 kg/mm² and the lowest modulus of elasticity was found in the free air cooling medium with a current strength of 70 A, which was 106.631 kg/mm². The results of the tensile test are influenced by strong variations in current and cooling media because they can affect the hardness of SS 304 iron

Keyword : Las; SS 304 Iron ; SMAW ; Tensile Test; Cooling; Air Radiator

PENDAHULUAN

Proses dalam pembangunan konstruksi selalu berkesinambungan dengan proses pengelasan yang berguna dalam penyambungan atau modifikasi pada logam. Infastruktur menggunakan logam di zaman modern sekarang secara umum menggunakan pengelasan sebagai rancangan infastruktur, penyambungan las mempunyai banyak variasi cara, alat dan teknik untuk memperoleh sambungan las yang sempurna[1][2]. Teknik pengelasan dalam infastruktur digunakan dalam alat transportasi, konstruksi jembatan dan rangka baja. Penyambungan las dipengaruhi oleh proses pembuatan, alat dan bahan pengelasan, pemilihan las, teknik pengelasan dan pemilihan elektroda menjadi patokan utama dalam hasil penyambungan pengelasan[3][4].

Pengelasan terdapat tiga yakni las cair, las tekan dan patri[5][6]. Las cair yaitu spesimen yang akan dihubungkan dilelehkan dengan sumber energi panas yaitu las busur listrik, gas[7][8]. Las busur terdapat empat yakni las busur electrode tertutup, las busur TIG, MIG, CO², las busur listrik tanpa gas dan las busur listrik rendaman. Jenis las elektroda tertutup menggunakan teknik salah satunya yakni SMAW (*Shielding Metal Arc Welding*)[9][10].

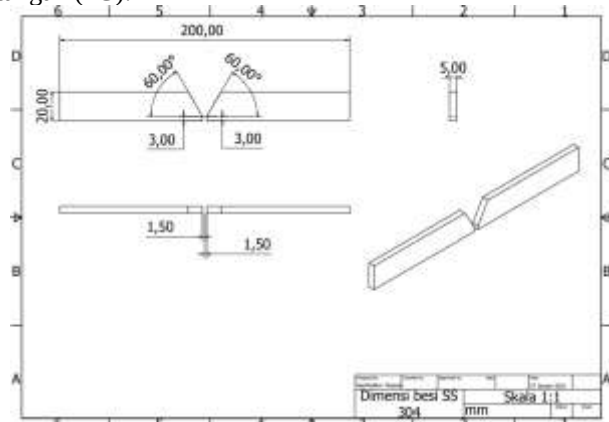
Teknik pengelasan SMAW berdasarkan arus terdapat 3 cara yaitu mesin las arus searah (DC) dan mesin las arus dua arah (AC) dan mesin las arus ganda yakni mengkombinasikan mesin las arus AC dan DC[11]. Mesin las arus DC menggunakan 2 cara yakni polaritas lurus dan polaritas terbalik[12]. Mesin las DC polaritas(DC-) digunakan jika titik cair bahan tinggi dan memiliki penampung besar, elektroda dengan kutub negative dan logam induk disambungkan ke kutub positif[13]. Mesin las DC polaritas terbalik(DC+) digunakan titik cair bahan rendah dan penampung kecil, elektroda disambungkan dengan kutub positif dan logam induk disambungkan ke kutub negatif[14][15]. DC polaritas negatif dan positif ditentukan berdasarkan elektroda yang digunakan[16].

METODE

Metode dalam penelitian ini yang digunakan adalah metode eksperimental (*experimental method*). Jenis penelitian ini digunakan untuk menguji pengaruh suatu perlakuan atau desain baru terhadap proses. Pengaruh dari beberapa perlakuan yang berbeda terhadap suatu percobaan akan dibandingkan sehingga diperoleh suatu kejadian yang saling berhubungan. Dengan cara ini akan diuji pengaruh pengelasan dengan kuat arus 70A, 80A, 90A terhadap uji tarik dengan variasi pendinginan air radiator dan udara bebas.

Logam yang digunakan adalah SS 304 pada proses pengelasan menggunakan teknik SMAW dengan cairan pendingin air radiator dan udara bebas. Waktu dan tempat penelitian bertempat di Laboratorium Politeknik Negeri Malang dan Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Malang dengan waktu 18 oktober 2024

hingga 22 oktober 2022. Bahan yang digunakan adalah besi SS 304 dengan proses SMAW, elektroda yang digunakan NSN 308 dengan arus pengelasan 70 A, 80 A, dan 90 A, posisi pengelasan menggunakan posisi mendatar dan bawah tangan (1G).



Gambar 1. Dimensi Spesimen



Gambar 2. Alat Uji Tarik

1. Prosedur Penelitian

Studi literatur bertujuan untuk penelitian berjalan sesuai rencana dengan literatur berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu, persiapan alat dan bahan penelitian menggunakan SS 304 dengan pendingin air radiator dan udara bebas dengan pengelasan 70 A, 80 A dan 90 A. Pengujian Uji Tarik dengan las SMAW dan pengolahan data yaitu tegangan, regangan dan modulus elastisitas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan menghasilkan beberapa data uji tarik berdasarkan pembebanan dan pertambahan panjang.

Tabel 1. Data Uji Tarik Pembebanan (Kg)

Kuat Arus	No	70A	80A	90A
Air Radiator	1	3778,8	3134,6	3263
	2	2917,2	3105,4	3212
	3	3412,8	3248,4	2925,8
Jumlah		10108,8	9488,4	9400,8
Rata-Rata		3369,6	3162,8	3133,6
Udara Bebas	1	2350,4	2697,8	2786,8
	2	3235,6	2965,8	2973,8
	3	3135,7	2995,9	2878,9

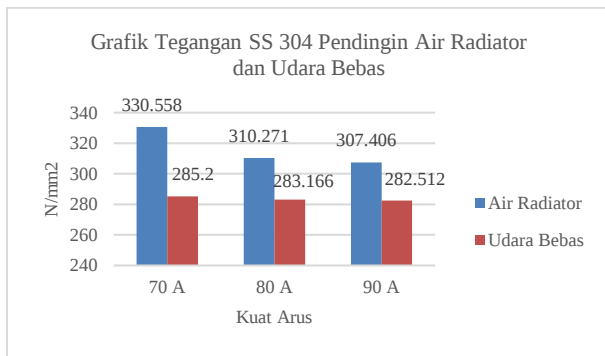
Jumlah	8721,7	8659,5	8639,5
Rata-Rata	2907,233	2886,5	2879,833

Tabel 2. Hasil Pertambahan Panjang (mm)

Kuat Arus	No	70A	80A	90A
Pendingin	1	42,37	40,39	54,23
	2	42,59	51,38	61,48
	3	38,64	51,98	40,62
Jumlah		123,6	143,75	156,33
Rata-Rata		41,2	47,91667	52,11
Air Radiator	1	54,45	47,87	31,61
	2	55,32	51,81	39,96
	3	53,87	49,98	40,97
Jumlah		163,64	149,66	112,54
Rata-Rata		54,54667	49,88667	37,51333

Tabel 3. Hasil Perhitungan Tegangan (MPa)

Kuat Arus	70A	80 A	90 A
Pendingin			
Air Radiator	330,5578	310,2707	307,4062
Udara Bebas	285,1996	283,1657	282,5117



Gambar 3. Grafik Tegangan SS 304

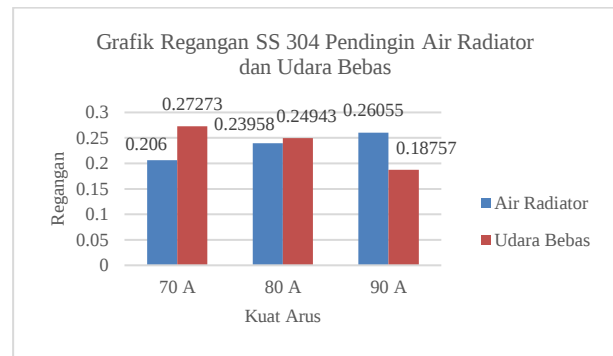
Tegangan dari hasil sambungan las spesimen SS 304 dari media pendingin air radiator lebih tinggi daripada media pendingin udara bebas karena konduktivitas termal air radiator memiliki konduktivitas termal yang lebih baik daripada udara. Air yang terserap dan mendistribusikan panas lebih efektif, membantu menjaga suhu las tetap stabil. Air radiator lebih padat daripada udara dapat menampung lebih banyak energi panas. Tegangan meningkat karena suhu dan tekanan yang lebih tinggi di area las. Pendinginan yang cepat menyebabkan perubahan struktural yang lebih signifikan, sehingga meningkatkan tegangan. Reaksi kimia air radiator dapat berinteraksi dengan benda uji pengelasan, menyebabkan pembentukan oksida atau senyawa lain yang dapat mempengaruhi sifat mekanik dan meningkatkan tegangan. Difusi gas pada media pendingin udara, gas-gas yang terbentuk selama proses pengelasan partikel pada SS 304 menyebar, sedangkan pada air radiator gas terjebak, menyebabkan

peningkatan tekanan dan tegangan.

Semakin tinggi kuat arus dalam sambungan las dapat menyebabkan tegangan semakin rendah karena hukum Ohm dalam pengelasan, hukum Ohm dapat diterapkan. Kuat arus meningkat dan hambatan tetap atau menurun, maka tegangan dapat berkurang. Arus yang lebih tinggi dapat mengakibatkan penurunan resistansi efektif di sekitar area las. Kuat arus yang tinggi menghasilkan lebih banyak panas di area las dapat menyebabkan metal leleh lebih dalam, yang bisa memperluas area las dan mengurangi konsentrasi tegangan pada titik tertentu.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Regangan

Kuat Arus	70A	80 A	90 A
Pendingin			
Air Radiator	0,206	0,23958	0,26055
Udara Bebas	0,27273	0,24943	0,18757



Gambar 4. Grafik Regangan SS 304

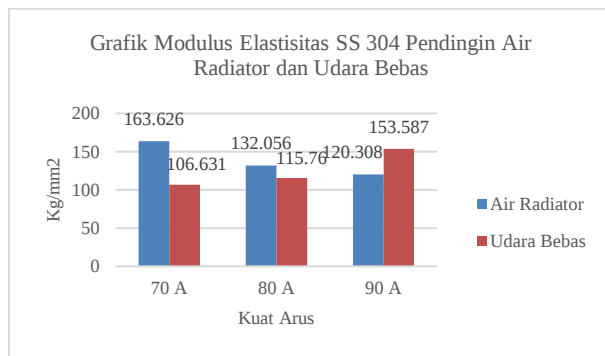
Sambungan las pada SS 304 pada media pendingin air radiator mengalami peningkatan regangan karena air radiator sebagai media pendingin memiliki kapasitas untuk menyerap panas lebih cepat dibandingkan udara. Pendinginan yang cepat dapat menyebabkan material di sekitar sambungan las menyusut lebih cepat, yang menghasilkan regangan. Proses pendinginan yang cepat dapat menyebabkan perubahan pada struktur mikro material. Pembentukan fase-fase baru dalam struktur mikro dapat menyebabkan peningkatan regangan karena ketidakcocokan dalam sifat material. Suhu yang berbeda terhadap material yang terdapat las dan material dapat menciptakan tegangan residual. Tegangan dapat menyebabkan regangan, sambungan tidak dapat beradaptasi dengan perubahan. Arus pengelasan meningkat menyebabkan banyak panas yang dihasilkan di area las. Pendinginan air radiator dapat menyebabkan peningkatan regangan karena perbedaan suhu yang cepat.

Sambungan las pada media pendingin udara bebas mengalami regangan lebih rendah karena pendinginan yang lambat menyebabkan penyebaran panas yang merata, panas dapat disebar lebih merata di area las sehingga tegangan residual dan regangan berkurang. Proses pendinginan yang

lebih lambat menyebabkan struktur mikro material untuk tetap stabil dan tidak mengalami perubahan drastis sehingga menyebabkan pengurangan regangan pada sambungan lain.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Modulus Elastisitas (Kg/mm^2)

Kuat Arus Pendingin	70A	80 A	90 A
Air Radiator	163,6261	132,056	120,308
Udara Bebas	106,631	115,76	153,587



Gambar 5. Grafik Modulus Elastisitas SS 304

Modulus elastisitas sambungan las pada SS 304 media pendingin air radiator dapat mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya kuat arus karena kuat arus yang lebih tinggi menghasilkan lebih banyak panas selama proses pengelasan. Suhu yang lebih tinggi dapat menyebabkan material mendekati suhu leleh, yang mengurangi kekuatan dan kekakuan material. Proses pengelasan dengan arus tinggi dapat menyebabkan pembentukan fase yang lebih lembek. Perubahan ini dapat mengurangi kekakuan material dan, akibatnya, menurunkan modulus elastisitas. Pemanasan yang berlebihan dapat menyebabkan kekosongan dalam material las sehingga menurunkan kekuatan benda uji. Air radiator yang mendinginkan lebih cepat, arus tinggi dapat menyebabkan perubahan suhu yang mendadak. Proses pendinginan air radiator yang cepat menghasilkan struktur mikro lebih rapuh dan mengurangi modulus elastisitas.

Sambungan las pada media pendingin udara bebas dapat meningkatkan modulus elastisitas seiring dengan meningkatnya kuat arus karena beberapa alasan arus yang lebih tinggi dapat menghasilkan suhu yang optimal untuk proses pengelasan. Densitas yang lebih tinggi biasanya berhubungan dengan modulus elastisitas yang lebih tinggi.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa tegangan paling tinggi terdapat pada media pendingin air radiator dengan kuat arus 70 A yaitu sebesar $330,558 \text{ N/mm}^2$ dan tegangan paling rendah terdapat pada media pendingin udara bebas dengan kuat arus 90 A yaitu sebesar $282,51 \text{ A}$. Regangan paling tinggi

terdapat pada media pendingin udara bebas dengan kuat arus 70 A yaitu sebesar $0,27273$ sedangkan regangan paling rendah terdapat pada media pendingin udara $0,18757$. Modulus elastisitas paling tinggi didapat pada media pendingin air radiator dengan kuat arus 70 A yaitu sebesar $163,626 \text{ kg/mm}^2$ dan modulus elastisitas paling rendah terdapat pada media pendingin udara bebas dengan kuat arus 70 A yaitu sebesar $106,631 \text{ kg/mm}^2$.

Tegangan sambungan las dengan media air radiator lebih tinggi daripada media pendingin udara bebas karena pendinginan air radiator yang lebih cepat, perbedaan tegangan, regangan dan modulus elastisitas disebabkan oleh kekerasan besi SS 304. Hasil uji tarik dipengaruhi variasi kuat arus dan media pendingin karena dapat mempengaruhi kekerasan besi SS 304

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Arifah and S. Ruswanto, "Efek Post Weld Heat Treatment terhadap Sifat Mekanik AISI 316 Hasil Pengelasan GTAW," *J. Mek. Terap.*, vol. 1, no. 2, pp. 81–87, 2020.
- [2] Azwinur, A. Saputra Ismy, R. Nanda, and Ferdiansyah, "Pengaruh arus pengelasan SMAW terhadap kekuatan sambungan las double lap joint pada material AISI 1050," *J. Weld. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–7, 2020.
- [3] A. Rahmatika, E. Sutarto, and A. C. Arifin, "Pengujian Merusak Pada Kualifikasi Prosedur Las Plat Baja Karbon SA-36 dengan Proses Pengelasan SMAW Berdasarkan Standar ASME Section IX," *J. Vokasi Teknol. Ind.*, vol. 3, no. 1, pp. 24–30, 2021.
- [4] B. Yunianto, P. Wicaksana, J. Sudharto, K. UNDIP Tembalang, and J. Tengah, "Analisis Cacat Hasil Pengelasan Pada Pipa ASTM A106 Grade B Menggunakan Magnetic Particle Test dan Liquid Penetrant Test di Workshop Las dan Inspeksi PPSDM Migas Cepu," *Rotasi*, vol. 25, no. 2, pp. 54–60, 2023.
- [5] C. D. Setia and E. Pranatal, "Analisa Cacat Pengelasan Smaw Pada Posisi 2G Pada Baja Material a36 Dengan Variasi Arus Dan Sudut Pengelasan," *J. Sumberd. Bumi Berkelanjutan*, vol. 1, no. 1, pp. 257–263, 2022.
- [6] H. Helanianto, E. Epriyandi, and H. Rahmadi, "Pengaruh Variasi Arus Pengelasan Smaw Terhadap Kekerasan Logam Induk Dan Logam Las," *Elem. J. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 2, pp. 138–147, 2020.
- [7] M. B. Anthony, "Analisis Postur Pekerja Pengelasan Di CV. XYZ dengan Metode Rapid Entire Body Assessment (REBA)," *JATI UNIK J. Ilm. Tek. dan Manaj. Ind.*, vol. 3, no. 2, pp. 128–139, 2020.
- [8] A. Khumaidi and R. L. Pradana, "Identifikasi Penyebab Cacat Pada Hasil Pengelasan Dengan Image Processing Menggunakan Metode Yolo," *J.*

Tek. Elektro dan Komput. TRIAC, vol. 9, no. 3, pp. 107–112, 2022.

- [9] Basuki, Retno Eka P, M. Munib Rosadi, Fajar Satriya Hadi, and Minto, “Pelatihan Pengelasan Pemuda Karang Taruna Di Desa Ngampel Ngusikan Jombang,” *ABIDUMASY J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 1, no. 1, pp. 24–28, 2020.
- [10] O. D. Nata, M. Hidayat, and S. A. Rohman, “Analisis Kekuatan Uji Bending Pengelasan Shielded Metal Arc Welding (Smaw) Material Ss400 Menggunakan Kawat Las E6013 Berbagai Variasi Arus Listrik,” *Hexag. J. Tek. dan Sains*, vol. 2, no. 1, pp. 12–15, 2021.
- [11] Y. Pratama, M. Basuki, D. Erifive Pranatal, and J. Teknik Perkapalan FTMK-ITATS Jl Arief Rachman Hakim, “Pada Material Baja Kapal Ss 400 Terhadap Cacat Pengelasan,” *J. Sumberd. Bumi Berkelanjutan*, vol. 2, no. 1, pp. 1–7, 2020.
- [12] S. Suherman, H. D. Kuncoro, I. Abdullah, and S. Mizhar, “Analisa Hasil Pengelasan Baja SA333 Grade 6 Untuk Aplikasi PLTN,” *J. Pengemb. Energi Nukl.*, vol. 22, no. 1, pngga. 9, 2020.
- [13] W. Marthiana, Y. Mahyoedin, D. Duskiardi, and A. Rahim, “Analisa Pengaruh Variasi Arus Listrik Pengelasan Terhadap Kekuatan Sambungan Pengelasan MIG Pada Material ST 37,” *J. Kaji. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 2, pp. 140–144, 2020.
- [14] E. Tarigan, A. Sebayang, L. Tarigan, and F. Fahmi Hassan, “Analisa Perbandingan Kekuatan Tarik Material Baja Hardox Steel 450 dengan Mild Steel pada Pengelasan SMAW,” *J. Pendidik. Tambusa*, vol. 7, no. 2, pp. 3708–3715, 2023.
- [15] A. Irawan, “ANALYSIS OF DEFECTS RESULTING FROM SMAW WELDING ON STEEL CARBON ST 41 WITH COOLING VARIATIONS,” vol. 6, no. 1, pp. 1440–1452, 2024.
- [16] E. Prasurya, “Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kuat Tarik Material pada Stainless Steel 304 Hasil Las,” *Papsel Eng. Sci. Technol.*, vol. 01, no. 1, pp. 1–6, 2024.