

Pengaruh Variasi Diameter *Filler* Dan Kuat Arus Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan SMAW Material Stainless Steel 304

¹Dimas Adi Perwira, ²Henry Widya Prasetya, ³Muh. Adib Kurniawan

^{1,2}Program Studi Teknologi Mekanika Perkeretaapian,

³Program Studi Teknologi Bangunan Dan Jalur Perkeretaapian,
Politeknik Perkeretaapian Indonesia,

Jalan Tirta Raya, Madiun – Indonesia Telp : (0351) 474777

E-Mail: dimas@ppi.ac.id

Summary

One of the railway facilities uses stainless steel as the main construction material. The method of joining stainless steel materials, especially the most widely used is the SMAW welding technique. The purpose of this study was to determine the tensile strength of SMAW welding joints on stainless steel 304 material with variations in diameter of rod filler as filler material and variations in current from DC inverter electric welding machine. The diameter of rod filler as filler material is 1 mm, 2 mm and 3 mm. The variation of the current of the DC inverter of the electric welding machine is 70 A, 100 A and 120 A. The results show the highest tensile strength of the 304 stainless steel welded connection with an average tensile stress of 34.48 MPa on the current electric welding inverter. 120 A is used and the diameter of the rod filler is 2 mm. And the tensile strength of the welding connection of the 304 stainless steel material is the lowest with an average tensile stress of 17.01 MPa at the electric welding inverter current used is 70 A and the diameter of the rod filler is 3 mm.

Keyword: SMAW welding, filler, current and stainless steel

1. PENDAHULUAN

Salah satu jenis sarana tanpa penggerak dalam dunia perkeretaapian menggunakan bahan *stainless steel* sebagai bahan konstruksi penyusun utamanya. Proses penyambungan material *stainless steel* khususnya yang paling banyak digunakan adalah teknik pengelasan SMAW, sehingga ilmu pengetahuan mengenai proses pengelasan sangatlah penting bagi *welding engineers*, tenaga perawat, tenaga perbaikan dan lain-lain. Pengelasan adalah suatu proses penyambungan, dimana logam yang akan disambung dipanaskan hingga mencapai titik lebur dan dipadukan bersama-sama dengan bahan pengisi (*Filler*). Pada umumnya bahan pengisi dari material yang sama dan akan meleleh bersama dengan material yang akan disambung [6]. *Metal rod filler* yang dimaksud disini adalah sebuah batang dengan material logam sebagai bahan pengisi tambahan pada hasil sambungan pengelasan.

Stainless steel banyak digunakan dalam pembuatan bagian *structural* dan bagian mekanis, seperti konstruksi *carbody* kereta penumpang eksekutif, konstruksi tempat duduk penumpang kereta, konstruksi pada toilet kereta, konstruksi yang menggunakan perancah baja, dan lain-lain. *Stainless steel* merupakan bagian dari baja tahan karat dimana tipe ini mempunyai kandungan

kromium (Cr) sebesar 16-30 % dan mengandung Nikel (Ni) sebesar 8 % [5].

Contoh manfaat proses pengelasan yang sederhana seperti dalam proses manufaktur alat-alat pertanian, perabot rumah tangga dan pembuatan pagar rumah atau tralis dari material logam. Selanjutnya contoh aplikasi yang lebih rumit seperti proses manufaktur kereta, pembuatan rangka pada alat berat atau *frame* pada kendaraan otomotif. Sambungan las merupakan ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilakukan dalam keadaan cair ataupun semi cair (*semi solid*) [1]. Parameter proses pengelasan SMAW yang dapat mempengaruhi hasil sambungan antara lain: pengaturan kuat arus pada inverter mesin las listrik, pemilihan jenis elektroda yang sesuai dengan spesifikasi teknik material induk, pembentukan besar sudut kampuh antara material yang akan disambung, posisi pengelasan, dan lain-lain. Pemilihan parameter dalam proses pengelasan dapat ditentukan berdasarkan pada peningkatan kualitas, jumlah angka produksi, dan efisiensi waktu produksi, serta penurunan biaya produksi.

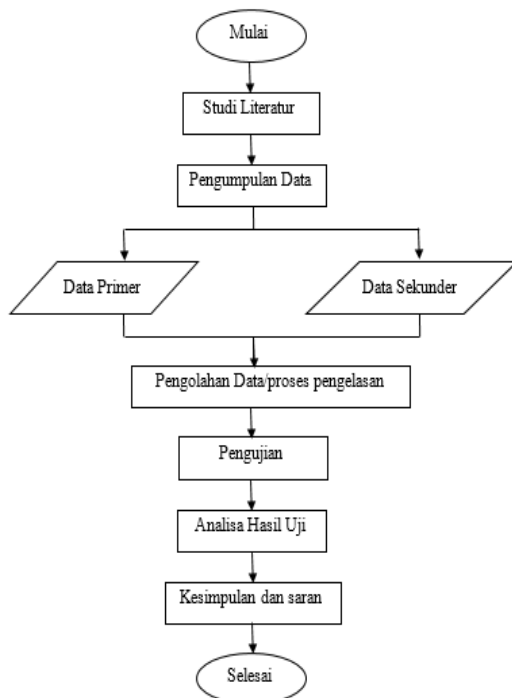
Pertimbangan penggunaan material tambahan sebagai bahan pengisi hasil pengelasan atau *metal rod filler* dari material *stainless steel* untuk proses penyambungan las SMAW, bertujuan untuk meningkatkan efisiensi waktu dan penurunan biaya produksi. Namun metode ini

tetap mengutamakan kualitas sambungan dan hasil kekuatan tarik antar sambungan material induk, dalam penelitian ini menggunakan material *stainless steel* 304.

Oleh karena itu dalam praktek rancangan las harus memperhatikan kesesuaian berdasarkan sifat-sifat logam dasar diantaranya unsur paduan kekuatan tarik dari sambungan dan jenis sambungan yang akan dilas, sehingga hasil dari pengelasan sesuai dengan yang diharapkan [4]. Salah satu topik penelitian di bidang perawatan sarana perkeretaapian yang dapat dilaksanakan adalah pengelasan pada material *stainless steel* 304. Oleh sebab itu sesuai dengan permasalahan proses pengelasan khususnya pada material *stainless steel* maka penelitian ini akan menganalisa tentang: “Pengaruh variasi diameter filler dan kuat arus terhadap kekuatan tarik hasil pengelasan SMAW material *stainless steel* 304”.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksperimental. Metode penelitian ini yaitu melakukan pengamatan untuk mencari data kuantitatif dalam suatu proses melalui penelitian sehingga dapat mengetahui sebab-akibat [6], dimana alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN DISKUSI

Pengelasan (*Welding*) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan. Pengelasan definisi oleh DIN (*Deutsche Industrie Normen*) adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam

atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Atau pengelasan adalah suatu proses penyambungan logam menjadi satu akibat panas atau tanpa pengaruh tekanan atau dapat juga didefinisikan sebagai ikatan metalurgi yang ditimbulkan oleh gaya tarik-menarik antar logam [5].

Las busur listrik elektroda terlindung atau lebih dikenal dengan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) merupakan pengelasan menggunakan busur nyala listrik sebagai panas pencair logam. Busur listrik terbentuk dengan logam induk karena panas yang dihasilkan dari busur listrik sehingga antara logam induk dengan ujung elektroda mencair dan membeku bersama [5].



Gambar 2. DC inverter

Pada Gambar 2 menunjukkan inverter mesin las listrik yang digunakan dalam penelitian ini dengan produk Lakoni Falcon-121GE 120A. Mesin las ini mempunyai spesifikasi teknis sebagai berikut : daya listrik yang dibutuhkan dari listrik PLN atau dari generator set sebesar 900 Watt, Arus output yang bisa diatur sampai 120 Ampere dan Diameter kawat las (*electrode*) mulai diameter 2mm sampai 3,2 mm.



Gambar 3. Elektroda material *stainless steel*

Gambar 3 menunjukkan elektroda khusus material *stainless steel* pada las busur listrik manual (SMAW). Elektroda merupakan kawat las listrik yang terdiri dari inti batang kawat dan dibalut dengan flux. Inti batang kawat ini dan flux akan mencair bersama didalam busur selama proses pengelasan dan membentuk kampuh las.

Pada Gambar 4 menunjukkan *rod filler* dengan bahan material utama adalah *stainless steel*. *Rod filler* ini merupakan bahan pengisi tambahan yang melebur menjadi satu dengan batang elektroda las listrik dan membentuk kampuh las antar sambungan material induk.



Gambar 4. *Rod filler material stainless steel*



Gambar 5. Proses pengelasan

Pada Gambar 5 menunjukkan proses pengelasan listrik (*SMAW*) material induk *stainless steel 304* dengan metode memberi bahan pengisi tambahan *metal rod filler* yang materialnya juga terbuat dari *stainless steel*. Pada Gambar 6 menunjukkan hasil sambungan pengelasan *SMAW* material *stainless steel 304* yang sudah dibentuk specimen uji tarik berdasarkan Standar ASTM E8/E8M – 11 [4].



Gambar 6. Specimen uji tarik

Pengujian Tarik ini merupakan salah satu pengujian yang penting dilakukan, karena dapat memberikan berbagai informasi mengenai sifat-sifat yang terkandung dalam suatu material, seperti *stainless steel 304*. Dengan adanya kurva tegangan regangan kita dapat mengetahui kekuatan Tarik, kekuatan luluh, keuletan, modulus elastisitas, ketangguhan, dan lain-lain. Pada pengujian Tarik juga harus mengetahui dampak pengujian terhadap sifat mekanis dan fisik suatu material [4]. Pada Gambar 7 menunjukkan mesin uji tarik yang digunakan untuk mengetahui kuat tarik hasil sambungan las. Dan Gambar 8 menunjukkan specimen uji tarik yang patah setelah diberikan pembebanan maksimal.

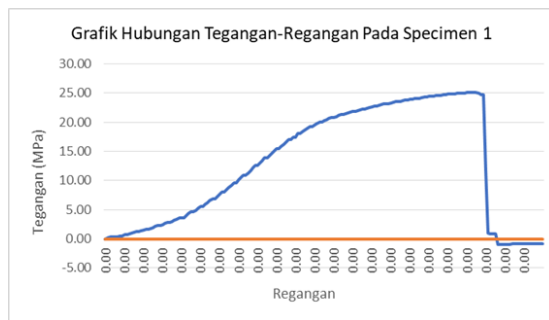


Gambar 7. Mesin uji tarik



Gambar 8. Specimen patah setelah dilakukan uji tarik

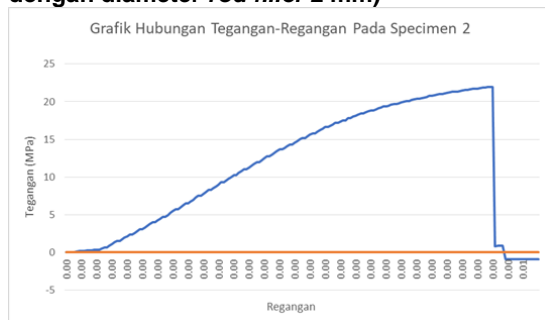
3.1 Specimen 1 (Kuat arus las listrik 70 A dengan diameter rod filler 1 mm)



Gambar 9. Grafik hubungan tegangan-regangan pada specimen 1

Pada Gambar 9 menunjukkan grafik hubungan tegangan-regangan pada kekuatan tarik sebesar 25,13 MPa, pada kuat arus listrik yang diberikan mesin las sebesar 70 A dan diameter filler material stainless steel 1 mm.

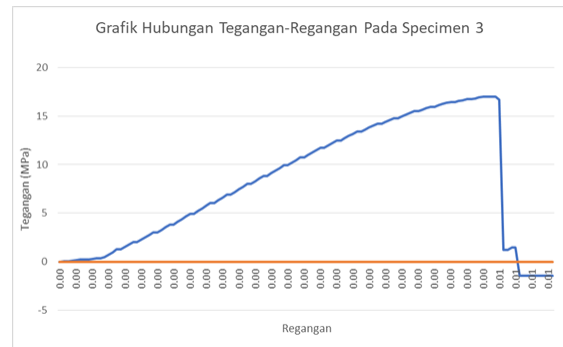
3.2 Specimen 2 (Kuat arus las listrik 70 A dengan diameter rod filler 2 mm)



Gambar 10. Grafik hubungan tegangan-regangan pada specimen 2

Pada Gambar 10 menunjukkan grafik hubungan tegangan-regangan pada kekuatan tarik sebesar 21,92 MPa, pada kuat arus listrik yang diberikan mesin las sebesar 70 A dan diameter filler material stainless steel 2 mm.

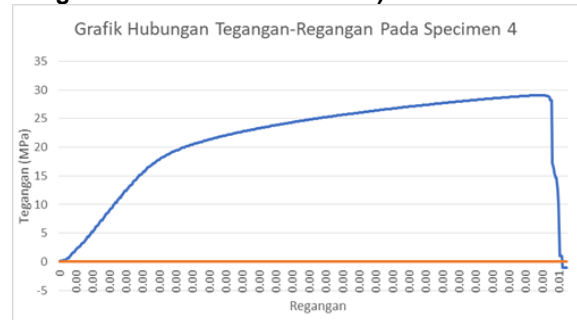
3.3 Specimen 3 (Kuat arus las listrik 70 A dengan diameter rod filler 3 mm)



Gambar 11. Grafik hubungan tegangan-regangan pada specimen 3

Pada Gambar 11 menunjukkan grafik hubungan tegangan-regangan pada kekuatan tarik sebesar 17,01 MPa, pada kuat arus listrik yang diberikan mesin las sebesar 70 A dan diameter filler material stainless steel 3 mm.

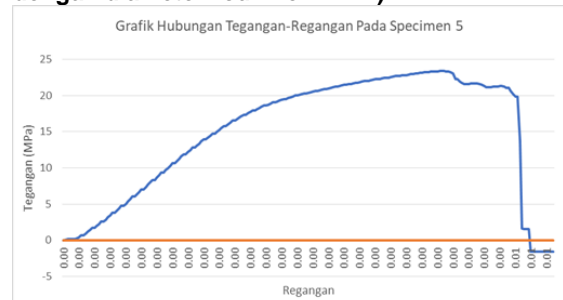
3.4 Specimen 4 (Kuat arus las listrik 100 A dengan diameter rod filler 1 mm)



Gambar 12. Grafik hubungan tegangan-regangan pada specimen 4

Pada Gambar 12 menunjukkan grafik hubungan tegangan-regangan pada kekuatan tarik sebesar 29,08 MPa, pada kuat arus listrik yang diberikan mesin las sebesar 100 A dan diameter filler material stainless steel 1 mm.

3.5 Specimen 5 (Kuat arus las listrik 100 A dengan diameter rod filler 2 mm)

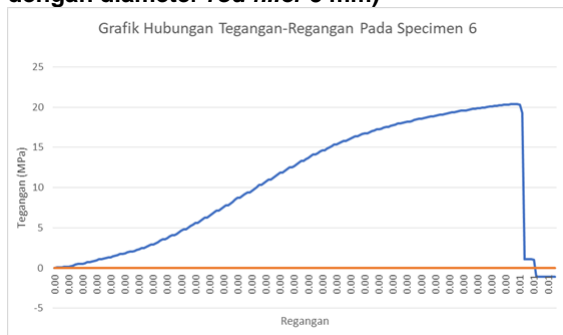


Gambar 13. Grafik hubungan tegangan-regangan pada specimen 5

Pada Gambar 13 menunjukkan grafik hubungan tegangan-regangan pada kekuatan tarik

sebesar 23,35 MPa, pada kuat arus listrik yang diberikan mesin las sebesar 100 A dan diameter filler material stainless steel 2 mm.

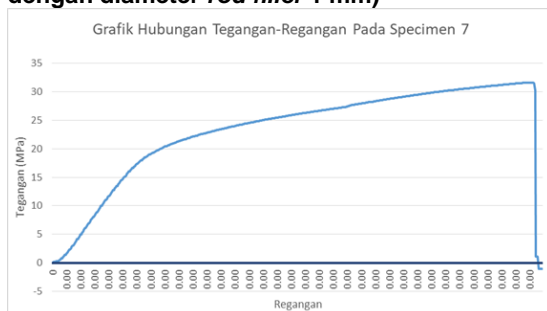
3.6 Specimen 6 (Kuat arus las listrik 100 A dengan diameter rod filler 3 mm)



Gambar 14. Grafik hubungan tegangan-regangan pada specimen 6

Pada Gambar 14 menunjukkan grafik hubungan tegangan-regangan pada kekuatan tarik sebesar 20,37 MPa, pada kuat arus listrik yang diberikan mesin las sebesar 100 A dan diameter filler material stainless steel 3 mm.

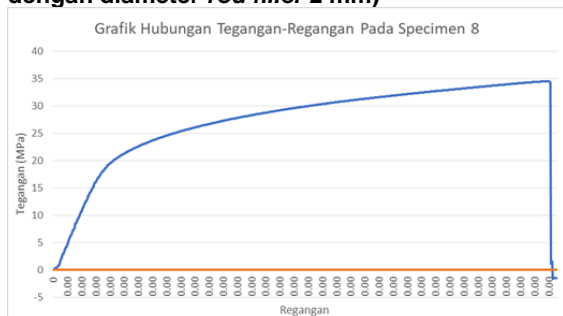
3.7 Specimen 7 (Kuat arus las listrik 120 A dengan diameter rod filler 1 mm)



Gambar 15. Grafik hubungan tegangan-regangan pada specimen 7

Pada Gambar 15 menunjukkan grafik hubungan tegangan-regangan pada kekuatan tarik sebesar 31,63 MPa, pada kuat arus listrik yang diberikan mesin las sebesar 120 A dan diameter filler material stainless steel 1 mm.

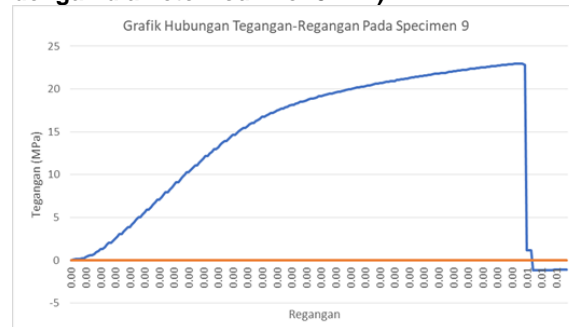
3.8 Specimen 8 (Kuat arus las listrik 120 A dengan diameter rod filler 2 mm)



Gambar 16. Grafik hubungan tegangan-regangan pada specimen 8

Pada Gambar 16 menunjukkan grafik hubungan tegangan-regangan pada kekuatan tarik sebesar 34,48 MPa, pada kuat arus listrik yang diberikan mesin las sebesar 120 A dan diameter filler material stainless steel 2 mm.

3.9 Specimen 9 (Kuat arus las listrik 120 A dengan diameter rod filler 3 mm)



Gambar 17. Grafik hubungan tegangan-regangan pada specimen 9

Pada Gambar 17 menunjukkan grafik hubungan tegangan-regangan pada kekuatan tarik sebesar 22,97 MPa, pada kuat arus listrik yang diberikan mesin las sebesar 120 A dan diameter filler material stainless steel 3 mm.

4. KESIMPULAN SAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa data penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kekuatan tarik sambungan las *material stainless steel* 304 tertinggi dengan nilai rata-rata tegangan tarik sebesar 34,48 MPa pada kuat arus inverter las listrik yang digunakan sebesar 120 A dan diameter rod filler sebesar 2 mm.
2. Kekuatan tarik sambungan las *material stainless steel* 304 terendah dengan nilai rata-rata tegangan tarik sebesar 17,01 MPa pada kuat arus inverter las listrik yang digunakan sebesar 70 A dan diameter rod filler sebesar 3 mm.

4.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan setelah melakukan penelitian tentang metode pengelasan SMAW adalah:

1. Perlu dilakukan penelitian dengan variasi jenis dan diameter elektroda atau kawat las listrik yang digunakan.
2. Perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan foto makro atau foto mikro pada area sambungan hasil pengelasan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rochim, T. 1993. *Teori Dan Teknologi Proses Pemesinan*. Laboratorium Teknik Produksi Jurusan Teknik Mesin ITB, Bandung.
- [2] Surdia, T. & Saito, S. 1992. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Cetakan Kedua, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- [3] Callister Jr., W.D., 2000, "Fundamentals of Materials Science and Engineering", Interactive e Text, John Wiley & Sons, Fifth Edition, pp. 177 – 181.
- [4] Setyowati, V.A., Suheni, 2016. *Variasi arus dan sudut pengelasan pada material austenitic stainless steel 304 terhadap kekuatan tarik dan struktur makro*. Jurnal IPTEK, Institut Teknologi Adhi Tama. Surabaya.
- [5] Syahrani, A., Naharuddin, Nur, M., 2018. *Analisis kekuatan tarik, kekerasan, dan struktur mikro pada pengelasan SMAW stainless steel 312 dengan variasi arus listrik*. Jurnal Mekanikal, Jurusan Teknik Mesin. Universitas Tadulako.
- [6] Perwira, D.A., Prasetya, H.W., 2020. *Pengaruh variasi bentuk permukaan forging dan suhu preheat terhadap kekuatan tarik friction welding*. Jurnal V-Mac, Universitas PGRI. Banyuwangi.