

PENGARUH PENGELASAN SMAW TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA BAJA TULANGAN BETON POLOS (BJTP) 24

M. Ichsan, FadliAhmad KurniawanNasution, Ade Irwan, Junaidi

Jurusan Teknik Mesin Universitas Harapan Medan Jalan HM. Joni, No.70C, Kota Medan 20216,
michsan3101@gmail.com; junaidi413@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah ada pengaruh arus pengelasan terhadap kualitas kekuatan tarik baja tulangan BJTP24 hasil pengelasan SMAW dan apakah ada pengaruh arus pengelasan terhadap kekuatan tarik daerah las baja tulangan BJTP24 hasil pengelasan SMAW. Penelitian ini menggunakan bahan baja tulangan polos yang diberi perlakuan pengelasan dengan variasi arus 80 Amper, 90 Amper dan 100 Amper dengan menggunakan las SMAW DC polaritas terbalik dengan elektroda E7018 diameter 3,2 mm. DC polaritas terbalik yaitu pemegang elektroda dihubungkan dengan kutub positif dan logam induk dihubungkan dengan kutub negatif. Jenis kampuh yang digunakan adalah kampuh V dengan sudut 45° - 60° dan selanjutnya spesimen di uji tarik. Rata-rata kekuatan tarik untuk kelompok arus 80 Ampere adalah $523,69 \text{ N/mm}^2$ sedangkan untuk kelompok arus 90 Ampere diperoleh $558,18 \text{ N/mm}^2$. Dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan kekuatan sebesar $34,49 \text{ N/mm}^2$. Akan tetapi kekuatan tarik untuk kelompok arus 100 Ampere diperoleh $531,08 \text{ N/mm}^2$, dalam hal ini mengalami penurunan kekuatan sebesar $27,10 \text{ N/mm}^2$ dari kelompok arus 90 Ampere, namun nilai tersebut masih berada di atas kekuatan tarik kelompok arus 80 A dengan peningkatan sebesar $7,39 \text{ N/mm}^2$. Nilai kekuatan tarik untuk masing-masing kelompok, Nilai regangan tertinggi diperoleh kelompok arus 90 ampere dengan nilai 7,71%, sedangkan untuk kelompok arus 80 ampere dan 100 ampere mengalami penurunan dengan nilai masing-masing 1,04% dan 3,07%.

Kata-Kata Kunci : Pengelasan, SMAW, Arus, Kekuatan, Baja, Regangan.

I. Pendahuluan

Seiring dengan perkembangan teknologi dibidang konstruksi, pengelasan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari pertumbuhan dan peningkatan industri, karena mempunyai peranan yang sangat penting dalam rekayasa dan reparasi produksi logam. Hampir pada setiap pembangunan suatu konstruksi dengan logam melibatkan unsur pengelasan.

Pengelasan (*welding*) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan tekanan atau tanpa tekanan. Salah satu pengelasan yang sering digunakan dalam dunia pengelasan adalah proses SMAW (*shielded metal arc welding*) atau pengelasan busur listrik elektroda terbungkus. Logam induk mengalami pencairan akibat pemanasan dari busur listrik yang timbul antara ujung elektroda dan permukaan benda kerja. Elektroda yang digunakan berupa kawat yang dibungkus oleh pelindung berupa *flux*. Selama pengelasan, elektroda akan mengalami pencairan bersama dengan logam induk yang menjadi kampuh las (Hernawan, 2015).

Mesin las SMAW menurut arusnya dibedakan menjadi tiga macam yaitu mesin las arus searah atau *Direct Current* (DC), mesin las arus bolak-balik atau *Alternating Current* (AC) dan mesin las arus ganda yang merupakan mesin las yang dapat digunakan untuk pengelasan dengan arus searah (DC) dan pengelasan dengan arus bolak-balik (AC). Mesin Las arus DC dapat digunakan dengan dua cara yaitu polaritas lurus dan polaritas terbalik. Mesin las DC

polaritas lurus (DC-) digunakan bila titik cair bahan induk tinggi dan kapasitas besar, untuk pemegang elektrodanya dihubungkan dengan kutub negatif dan logam induk dihubungkan dengan kutub positif, sedangkan untuk mesin las DC polaritas terbalik (DC+) digunakan bila titik cair bahan induk rendah dan kapasitas kecil, untuk pemegang elektrodanya dihubungkan dengan kutub positif dan logam induk dihubungkan dengan kutub negatif (J. Santoso, 2006).

Pengelasan memunculkan efek pemanasan setempat dengan temperatur tinggi yang menyebabkan logam mengalami ekspansi termal maupun penyusutan saat pendinginan. Hal itu menyebabkan terjadinya tegangan-tegangan pada daerah las. Tegangan-tegangan ini terjadi pada pelat yang dilas ini terjadi sampai temperatur kamar. Tegangan ini disebut tegangan sisa. Jika tegangan yang tersisa itu tegangan tarik maka akan membahayakan konstruksi las, karena akan mengakibatkan retak. Tidak semua logam memiliki sifat mampu las yang baik. Bahan yang mempunyai sifat mampu las yang baik diantaranya adalah baja paduan rendah. Baja ini dapat dilas dengan las busurelektroda terbungkus, las busur rendam dan las MIG (las logam gas mulia). Baja paduan rendah biasa digunakan untuk pelat-pelat tipis dan konstruksi umum (Wirjosumarto & Okumura, 2000).

Pada proses suatu konstruksi bangunan sering menggunakan adanya sambungan tulangan baja terutama untuk struktur dari beton bertulang. Sambungan yang sudah umum dilakukan yaitu dengan memakai sambungan lewatan dengan

mengikuti aturan panjang lewatan dari tulangan yang dipakai menurut SNI 03-2847-2002 pasal 14.15.1. Dengan pemasangan sambungan seperti ini berakibat akan terjadi pemborosan tulangan yang dipakai sebagai akibat adanya panjang lewatan tersebut. Alternatif sambungan yang dipakai yaitu dengan pengelasan antara tulangan baja yang disambung (Rokhman & Supriatna, 2013).

Kekuatan hasil lasan dipengaruhi oleh tegangan busur, besar arus, kecepatan pengelasan, besarnya penembusan dan polaritas listrik. Penentuan besarnya arus dalam penyambungan logam menggunakan las busur mempengaruhi efisiensi pekerjaan dan bahan las. Penentuan besar arus dalam pengelasan ini mengambil 80 A, 90 A dan 100 A. Pengambilan 80 A dimaksudkan sebagai pembandingan dengan interval arus di atas.

II. Tinjauan Pustaka

Definisi pengelasan menurut DIN (*Deutsche Industrie Norman*) adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dengan kata lain, las merupakan sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. Mengelas adalah suatu aktifitas menyambung dua bagian benda atau lebih dengan cara memanaskan atau menekan atau gabungan dari keduanya sedemikian rupa sehingga menyatu seperti benda utuh. Penyambungan bisa dengan atau tanpa bahan tambah (*filler metal*) yang sama atau berbeda titik cair maupun strukturnya.

Pengelasan dapat diartikan dengan proses penyambungan dua buah logam sampai titik rekristalisasi logam, dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah dan menggunakan energi panas sebagai pencair bahan yang dilas. Pengelasan juga dapat diartikan sebagai ikatan tetap dari benda atau logam yang dipanaskan. Mengelas bukan hanya memanaskan dua bagian benda sampai mencair dan membiarkan membeku kembali, tetapi membuat lasan yang utuh dengan cara memberikan bahan tambah atau elektroda pada waktu dipanaskan sehingga mempunyai kekuatan seperti yang dikehendaki. Kekuatan sambungan las dipengaruhi beberapa faktor antara lain: prosedur pengelasan, bahan, elektroda dan jenis kampuh yang digunakan.

Pengelasan yang sering digunakan dalam dunia konstruksi secara umum adalah pengelasan dengan menggunakan metode pengelasan dengan busur nyala logam terlindung atau biasa disebut *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW). Metode SMAW banyak digunakan pada masa ini karena penggunaannya lebih praktis, lebih mudah pengoperasiannya, dapat digunakan untuk segala macam posisi pengelasan dan lebih efisien (Hamid, 2016)

III. Metode Penelitian

Metode penelitian adalah suatu cara yang digunakan dalam penelitian, sehingga pelaksanaan dan hasil penelitian bisa untuk dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

3.1 Dimensi Spesimen Uji

Spesifikasi spesimen uji yang digunakan dalam eksperimen ini adalah sebagai berikut:

- Bahan yang digunakan adalah Baja Tulangan Beton Polos yang disingkat dengan BjTP tipe 24.
- Diameter BjTP 24 sebesar 10 mm dengan toleransi $\pm 0,4$ mm
- Elektroda yang digunakan adalah jenis E7018 dengan diameter 3,2 mm.
- Posisi pengelasan dengan menggunakan posisi bawah tangan.
- Arus pengelasan yang digunakan adalah 80 A, 90 A, 100 A.
- Kampuh yang digunakan jenis *Single V-Groove Weld*, jarak celah 3 mm, tinggi akar 3 mm, dan sudut kampuh 45° - 60° .
- Bentuk spesimen uji mengacu standar ASTM E8/E8M untuk pengujian tarik.

3.2 Tempat dan Waktu

Tempat pelaksanaan pembuatan spesimen uji dan pelaksanaan pengujian tarik akan ditentukan kemudian setelah proposal penelitian ini disetujui oleh Dosen Pembimbing.

Waktu penelitian dimulai sejak persetujuan pengajuan judul skripsi, konsultasi dengan dosen pembimbing, pembuatan spesimen uji, pengujian tarik, penulisan laporan skripsi sampai dinyatakan selesai dan disetujui untuk diseminarkan.

IV. Hasil dan Pembahasan

4.1 Laporan Hasil Uji Tarik

Spesimen ditarik dengan mesin uji tarik Tarnotest UPH 100 kN. Pengujian dilakukan pada tanggal 18 September 2020 dengan jumlah 6 sampel. Proses uji tarik akan berhenti pada saat spesimen patah. Laporan hasil uji tarik diberikan pada Tabel 1 berikut ini

Tabel 1. Laporan hasil uji tarik

No.	Kode Bahan	Ø benda uji (mm)	Panjang Awal (L_0)	Panjang Akhir (L_f)
1	80A 1	8,47	48,32	52,12
2	80A 2	9,05	46,39	48,93
3	90A 1	9,02	50,73	54,94
4	90A 2	9,17	47,84	51,25
5	100A 1	8,61	53,11	55,73
6	100A 2	8,85	50,06	52,24

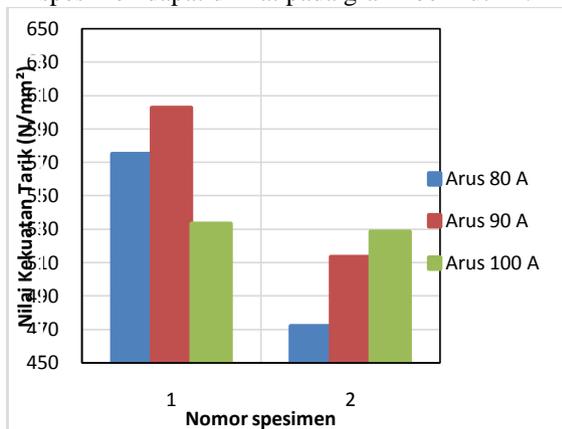


Gambar 1. Spesimen 80,90,100 A (1 dan 2) setelah di uji tarik

4.2 Pembahasan

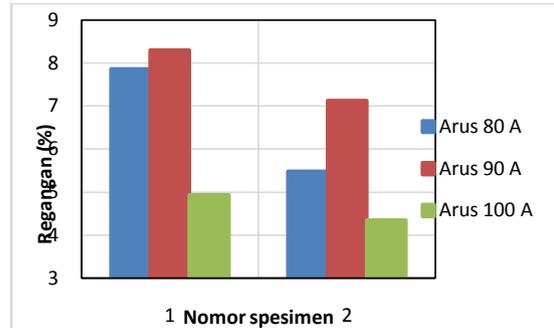
Dari Tabel 1 dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Nilai rata-rata kekuatan tarik untuk kelompok arus 80 Ampere adalah 523,69 N/mm² sedangkan untuk kelompok arus 90 Ampere diperoleh 558,18 N/mm². Dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan kekuatan sebesar 34,49 N/mm². Akan tetapi kekuatan tarik untuk kelompok arus 100 Ampere diperoleh 531,08 N/mm², dalam hal ini mengalami penurunan kekuatan sebesar 27,10 N/mm² dari kelompok arus 90 Ampere, namun nilai tersebut masih berada di atas kekuatan tarik kelompok arus 80 A dengan peningkatan sebesar 7,39 N/mm². Nilai kekuatan tarik untuk masing-masing kelompok spesimen dapat dilihat pada grafik berikut ini:



Gambar 2. Nilai kekuatan tarik untuk setiap kelompok arus

2. Nilai regangan tertinggi diperoleh kelompok arus 90 Ampere dengan nilai 7,71%, sedangkan untuk kelompok arus 80 Ampere dan 100 Ampere mengalami penurunan dengan nilai masing-masing 1,04% dan 3,07%.



Gambar 3. Nilai regangan untuk setiap kelompok arus

4.3 Perhitungan Modulus Elastisitas

Modulus Elastisitas adalah ukuran kekuatan suatu bahan akan keelastisitasannya. Makin besar modulus, makin kecil regangan elastik yang dihasilkan akibat pemberian tegangan. Modulus elastisitas ditentukan oleh gaya ikat antar atom, karena gaya-gaya ini tidak dapat dirubah tanpa terjadi perubahan mendasar pada sifat bahannya.

Maka modulus elastisitas salah satu sifat-sifat mekanik yang tidak dapat diubah. Sifat ini hanya sedikit berubah oleh adanya penambahan paduan, perlakuan panas, atau pengerjaan dingin.

1. Kelompok spesimen dengan arus pengelasan 80 Ampere

- a. Spesimen 1

$$\text{Tegangan maksimum } \sigma_u = 575,32 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Regangan } \varepsilon = 7,86\%$$

$$E_1 = \frac{\sigma_u}{\varepsilon} = \frac{575,23}{0,0786} = 7319,59 \text{ N/mm}^2$$

- b. Spesimen 2

$$\text{Tegangan maksimum } \sigma_u = 472,05 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Regangan } \varepsilon = 5,48\%$$

$$E_2 = \frac{\sigma_u}{\varepsilon} = \frac{472,05}{0,0548} = 8614,05 \text{ N/mm}^2$$

Tabel 1, Modulus elastisitas kelompok arus 80 A

Kelompok arus pengelasan 80 Ampere		
Tegangan maks σ_u (N/mm ²)	Regangan ε (%)	Modulus elastisitas (N/mm ²)
575,32	7,86	7319,59
472,05	5,48	8614,05
Rata-rata		7966,82

2. Kelompok spesimen dengan arus pengelasan 90 Ampere

1. Spesimen 1

Tegangan maksimum $\sigma_u = 602,81 \text{ N/mm}^2$

Regangan $\varepsilon = 8,30\%$

$$E_2 = \frac{\sigma_u}{\varepsilon} = \frac{602,81}{0,0830} = 7262,77 \text{ N/mm}^2$$

2. Spesimen 2

Tegangan maksimum $\sigma_u = 513,56 \text{ N/mm}^2$

Regangan $\varepsilon = 7,13\%$

$$E_2 = \frac{\sigma_u}{\varepsilon} = \frac{513,56}{0,0713} = 7202,81 \text{ N/mm}^2$$

Tabel 2, Modulus elastisitas kelompok arus 90 A

Kelompok arus pengelasan 90 Ampere		
Tegangan maks σ_u (N/mm ²)	Regangan ε (%)	Modulus elastisitas (N/mm ²)
602,81	8,30	7262,77
513,56	7,13	7202,81
Rata-rata		7232,79

3. Kelompok spesimen dengan arus pengelasan 100 Ampere

a. Spesimen 1

Tegangan maksimum $\sigma_u = 533,56 \text{ N/mm}^2$

Regangan $\varepsilon = 4,93\%$

$$E_1 = \frac{\sigma_u}{\varepsilon} = \frac{533,56}{0,0493} = 10822,72 \text{ N/mm}^2$$

b. Spesimen 2

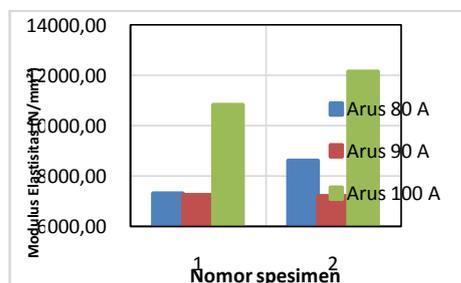
Tegangan maksimum $\sigma_u = 528,60 \text{ N/mm}^2$

Regangan $\varepsilon = 4,35\%$

$$E_2 = \frac{\sigma_u}{\varepsilon} = \frac{528,60}{0,0435} = 12151,72 \text{ N/mm}^2$$

Tabel 4. Modulus elastisitas kelompok arus 100 A

Kelompok arus pengelasan 100 Ampere		
Tegangan maks σ_u (N/mm ²)	Regangan ε (%)	Modulus elastisitas (N/mm ²)
533,56	4,93	10822,72
528,60	4,35	12151,72
Rata-rata		11487,22



Gambar 4. 2 Nilai modulus elastisitas untuk setiap kelompok arus

V. Kesimpulan Dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa data dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai rata-rata kekuatan tarik untuk kelompok arus 80 Ampere adalah 523,69 N/mm² sedangkan untuk kelompok arus 90 Ampere diperoleh 558,18 N/mm². Dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan kekuatan sebesar 34,49 N/mm². Akan tetapi kekuatan tarik untuk kelompok arus 100 Ampere diperoleh 531,08 N/mm², dalam hal ini mengalami penurunan kekuatan sebesar 27,10 N/mm² dari kelompok arus 90 Ampere, namun nilai tersebut masih berada di atas kekuatan tarik kelompok arus 80 A dengan peningkatan sebesar 7,39 N/mm².
2. Nilai regangan tertinggi diperoleh kelompok arus 90 Ampere dengan nilai 7,71%, sedangkan untuk kelompok arus 80 Ampere dan 100 Ampere mengalami penurunan dengan nilai masing-masing 1,04% dan 3,07%.
3. Nilai rata-rata modulus elastisitas untuk kelompok arus 80 Ampere diperoleh nilai 7966,82 N/mm², untuk kelompok arus 90 Ampere diperoleh nilai 7232,79 N/mm² dan untuk kelompok arus 100 Ampere diperoleh nilai 11487,22 N/mm².

5.2 Saran

Untuk lebih mendapatkan hasil yang lebih akurat penulis menyarankan sebagai berikut:

1. Agar memperhatikan ketelitian dan akurat saat membaca data hasil penelitian pada spesimen yang dilakukan.
2. Memperhatikan standar-standar pengelasan yang digunakan sebelum melakukan uji tarik, agar penelitian yang dilakukansesuai dengan standar penelitian.
3. Dalam penelitian ini masih terdapat kelemahan dalam metode penelitian,olehkarena itumasihdiperlukanpengembanganmetode eksperimen.

Daftar Pustaka

- [1] D. Hernawan, 2015, *Pengaruh Variasi Suhu Proses Annealing Pada Sambungan Smaw Terhadap Ketangguhan Las Baja K945 Ems45*. Universitas negeri semarang.
- [2] J. Santoso, 2006, *Pengaruh arus pengelasan terhadap kekuatan tarik dan ketangguhan las SMAW dengan elektroda E7018*. Universitas Negeri Semarang.
- [3] H. Wiryosumarto and T. Okumura, 2000, *Teknologi Pengelasan Logam*. jakarta: PT, Pradya Paramita.
- [4] A. Rokhman and A. Supriatna, *Pengaruh Variasi Panjang Sambungan Las Terhadap Kapasitas Kuat Tarik Baja Tulangan KONstruksia*, vol. 5, no. 1, pp. 77-83, 2013, doi: <https://doi.org/10.24853/jk.5.1.%25p>.

- [5] A. Hamid, 2016, *Analisa Pengaruh Arus Pengelasan Smaw Pada Material Baja Karbon Rendah Terhadap Kekuatan Material Hasil Sambungan*, *J. Teknol. Elektro*, vol. 7, no. 1.
- [6] T. B. Santoso, S. Solichin, and P. Trihutomo, 2016, *Pengaruh Kuat Arus Listrik Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Las Smaw Dengan Elektroda E7016*, *J. Tek. Mesin*, vol. 23, no. 1.
- [7] F. Putri, 2010. *Analisa Pengaruh Variasi Kuat Arus Dan Jarak Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik, Sambungan Las Baja Karbon Rendah Dengan Elektroda 6013*, *J. AUSTENT*, vol. 2, no. 2, pp. 13–25.
- [8] Y. Maulana, 2017, *Analisis Kekuatan Tarik Baja St37 Pasca Pengelasan Dengan Variasi Media Pendingin Menggunakan Smaw*, *AL-JAZARI J. Ilm. Tek. MESIN*, vol. 1, no. 2.
- [9] SMS Perkasa, 2019, *Besi Beton SNI - Memahami Kualifikasi BSN*.
- [10] Ryan Rakhmat, 2020, *Las Pada Baja Tulangan Beton – Apa yang Perlu Insinyur Tahu..*
- [11] N. Naharuddin, A. Sam, and C. Nugraha, 2015, *Kekuatan Tarik dan Bending Sambungan Las pada Material Baja SM 490 dengan Metode Pengelasan SMAW dan SAW*, *J. Mek.*, vol. 6, no. 1, 2015.