

PENGARUH ARUS PENGELASAN SMAW PADA KEKUATAN SAMBUNGAN PIPA ASTM A335 GRADE P11

Bahrul Ilmi

Program Studi Teknik Mesin Universitas IBA

Email : bahrulilmi@iba.ac.id

ABSTRAK

Pada artikel ini, dilakukan penelitian terhadap pengaruh kuat arus pengelasan pada sambungan pipa ASTM A335 grade P11 dengan metode pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) menggunakan elektroda E8018-B2. Material disambung dengan bentuk kampuh V dengan sudut 60 derajat. Spesimen pengujian tarik dibuat berdasarkan standar API 1104. Pengelasan dilakukan dengan tegangan 28 V, polaritas terbalik dan arus divariasikan yaitu 70 A, 110 A dan 150 A. Dari hasil pengujian yang dilakukan untuk arus 70 A didapat rerata kekuatan tarik sebesar 416,6 N/mm², rerata kekuatan luluh 211,9 N/mm² dan rerata regangan sebesar 28,6 %, untuk arus 110 A didapat rerata kekuatan tarik sebesar 457,7 N/mm², rerata kekuatan luluh 228,8 N/mm² dan rerata regangan sebesar 28,9 %, untuk arus 150 A didapat rerata kekuatan tarik sebesar 440,1 N/mm², rerata kekuatan luluh 219,4 N/mm² dan rerata regangan sebesar 28,6 %. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa arus pada las SMAW berpengaruh signifikan pada kekuatan hasil pengelasan sambungan pipa A335 grade P11, kekuatan tarik, kekuatan luluh dan regangan tertinggi didapat pada arus 110 A.

Kata Kunci: arus pengelasan, las SMAW, pipa A335 P11

1. PENDAHULUAN

Pengelasan adalah suatu ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilakukan dalam keadaan cair. Dari definisi tersebut dapat dijelaskan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam menggunakan energi panas (Beumer, 1994).

Pada las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*), elektroda akan meleleh dan ditransfer melalui busur listrik ke benda kerja yang disambung. Besarnya arus pengelasan tergantung pada jenis material yang dilas, jenis dan diameter elektroda yang digunakan, geometri sambungan dan posisi pengelasan (Widhiarto, 2001). Pada pengelasan pipa, prosedur dan kemampuan juru las juga berpengaruh pada kualitas hasil lasan (Irzal, et.al, 2014). Oleh sebab itu penentuan kuat arus pengelasan tidak boleh sembarangan dan harus tepat agar hasil pengelasan memenuhi keinginan dan standar yang telah ditetapkan.

Pada penelitian ini dilakukan serangkaian eksperimen dengan memvariasikan arus pengelasan pada pengelasan pipa ASTM A335 Grade P11 dengan tujuan untuk melihat pengaruh perbedaan arus pengelasan terhadap kekuatan sambungan yang dihasilkan oleh pengelasan SMAW arus searah. Dari hasil pengujian tarik akan dilihat apakah ada perbedaan dan berapa besar nilai kekuatan tarik, kekuatan luluh dan regangan dari spesimen yang diuji.

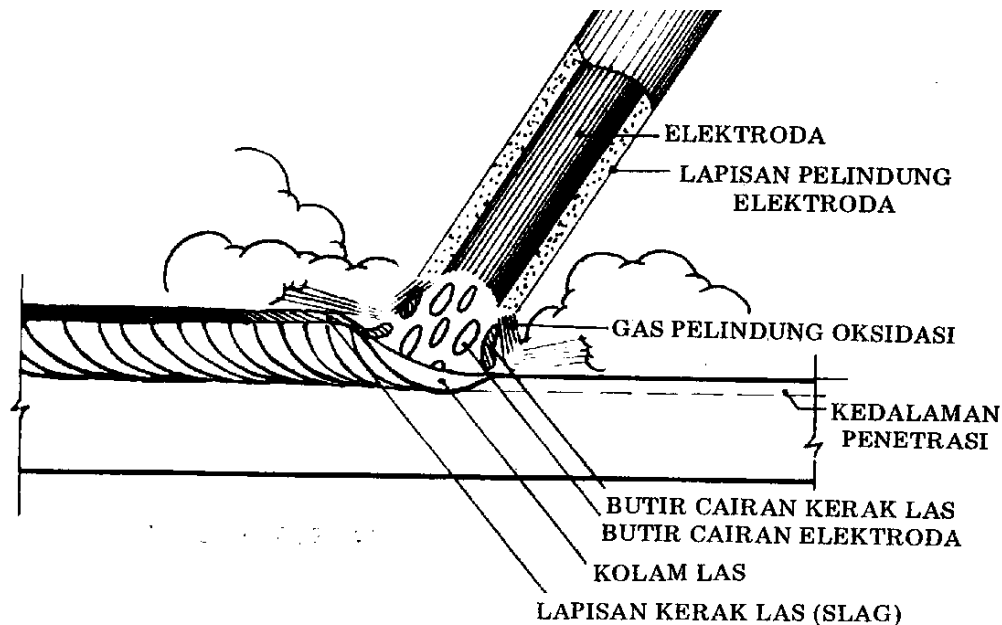
2. LANDASAN TEORI

2.1. Las SMAW

Pengelasan busur listrik dengan logam terlindung (*Shielded Metal Arc Welding*, SMAW) atau biasa disebut juga dengan las listrik, adalah suatu proses pengelasan yang menggunakan panas untuk mencairkan kawat elektroda las sebagai bahan pengisi dan material dasar atau logam induk yang disambung (Harsono, et.al, 2000), panas yang digunakan untuk mencairkan logam ini dihasilkan oleh lonjakan ion listrik yang terjadi antara katoda dan anoda yang membentuk busur listrik.

Panas yang dihasilkan dari lonjakan ion listrik ini besarnya dapat mencapai 4000 derajat Celcius sampai 4500 derajat Celcius. Pada las SMAW ini dapat digunakan dua jenis sumber tegangan, yaitu arus bolak balik (AC) dan arus searah (DC). Panas yang dihasilkan akan mencairkan elektroda itu sendiri dan logam dasar yang akan disambungannya, sehingga cairan

elektroda dan cairan logam dasar akan menyatu menjadi logam lasan (*weld metal*). Untuk menghasilkan kualitas busur yang baik dan konstan jarak ujung elektroda dan permukaan logam dasar dijaga tetap sama, yaitu $1,5 \times$ diameter elektroda yang dipakai (Amstead, et.al, 1995).



Gambar 2.1 Las SMAW

2.2. Elektroda Las

American Welding Society (AWS) memiliki klasifikasi untuk kawat elektroda las dengan kode elektroda dinyatakan dengan huruf E dan diikuti dengan empat atau lima digit angka yang artinya adalah sebagai berikut (Sonawan, et.al, 2003), yaitu: huruf E = Elektroda, dua atau tiga digit pertama menunjukkan nilai kekuatan tarik minimum $\times 1000$ psi pada hasil pengelasan yang diperkenankan. Pada digit ketiga atau empat: menunjukkan tentang posisi pengelasan yang artinya sebagai berikut:

- 1 = Elektroda dapat digunakan untuk semua posisi (E xx1x).
- 2 = Elektroda dapat digunakan untuk posisi di bawah tangan (E xx2x).
- 3 = Hanya untuk posisi di bawah tangan saja (E xx3x).
- 4 = Untuk semua posisi kecuali arah turun (E xx4x).

Pada digit terakhir (keempat atau kelima) menunjukkan jenis arus dan tipe salutan. Digit tersebut mulai dari angka 0 sampai angka 8 yang menunjukkan tipe arus dan polaritas yang digunakan, dimana ada empat pengelompokan yang dapat menunjukkan tipe arus untuk tiap tipe elektroda, yaitu:

1. Elektroda dengan digit terakhirnya 0 dan 5 dapat digunakan hanya untuk tipe arus searah polaritas terbalik (DCRP).
2. Elektroda dengan digit terakhirnya 2 dan 7 dapat digunakan untuk arus bolak balik (AC) atau arus searah polaritas lurus (DCSP).
3. Elektroda dengan digit terakhirnya 3 dan 4 dapat digunakan untuk arus bolak balik (AC) atau arus searah polaritas terbalik dan lurus (DCRP dan DCSP).
4. Elektroda dengan digit terakhirnya 1, 6 dan 8 dapat digunakan untuk arus bolak balik (AC) atau arus searah polaritas terbalik (DCRP).

Tipe salutan fluks elektroda diklasifikasikan secara umum sebagai berikut:

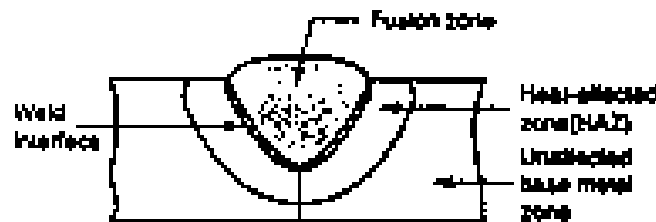
- 1,0 dan 1 = tipe salutannya adalah: celluloce (E xxx0 atau E xxx1).
- 2,3 dan 4 = tipe salutannya adalah: rutil (E xxx2, E xxx3 atau E xxx4).
- 5,6 dan 8 = tipe salutannya adalah: basic (E xxx5, E xxx6).

7 = tipe salutannya adalah: oksida besi (E xxx7).

Berdasarkan penjelasan di atas, maka elektroda E8018-B2 adalah jenis elektroda las dengan kekuatan tarik minimum 80.000 psi, elektroda dapat digunakan untuk arus AC dan DC polaritas terbalik, dan tipe salutan basic.

2.3. Metalurgi Las

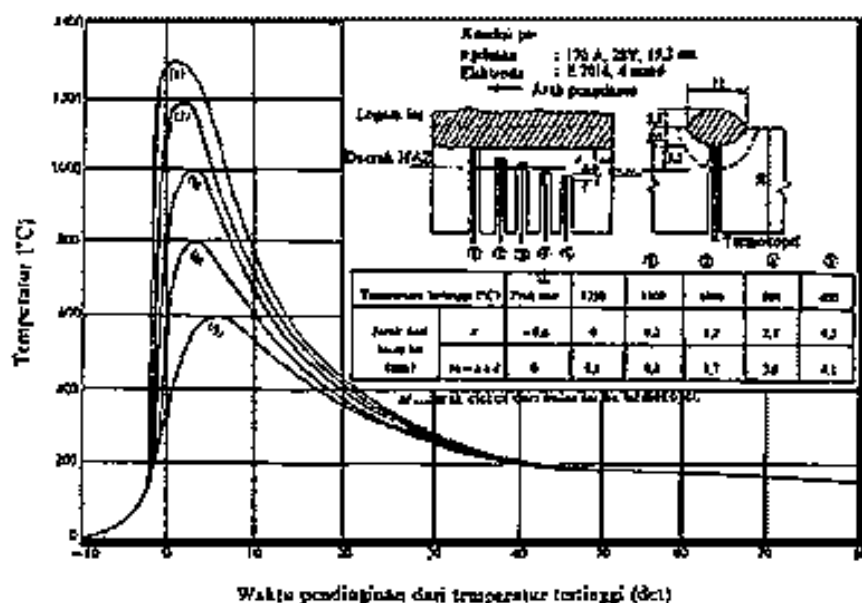
Pada pengelasan terjadi pemanasan sehingga logam mencair, pemanasan ini berpengaruh pada material dan akan mengakibatkan perubahan struktur mikro di sekitar daerah lasan (Harsono, et.al, 2000), hal ini dapat dijelaskan pada gambar berikut ini.



Gambar 2.2 Daerah Pengaruh Panas pada Sambungan las

1. *Fusion Zone* adalah daerah dimana terjadi pencairan logam dengan cepat dan kemudian membeku.
2. *Weld Interface* adalah daerah perbatasan antara daerah yang mengalami pencairan dan yang tidak mencair. Daerah ini sangat tipis sekali sehingga dinamakan garis gabungan antara logam las dan HAZ.
3. HAZ adalah daerah yang dipengaruhi panas dan juga logam dasar yang bersebelahan dengan logam las yang selama proses pengelasan mengalami siklus termal pemanasan dan pendinginan cepat, sehingga terjadi perubahan struktur.
4. *Base Metal* adalah logam dasar di mana panas dan temperatur pengelasan tidak menyebabkan terjadinya perubahan struktur dan sifat.

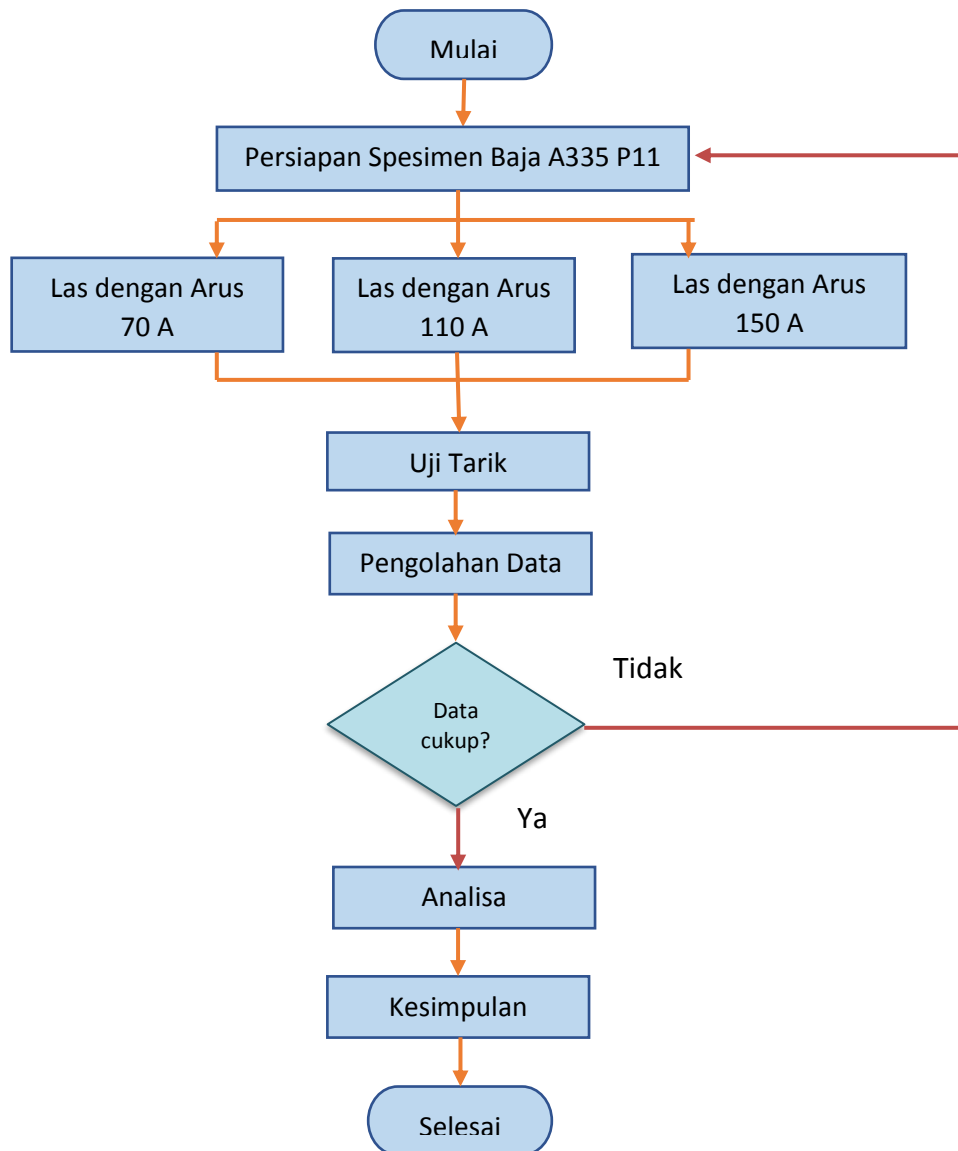
Pada proses pengelasan terjadi suatu siklus termal las yaitu proses pemanasan dan pendinginan yang terjadi pada daerah lasan atau dapat dikatakan proses perubahan panas yang bersifat lokal, tidak seperti proses perubahan panas pada umumnya (Harsono, et.al, 2000).



Gambar 2.3 Siklus Termal Las

3. METODE PENELITIAN

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir penelitian berikut ini:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.1. Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Baja A335 Grade P11.
2. Elektroda E8018-B2 diameter 3,2 mm.

Baja A335 Grade 11 yang digunakan adalah dibentuk menjadi spesimen sejumlah sembilan potong spesimen. Bentuk kampuh las yang dibuat adalah bentuk kampuh V dengan sudut 60 derajat. Komposisi dan karakteristik material ASTM A335 Grade P11 yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1 Komposisi dan Karakteristik Pipa ASTM A335 Grade P11

Komposisi (%)							Kekuatan Tarik (N/mm ²)	Kekuatan Luluh (N/mm ²)
Carbon	Mangan	Phospor	Sulfur	Silicon	Chromium	Molybdenum		
0,05 - 0,15	0,30 - 0,60	< 0,025	< 0,025	0,50 – 1,00	1,00 – 1,50	0,44 – 0,65	413,68	206,84

Sumber: ASTM A335 P11 Specification

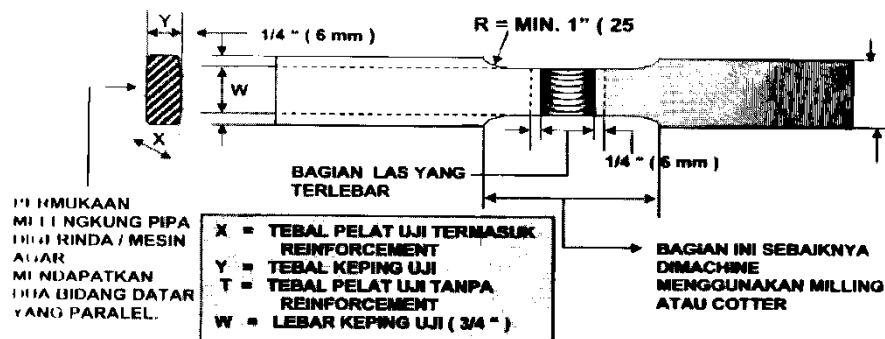
Elektroda yang digunakan adalah elektroda E8018-B2 (_____, E8018-B2 Welding Rod) dengan diameter 3,2 mm (Kobelco, 2001). Proses pengelasan dilakukan dengan menggunakan mesin las listrik (SMAW) arus searah (DC), dengan tegangan 28 Volt, arus 70 A, 110 A, 150 A dan polaritas terbalik (RP).

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Mesin Las DC.
2. Mesin Fris.
3. Sikat kawat.
4. Gerinda.
5. Jangka Sorong.
6. Mesin Uji Tarik GT-7001-LC-50.

3.2. Persiapan Spesimen

Spesimen uji tarik yang dibuat berjumlah sembilan spesimen, masing-masing spesimen dibentuk sesuai dengan standar API 1104, yaitu metode pengujian tarik sambungan las pipa. Bentuk dan dimensi spesimen dapat dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini (Widharto, 2013).



Gambar 3.1 Bentuk dan Dimensi Spesimen Uji Tarik

Setelah dibentuk sesuai standar, kemudian dilakukan uji tarik pada masing-masing spesimen untuk mendapatkan data kekuatan tarik, kekuatan luluh dan regangan.



Gambar 3.2 Spesimen Uji

4. PENGOLAHAN DATA

Kekuatan tarik dihitung berdasarkan persamaan berikut ini (Dieter, et.al, 1996):

$$\sigma = \frac{F_{maks}}{A} \quad \dots\dots\dots (4.1)$$

dimana:

σ = Kekuatan tarik maksimum (N/mm²)

F_{maks} = Beban tarik maksimum (N)

A = Luas penampang (mm²)

Regangan dihitung berdasarkan persamaan berikut ini:

$$\varepsilon = \frac{L_f - L_o}{L_o} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (4.2)$$

dimana:

ε = Regangan (%)

L_f = Panjang setelah diberi beban (mm)

L_o = Panjang mula-mula (mm)

Data-data hasil pengujian tarik yang telah dilakukan untuk semua arus, dapat dilihat pada tabel-tabel berikut ini.

Tabel 4.1 Data Uji Tarik untuk Arus 70 A

No.	Luas (mm ²)	Beban Maks (N)	Kekuatan Tarik (N/mm ²)	Kekuatan Luluh (N/mm ²)	Regangan (%)
1	120,9	50312	416,1	208,1	28,9
2	120,9	50491	417,6	208,8	29,1
3	120,9	50298	416,0	218,9	28,8
Rerata	120,9	50367	416,6	211,9	28,6

Tabel 4.2 Data Uji Tarik untuk Arus 110 A

No.	Luas (mm ²)	Beban Maks (N)	Kekuatan Tarik (N/mm ²)	Kekuatan Luluh (N/mm ²)	Regangan (%)
1	120,9	55419	458,4	229,1	28,9
2	120,9	55293	457,3	228,6	28,9
3	120,9	55312	457,5	228,7	28,9
Rerata	120,9	55341,3	457,7	228,8	28,9

Tabel 4.3 Data Uji Tarik untuk Arus 150 A

No.	Luas (mm ²)	Beban Maks (N)	Kekuatan Tarik (N/mm ²)	Kekuatan Luluh (N/mm ²)	Regangan (%)
1	120,9	53413	441,8	220,4	28,3
2	120,9	53099	439,2	218,8	28,8
3	120,9	53111	439,3	218,9	28,8
Rerata	120,9	53207,7	440,1	219,4	28,6

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

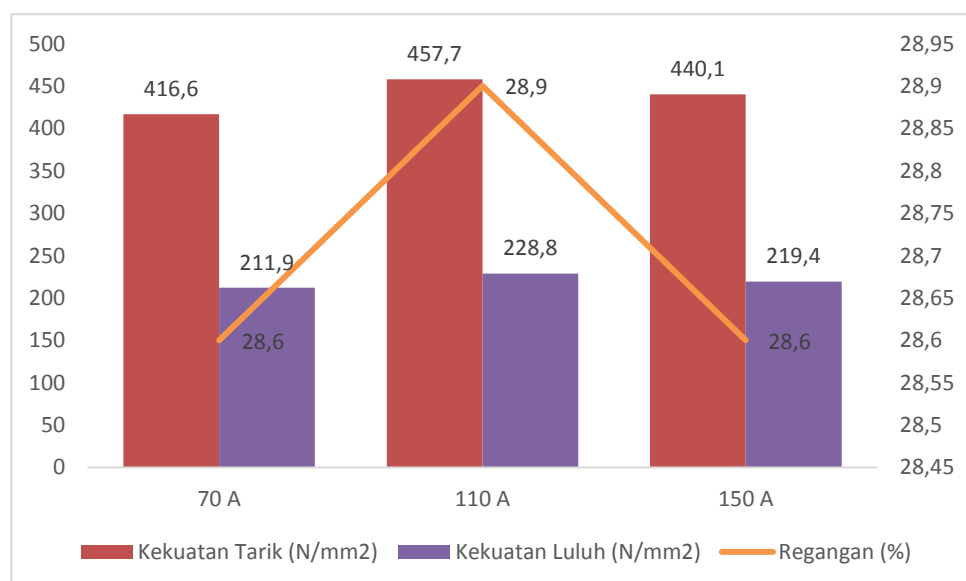
5.1. Hasil

Dari data-data hasil pengujian tarik yang telah dilakukan dan disajikan pada tabel-tabel di atas, maka dibuat tabel nilai rerata kekuatan tarik, rerata kekuatan luluh dan rerata regangan hasil pengujian tarik untuk semua perlakuan, yang dapat dilihat pada Tabel 5.1. berikut ini.

Tabel 5.1 Nilai Rerata Uji Tarik

No.	Kuat Arus	Luas (mm ²)	Beban Maks (N)	Kekuatan Tarik (N/mm ²)	Kekuatan Luluh (N/mm ²)	Regangan (%)
1	70 A	120,9	50367	416,6	211,9	28,6
2	110 A	120,9	55341,3	457,7	228,8	28,9
3	150 A	120,9	53207,7	440,1	219,4	28,6

Dari tabel di atas maka dibuat grafik perbandingan nilai rerata kekuatan tarik, rerata kekuatan luluh dan rerata regangan hasil pengujian.



Gambar 5.1 Grafik Rerata Uji Tarik

5.2. Pembahasan

Dari hasil pengujian pada tiga perlakuan, yaitu pada arus 70 A, 110 A dan 150 A, didapat hasil terbaik pada arus 110 A, dimana nilai rerata kekuatan tarik, kekuatan luluh dan regangan memiliki nilai tertinggi dibanding dua perlakuan lain.

Nilai rerata kekuatan tarik pada arus 110 A adalah 457,7 N/mm², nilai ini lebih tinggi dibandingkan rerata kekuatan tarik pada arus 70 A yaitu 416,6 N/mm² dan rerata kekuatan tarik pada arus 150 A yaitu 440,1 N/mm². Nilai rerata kekuatan luluh pada arus 110 A adalah 228,8 N/mm², nilai ini lebih tinggi dibandingkan rerata kekuatan luluh pada arus 70 A yaitu 211,9 N/mm² dan rerata kekuatan luluh pada arus 150 A yaitu 219,4 N/mm². Nilai rerata regangan pada arus 110 A adalah 28,9 %, nilai ini lebih tinggi dibandingkan rerata regangan pada arus 70 A dan 150 A yaitu 28,6 %.

Pada arus 70 A masih kurang dari kebutuhan, kurangnya arus pengelasan mengakibatkan nyala busur kurang stabil, panas yang dihasilkan tidak cukup sehingga kurangnya penetrasi las, sehingga kekuatan sambungan jadi berkurang. Sedangkan pada arus 150 A berlebihan dari kebutuhan, arus yang berlebih dapat mengakibatkan inti elektroda dan fluks mencair terlalu cepat, menghasilkan lasan yang melebar dan sambungan kurang menyatu, sehingga mengakibatkan kekuatan sambungan juga berkurang.

6. KESIMPULAN

Dari pembahasan terhadap hasil penelitian di atas, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Arus pengelasan memiliki pengaruh yang signifikan pada nilai kekuatan tarik, kekuatan luluh dan regangan pada sambungan pipa ASTM A335 Grade P11 dengan las SMAW arus searah menggunakan elektroda E8018-B2.
2. Nilai kekuatan tertinggi didapat dari pengelasan dengan arus 110 A.

DAFTAR PUSTAKA

_____, ASTM A335 P11 Specification: <http://www.sunnysteel.com/blog/wp-content/uploads/2012/10/ASTM-A335-P11-specification.pdf>. (Diakses tanggal 2 Agustus 2018).

_____, E8018-B2 Welding Rod: <http://chrome-moly-pipe.com/info-5.html>. (Diakses tanggal 2 Agustus 2018).

_____. Kobelco Welding Today, October 2002 Vol.5 No.4: <http://www.kobelco.co.jp/english/welding/files/kwt2002-04.pdf>. (Diakses tanggal 2 Agustus 2018).

Amstead, B.H, Phillip F. Oswald dan Myron L. Begemen. 1995. *Teknologi Mekanik*. Jilid 2. Penerbit Erlangga. Jakarta.

Beumer. 1980. *Pengetahuan Bahan*. Penerbit Bhatara Karya Aksara. Jakarta.

Dieter, E. George. 1996. *Metalurgi Mekanik*. Penerbit Erlangga. Jakarta.

Harsono, Wiryosumarto dan Okumura Toshie. 2000. *Teknologi Pengelasan Logam*. PT Pradnya Paramita. Jakarta.

Irzal, Hendri Nurdin. 2014. *Analisis Kekuatan Tarik Sambungan Las Pada Pipa Baja Karbon Menggunakan Elektroda E-7018 Dengan Posisi Pengelasan 5g. Prosiding Konvensi Nasional APTEKINDO VII dan Temu Karya XVIII FPTK/FT-JPTK Se-Indonesia. Bagian III. Hal 374 – 579*. (Diunduh tanggal 7 Agustus 2018)

Sonawan, Hery dan Suratman Rochim. 2003. *Pengantar Untuk Memahami Proses Pengelasan Logam*. Penerbit Alfabeta. Bandung.

Widharto, Sri. 2013. *Welding Inspection*, Penerbit Wacana Media, Bekasi.