

# Analisa Pengujian Destructive Test pada Pengelasan Sambungan Pipa API 5L X52 Dengan Standar API-1104

Agus Riyanto<sup>1</sup>, Arif Riyadi Tatak K.<sup>1</sup>, Toriq Ali<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** Pengujian merusak atau *Destructive Test* merupakan suatu cara atau metode untuk mengetahui kualitas dari suatu material. Pipa API 5L X52 merupakan jenis material pipa yang digunakan sebagai pipa penyalur (*pipe line*) minyak dan gas. Proses pengelasan menggunakan pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*). Dalam pengujian merusak material untuk menghasilkan kualitas yang baik maka diperlukan standar. Pada pengujian ini standar yang digunakan yaitu API-1104 yang sesuai dengan proses pemipaan untuk minyak dan gas. Pengujian yang dilakukan diantaranya yaitu *tensile test*, *bending test*, *nick break test* dan pengujian struktur mikro. Berdasarkan analisa yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pada pengujian tarik daerah patah terjadi di daerah *base metal* bukan pada daerah lasan. Pada pengujian *bending* seluruh spesimen pada bagian *face bend* dan *root bend* tidak patah dan tidak terlihat ada retakan. Pada pengujian *nickbreak* kedua spesimen tidak terdapat lubang gas pada daerah lasan. Berdasarkan pengamatan struktur mikro terlihat bahwa perubahan struktur terjadi sepanjang daerah lasan dimana pada daerah HAZ dan *weld metal* memiliki fasa *pearlite* lebih banyak dibandingkan fasa *ferrite*.

**Kata kunci**—*Destructive test, Pipa API 5L X52, Pengelasan SMAW, API-1104, Struktur Mikro*

## 1. PENDAHULUAN

Seiring berjalannya waktu, perkembangan teknologi semakin maju terutama dalam perkembangan dibidang konstruksi. Pengelasan merupakan salah satu strategi penyambungan logam dengan cara melarutkan beberapa logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan. Maka dari itu pengelasan adalah hal yang tidak bisa dipisahkan dalam perkembangan teknologi terutama pada bidang konstruksi. Perkembangan teknologi pengelasan logam memberikan kemudahan dan manfaat bagi umat manusia dalam menjalankan pekerjaannya.

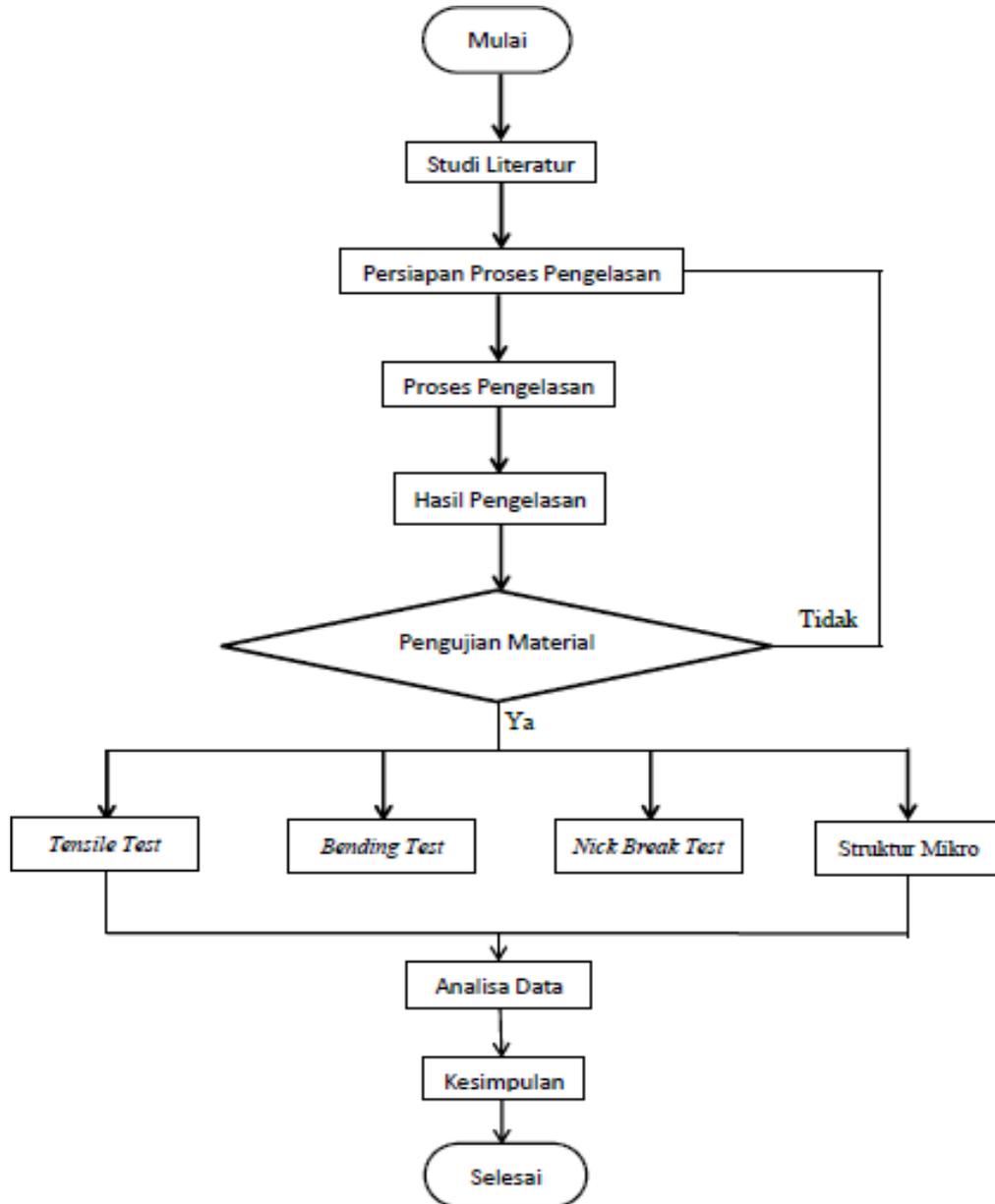
Banyak sekali jenis-jenis pengelasan yang digunakan dalam perkembangan teknologi dibidang konstruksi, diantaranya ada jenis pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) dan GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*). Di masa saat ini perkembangan industri pada sektor minyak dan gas mengalami peningkatan di Indonesia.

Pipa API 5L X52 merupakan pipa yang digunakan untuk menyalurkan minyak dan gas. Makadari itu untuk menghasilkan sambungan lasan yang berkualitas perlu dilakukan beberapa pengujian. *Destructive test* atau uji merusak merupakan metode pengujian pada logam dengan cara merusak yang bertujuan untuk mengetahui ketahanan suatu material dengan cara dirusak menggunakan sebuah alat uji atau mesin uji. Pengujian *destructive test* yang dilakukan pada penelitian ini yaitu *tensile test*, *bending test* dan *nickbreak test*. Adapun pengujian lainnya yang dilakukan yaitu pengujian struktur mikro. Mengetahui ketahanan dan kualitas dari suatu material sangatlah penting terutama pada industri konstruksi dan perkapalan.

Beberapa penelitian terdahulu mencoba meneliti mengenai pengujian sambungan las pada pipa API 5L X42 dengan standar API-1104. Diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Dedi Lazuardi dan Andi Syah Putra bahwa pada sambungan las pada pipa API 5L X42 dengan standar API-1104 menggunakan *tensile test* menunjukkan hasil bahwa terjadi patah pada *base metal*, dan pada *bending test* tidak terdapat cacat pada daerah *facebend* dan *rootbend*, sedangkan pada pengujian *nickbreak test* menunjukkan bahwa tidak terdapat cacat pada daerah takik. Terdapat juga penelitian yang dilakukan oleh Adi Ganda Putra dan Pawawoi mengenai pengaruh perbedaan arus pengelasan pada sambungan pipa baja API 5L *grade B* menunjukkan hasil pada *metalografi test* bahwa terjadi perubahan struktur mikro pada material setelah dilakukan pengelasan.

Dengan adanya penelitian terdahulu, semakin memperkuat peneliti untuk dapat melakukan penelitian tentang pengelasan dengan menggunakan material yang berbeda karena mengingat pentingnya kualitas dan hasil pengelasan pada material yang baik agar sesuai dengan kebutuhan lapangan maka berdasarkan uraian di atas peneliti ingin melakukan ‘Analisa Pengujian *Destructive Test* pada Pengelasan Sambungan Pipa API 5L X52 dengan Standar API-1104’.

Proses pengelasan menurut *American Welding Society* (AWS) yaitu suatu tindakan penyatuan atau penyambungan logam atau bukan logam yang dilakukan dengan cara memanaskan bahan yang akan disambung sampai suhu pengelasan, yang dilakukan dengan atau tanpa menggunakan tekanan dan dengan atau tanpa tekanan. Standar API-1104 (*American Petroleum Institute*) merupakan standar yang digunakan untuk menguji sambungan las pada pipa minyak, dimana pada sambungan pipa tersebut tidak menggunakan penutup sambungan las. Spesifikasi API 5L sesuai dengan Organisasi Internasional untuk Standardisasi ISO 3183, standarisasi sistem transportasi pipa dalam bahan, peralatan dan struktur lepas pantai untuk industri gas alam dan minyak. Maka pipa yang diperuntukkannya untuk penyaluran minyak, dan gas.



Gambar 1. Diagram Alir

Tabel 1. Komposisi Kimia Pipa API 5L X52

CHEMICAL COMPOSITION (%)										
Standar	C	Mn	P	S	Cr	Nb	Al	Cu	Mo	
P	Max	0.12	1.65	0.020	0.010	0.50	0.005	0.060	0.50	0,50
	Min	-	-	-	-	-	-	-	-	-
API 5L X52	0.07	0.85	0.009	0.006	0.016	0.022	0.042	0.014	0.005	

**Tabel 2. Mechanical Test Report Tensile Test**

Tensile Test Gauge Length = 50,0 mm					
Dir.	Yield Strength (Mpa)	Tensile Strength (Mpa)	Elong. (%)	YS/T S	Width (mm)
Max	525	760	-	0,93	
Min	360	460	26	-	

Desctructive Test Pengujian merusak (*destructive test*) merupakan metode untuk mengetahui nilai kecukupan dan kualitas bahan sesuai berdasarkan kriteria atau standar yang ditetapkan. *Tensile test* adalah pengukuran suatu material agar mengetahui keuletan pada tegangan tertentu dan pertambahan panjang yang dialami material tersebut.

$$\sigma t = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Dimana:  $\sigma t$  adalah tegangan (N/mm<sup>2</sup>), F adalah Gaya (N), dan A adalah luas (mm<sup>2</sup>).

*Bending test* atau uji lengkung adalah salah satu bentuk pemeriksaan agar kita mengetahuikualitas dari material secara visual. Kekuatan *bending* yaitu tegangan maksimum yang bisa diperoleh dari beban luar tanpa regangan atau patah yang besar. Specimen untuk pengujian *nickbreak test* memiliki kampuh (takik) pada daerah sambungan (lasan) dengan tujuan agar pada waktu pengujian bias patah didaerah sambungan (lasan), sehingga dapat terlibat apakah ada cacat pada daerah sambungan (lasan) atau tidak. Pengujian Struktur Mikro Pengujian struktur mikro atau pengamatan struktur mikro merupakan pengamatan yang dilakukan agar memperoleh tampilan secara visual terhadap spesimen dengan menggunakan alat mikroskop optik dan didapatkan tampilan permukaan spesimen dengan pembesaran.

## 2. METODE

### a. Persiapan Pengelasan

Pada tahap ini, persiapan pengelasan yang dilakukan dalam *welder test* harus sesuai dengan standar yang telah ditetapkan yaitu standar API-1104.

1. Pengelasan yang digunakan yaitu proses SMAW
2. Mesin las yang dipakai adalah *Lincoln Electric CC400*
3. Material yang digunakan yaitu pipa API 5L X52.
4. Diameter dan ketebalan dinding pada pipa ini yaitu 168,3 mm dan 9,5 mm.
5. Pada *joint design* ini menggunakan *joint type butt joint, groove type nya single V*.
6. Jenis elektroda yang digunakan yaitu menggunakan *elektroda* diameter dan panjang 3,25 × 350 mm dengan kode E7016-1H4R dan 3,25mm × 350 mm dengan kode E7018-1H4R.
7. Posisi pengelasan menggunakan posisi 6G. Posisi 6G ini merupakan posisi dimanamaterial pipanya miring sekitar 45° dan statis.
8. Arah pengelasan yaitu *uphill* atau ke atas.

### b. Spesimen Uji

Tensile Test: Pada uji tarik ini ada dua spesimen yang digunakan yaitu dengan ukuran:

**Tabel 3. Ukuran Spesimen Tensile Test**

No. Specimen	Dimensi: Lebar × Tebal (mm)	Panjang (mm)
T1	25.64 × 9.30	238.45
T2	25.71 × 9.29	238.85

*Bending Test*: Pada uji *bending* ini ada dua spesimen yang digunakan yaitu dengan ukuran:

**Tabel 4. Ukuran Spesimen Bending Test**

No. Spesimen	Dimensi (lebar × tebal) mm	Panjang (mm)
FB1	25 × 9.5	237.5
FB2	25 × 9.5	237.5
RB1	25 × 9.5	237.5
RB2	25 × 9.5	237.5



**Gambar 2.** Spesimen Tensile Test



**Gambar 3.** Spesimen Bending Test

Nickbreak Test: Pada nick break test atau uji patah ini ada dua spesimen yang digunakan yaitu dengan ukuran:

**Tabel 5.** Ukuran Spesimen Nickbreak Test

No. Spesimen	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Panjang (mm)
NB1	25	9.5	237.5
NB2	25	9.5	237.5



**Gambar 4.** Spesimen Nickbreak Test

Struktur Mikro: Pada uji struktur mikro yang digunakan yaitu dengan ukuran:

**Tabel 6.** Ukuran Spesimen Struktur Mikro

No. Spesimen	Dimensi Lebar × Tebal (mm)	Panjang (mm)
1	18 × 9.30	31,5



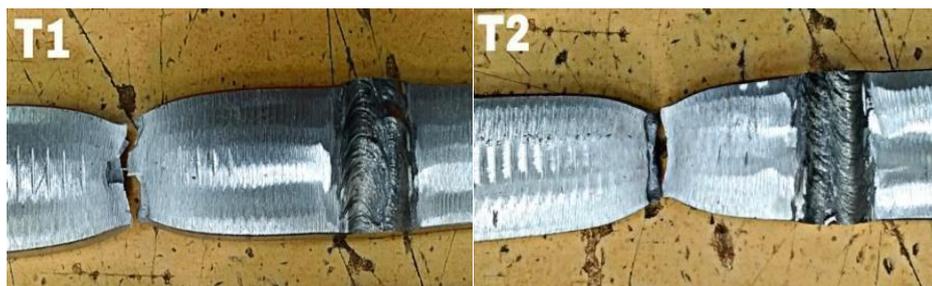
**Gambar 5.** Spesimen Struktur Mikro

### 3. METODE

#### a. Hasil Tensile Test

**Tabel 7.** Hasil Tensile Test

Test Specimen No	T1	T2
Ultimate Tensile Load(kN)	122.24	121.95
Ultimate Tensile Strength (N/mm <sup>2</sup> )	513	511



**Gambar 6.** Hasil Tensile Test T1 dan Hasil Tensile Test T2

Berdasarkan hasil pengujian tarik yang tertera pada spesimen T1 dan T2 terlihat bahwa daerah patah terjadi pada daerah *base metal* bukan pada daerah lasan. Untuk spesimen T1 memiliki kekuatan tarik sebesar 513 N/mm<sup>2</sup> dan spesimen T2 memiliki kekuatan tarik sebesar 511 N/mm<sup>2</sup>. Berdasarkan dari standar, diketahui bahwa kekuatan tarik minimum material sebesar 460 N/mm<sup>2</sup>. Jadi, kekuatan tarik pengelasan > kekuatan tarik *base metal*.

**b. Hasil Bending Test**



**Gambar 7.** Hasil Bending Test Spesimen FB 1 dan Hasil Bending Test Spesimen FB 2



**Gambar 8.** Hasil Bending Test Spesimen RB 1 dan Hasil Bending Test Spesimen RB 2

Berdasarkan hasil pengujian *bending* yang dilakukan pada daerah *face bend* dan *root bend* pada spesimen FB 1, FB 2, RB 1 dan RB 2 terlihat bahwa tidak ada retakan atau lubang pada daerah lasan. Berdasarkan standar API-1104, pada hasil pengujian *bending* dapat diterima (*Acceptance Criteria*) apabila tidak ada retak atau cacat lebih dari 1/8 inch ( $\pm 3,17$  mm).

**c. Hasil Nickbreak Test**



**Gambar 9.** Hasil Nickbreak Test Spesimen NB 1; (b) Hasil Nickbreak Test Spesimen NB 2

Berdasarkan hasil pengujian *nick break* yang tertera pada gambar 4.5 diatas terlihat bahwa tidak ada gelembung gas pada daerah lasan. Berdasarkan standar API-1104, syarat pada pengujian *nick break* ini yaitu ukuran gelembung gas terbesar yang terlihat pada patahan tidak boleh lebih dari 1/16 inch ( $\pm 1,59$  mm) dan jumlah keseluruhan gelembung gas tidak boleh lebih dari 2% dari daerah patahan. Kedalaman terak (slag) tidak boleh melebihi 1/32 inch ( $\pm 0,79$  mm) dan panjangnya tidak boleh lewat dari 1/8 inch ( $\pm 3,17$  mm).

**d. Hasil Pengamatan Struktur Mikro**

1) Pengamatan Struktur Mikro daerah HAZ

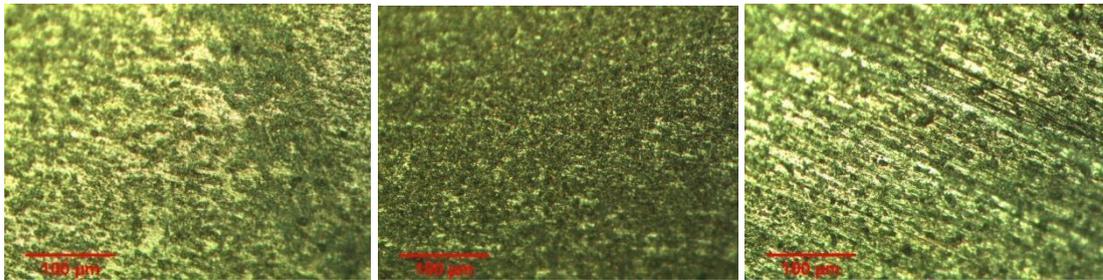
Pada daerah HAZ sampel struktur mikro memiliki ferit (F) dan perlit (P). Dapat dilihat bahwa jumlah struktur mikro terutama terdiri dari lebih banyak ferit dan butir yang lebih besar, sedangkan perlit semakin kecil. Hal ini menyebabkan berkurangnya kekerasan di daerah HAZ.

2) Pengamatan Struktur Mikro daerah Weld Metal

Pada zona logam las atau *weld metal* terlihat bahwa struktur mikro didominasi oleh perlit (P), dan ferit (F) tidak terlalu terlihat. Hal inilah yang menyebabkan nilai ketangguhan pada daerah logam las meningkat dan nilai kekerasannya menurun.

3) Pengamatan Struktur Mikro daerah Base Metal

Di area logam dasar atau *base metal*, kita dapat melihat butiran ferit (F) (warna terang) dan fase perlit (P) (warna gelap). Butir ferit cenderung lebih halus, sedangkan butir perlit lebih kasar dan keras karena mengandung karbon. Dalam hal ini, logam masih memiliki karakteristik yang melekat pada benda uji.



**Gambar 10.** Struktur Mikro pada daerah (a) HAZ; (b) Weld Metal; (c) Base Metal

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang dilakukan pada penelitian ini maka bahwa berdasarkan hasil *tensile test*, *bending test* dan *nickbreak test* yang telah dilakukan pada spesimen Pipa API 5L X52 telah memenuhi (*Acceptance Criteria*) berdasarkan standar API-1104. Berdasarkan pengamatan struktur mikro terlihat bahwa perubahan struktur terjadi sepanjang daerah lasan dimana pada daerah HAZ dan *weld metal* memiliki fasa *pearlite* lebih banyak dibandingkan fasa *ferrite*. Saran yang dapat peneliti berikan kepada peneliti selanjutnya agar dapat menjadi peneliti yang lebih baik dari penelitian sebelumnya, alangkah baiknya peneliti selanjutnya menambahkan beberapa pengujian untuk mendapatkan informasi yang baru. Peneliti selanjutnya juga dapat menggunakan jenis material atau bahan yang berbeda.

#### 5. REFERENSI

- [1] Alip, M., *Teori dan Praktik Las*, Jakarta: Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan Jakarta, (1989).
- [2] Santoso, Joko., *Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Dan Ketangguhan Las SMAW Dengan Elektroda E37*, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, (2006).
- [3] Groover, Mikell P., *Fundamental Of Modern Manufacturing, Material, Proses And System*, USA: Penerbit Prentice-Hall Inc, (1996).
- [4] Yulistiawan, Fiskan., *Pengaruh Variasi Kampuh Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan*, (2016).
- [5] Bintoro, G.A., *Pengelasan SMAW Dasar-Dasar Pekerjaan Las*, Jilid 1, Yogyakarta: Penerbit Kanisius, (1999).
- [6] Fikri, Juniarto., *Pengaruh Variasi Jenis Elektroda Pada Pengelasan SMAW Terhadap Sifat Mekanik Baja SUS 304*, Fakultas Teknik Universitas Pancasila Tegal, (2015).
- [7] PPNS, *Modul Destructive Test*, Surabaya: PPNS, (2008).
- [8] D. H. Phillips, *Posisi Pengelasan, Welding Engineering: an Introduction*, (2016).
- [9] Sunaryo, Heri., *Spesifikasi Prosedur Pengelasan, Welder, Inspektur Las: Teknik Pengelasan Kapal*, Jilid 1, Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional, (2008).
- [10] Wiryo Sumarto, H., T, Okumura., *Teknologi Pengelasan Logam*, Jakarta: PT. Pradnya Paramita, (2000).
- [11] ASME section IX, *Qualification Standard for Welding, Brazing, and Fusing Operator*, New York: The American Society of Mechanical Engineers. (2013).
- [12] Widarto, S., *Welding Inspection*, Jakarta: Mitra Wacana Media, (2013).
- [13] API 1104, *Welding Of Pipelines and Related Facilities*, Twenty-First Edition, (2013).
- [14] Saipem Technical Library, *API Specification 5L Forty-Second Edition*, American Petroleum Institute, (2000).
- [15] Lailiyah, Inayatul., *Analisis Perbandingan Proses Pengelasan SAW dan FCAW Pada Material ASTM A 36 Terhadap Uji Takik*, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, (2017).
- [16] Lazuardi, Dedi., Andi Syah Putra, *Pengujian Sambungan Las Pipa API 5LX42 To API 5LX42 Dengan Menggunakan Standar API 1104*, Bandung: Universitas Pasundan, (2005).
- [17] Juliantini, Devipta., *Analisis Sifat Mekanik dan Metalografi Baja Karbon Rendah untuk Aplikasi Tabung Gas 3 Kg*, Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, (2010).