

PENGARUH POSISI PENGELASAN TERHADAP KEKUATAN TAKIK DAN KEKERASAN PADA SAMBUNGAN LAS PIPA

Pudin Saragih¹

Abstrak

Kekuatan sambungan las sangat sulit ditentukan secara perhitungan teoritis meskipun berbagai standarisasi dari prosedur pengelasan telah ada. Karena kemampuan juru las (skill) dan posisi pengelasan tidak dapat diabaikan dalam menjamin kekuatan sambungan las. Menurut ASME standard posisi pengelasan dimulai dari posisi 1G sampai 6G. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh posisi letak pipa horizontal 5G dan vertikal 6G terhadap kekuatan sambungan lasnya. Jenis pengujian yang dilakukan dengan dua cara yaitu uji patahan takik (impact) dan uji kekerasan (hardness). Dari hasil penelitian uji takik posisi 5G energi yang diserap rata-rata adalah 10,6 N.m lebih besar daripada 6G yaitu 4,48 N.m. Sedang pada pengujian kekerasan (hardness) untuk posisi pengelasan horizontal 5G. Patahan terjadi pada titik Heat Affected Zone (HAZ) terendah yaitu pada Rb 69. dan untuk posisi pipa vertikal 6G arus 150 Ampere patahan terjadi pada titik HAZ terendah yaitu pada Rb 69,5. Hal ini dikarenakan HAZ posisi pengelasan pipa 5G lebih merata daripada HAZ pengelasan pada dengan pipa posisi 6G yang mengalami panas hanya pada satu sisi.

Kata Kunci: Posisi Pengelasan, Impact, Hardness, Heat Affected Zone

Pendahuluan

Dewasa ini teknik pengolahan logam banyak digunakan dalam bidang industri logam dan mesin serta bidang konstruksi. Pada konstruksi perpipaan yang banyak digunakan pada industri dilakukan dengan sistem penyambungan las. Penyambungan beberapa instalasi perpipaan untuk kilang minyak biasanya digunakan sambungan las listrik. Pengelasan bukan tujuan utama dari konstruksi, tetapi hanya merupakan sarana untuk mencapai ekonomi pembuatan yang lebih baik. Karena itu rancangan las dan cara pengelasan harus betul-betul memperhatikan dan memperlihatkan kesesuaian antara sifat-sifat las dengan kegunaan konstruksi serta kegunaan disekitarnya. Pengelasan merupakan salah satu lanjutan dari pengolahan logam tersebut. Pada pengelasan, akibat adanya kalor atau panas yang diterima oleh logam yang di las, maka logam (pipa) disekitar lasan akan mengalami gradient suhu yang sangat besar. Pengujian dan

pemeriksaan sambungan las merupakan hal yang sangat penting dalam bidang teknik pengolahan logam. Rancangan las dan cara pengelasan harus benar-benar memperhatikan kesesuaian antara sifat-sifat las dengan kegunaan konstruksi dan cara pengelasan yang dilakukan. Prosedur pengelasan kelihatan sangat sederhana, tetapi sebenarnya didalamnya memerlukan bermacam-macam pengetahuan. Berdasarkan definisi, las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau paduan logam yang dilaksanakan dalam keadaan cair. Berarti las adalah sambungan setempat dari beberapa jenis logam dengan menggunakan energi panas. Secara umum tujuan dari pemeriksaan dan pengujian las adalah untuk menjamin mutu dan kepercayaan terhadap kekuatan konstruksi las. Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan penurunan kualitas las pada umumnya disebabkan oleh cara pengelasan yang tidak tepat.

Metode atau cara pengelasan merupakan salah satu hal yang sangat menentukan bagi

¹ Drs. Pudin Saragih, M.Pd adalah dosen jurusan Teknik Mesin FT Unimed

kualitas las disamping faktor-faktor lainnya seperti misalnya temperatur pengelasan, jenis kawat las yang digunakan dan sebagainya. Prosedur pengelasan sebenarnya telah ditetapkan dalam berbagai standard. Namun standard tersebut belum merupakan jaminan kualitas untuk mendapatkan hasil las sebagai yang telah diharapkan. Karena kekuatan sambungan las sangat sukar ditentukan secara perhitungan teoritis, sebab kemampuan juru las dari posisi pengelasan tidak bisa diabaikan begitu saja dalam menjamin kekuatan sambungan las. Kualitas dan kekuatan sambungan las sangat dipengaruhi oleh posisi pengelasan yang dilakukan. Pengujian dan pemeriksaan sambungan las merupakan hal yang sangat menentukan dalam bidang teknik pengelasan logam. Pemeriksaan kekuatan ini lebih penting lagi dalam pengelasan pipa. Hal ini disebabkan karena bentuk pipa yang bulat, maka posisi pengelasan sangat menentukan kekuatan sambungan las dari satu posisi ke posisi lainnya untuk menentukan hasil yang optimal. Oleh sebab itu, pengaruh posisi pipa yang di las terhadap kekuatan pada sambungan lasnya sangat penting diketahui.

Penelitian mengenai pengelasan telah banyak dilakukan untuk mengukur kemampuan hasil pengelasan. Bandriyana B, 2006 melakukan penelitian tentang perhitungan distribusi tegangan sisa dalam pengelasan sambungan-T pada sistem pemipaan. Dalam penelitian ini menyatakan bahwa bagian kritis dengan tegangan maksimum terjadi pada sambungan antara material pipa dan material las dengan pergeseran yang kecil. Koos Sarjono, 2006 melakukan penelitian yang menghasilkan bahwa parameter masukan panas pada proses pengelasan dengan metode ERW terhadap material pipa baja tidak berpengaruh terhadap sifat mekanis dalam hal ini nilai kekerasan *Vickers* di *Base Metal* (BM), *Heat Affected Zone* (HAZ) dan di *Weld Metal* (WM). Parameter kekuatan pengelasan merupakan rekomendasi dari sifat mekanik las tersebut. Dalam menentukan kualitas sambungan las terhadap sifat mekanisnya harus dilakukan suatu pengujian. Dimana hal ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh posisi letak pipa terhadap kekuatan sambungan las yang dilakukan (pengelasan pipa dengan dua posisi yang berbeda).

Dengan dilandasi hal tersebut maka dilakukan suatu analisa kekuatan mekanik

sambungan las pada pipa dengan posisi 5G (posisi pipa horizontal tetap) dan 6G (posisi pipa vertikal berputar). Pengujian yang dilakukan terhadap kekuatan patah takik (*Impact*) metode Charpy dan pengujian kekerasan dengan metode Rockwell setelah dilakukan pengelasan.

Bahan dan metode

Bahan

Dalam penelitian ini menggunakan pipa minyak yang disambung dengan pengelasan. Bahan pipa di pakai baja karbon rendah (AISI 1040), dengan sifat mekanis seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat Mekanis Baja AISI 1040
(www.matweb.com)

Sifat Mekanis	Satuan	Nilai
Densitas	Kg/m ³	7840 ÷ 7870
Modulus Elastisitas	GPa	200 ÷ 205
Kekuatan Tarik Ultimate	MPa	165 ÷ 295
Kekerasan Rockwell C		9,0
Elongasi	%	9 ÷ 48

Data spesifikasi pendukung yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut :

- Diameter Pipa : 8 inchi (203,2 mm)
- Tebal Dinding Pipa : 10 mm
- Jenis Kawat Las : Elektroda las AWS A5.1 E7016 Ø 3,2 mm.
- Posisi : Horizontal 5G dan vertikal 6G dengan Sudut Touch 70°

Jumlah pipa yang diuji 2 buah, pengelasan dilakukan oleh juru las yang sama, agar dapat dibandingkan kekuatan sambungan las. Spesimen uji untuk pengujian patah takik (*impact*) sebanyak 6 buah dimana masing-masing 3 horizontal dan 3 vertikal. Spesimen uji untuk pengujian kekerasan (*hardness*) sebanyak 2 spesimen, masing-masing mewakili 1 horizontal dan 1 vertikal

Metode dan Peralatan

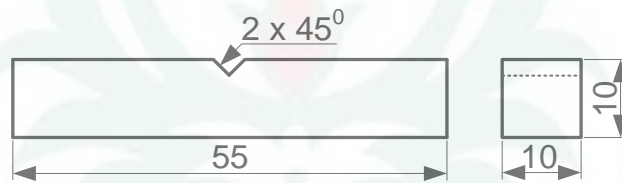
Dalam penelitian ini posisi pipa yang dilas dilakukan dalam dua posisi, yaitu posisi pipa

horizontal tetap (5G) dan posisi pipa vertikal berputar (6G). Metode pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan kekuatan mekanik dilakukan dengan pengujian pukul takik (*impact Charpy*) dan pengujian kekerasan (*hardness Rockwell*).

Jenis pengelasan yang digunakan pada penelitian ini adalah las busur listrik manual. Hal ini dipilih karena umumnya dipakai untuk pengelasan pipa dan kemampuannya untuk pengelasan pada semua posisi dan mutu las lebih baik jika dibandingkan dengan jenis las lain. Dalam melakukan pengelasan diperlukan energi panas yang diperoleh dari energi listrik (AC/DC). Besarnya energi dari busur listrik ditentukan sebesar 150 Ampere melalui pengatur listrik atau transformator las. Persiapan sambungan pipa merupakan dasar dari keberhasilan pengelasan pipa (Harsono

Wirjosumarto, 1985). Juru las harus memahami benar bentuk-bentuk sambungan las yang akan dipakai yang disesuaikan dengan ukuran dimensi, jenis las dan posisi pengelasan yang akan dilakukan. Bentuk sambungan las tumpul berkampuh merupakan sambungan yang sering dipakai pada sambungan las pipa dengan pipa atau pipa dengan sambungan *fitting*.

Lokasi pengambilan spesimen uji untuk pengujian sambungan las pada pipa minyak berdasarkan standard API 1104. Pada daerah logam las dari spesimen tersebut dibuat takikan pada tiap sisi darinya dengan kedalaman 0,125 inchi, dan kemiringan 45°. Spesimen uji patah takik (*impact Charpy*) dan uji kekerasan (*hardness Rockwell*) dibentuk sesuai dengan standard ASTM E23 seperti diperlihatkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



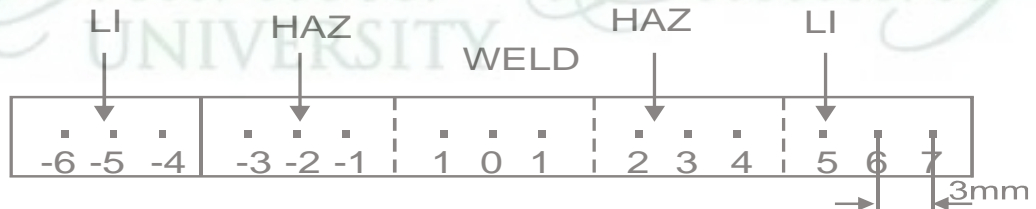
Gambar 1. Geometri dan Dimensi Spesimen Uji Pukul Takik (*impact*)



Gambar 2. Spesimen Uji Kekerasan untuk 5G dan 6G

Pengujian kekerasan dilakukan setelah spesimen direparasi (*grinding, polishing, etching*), selanjutnya spesimen uji siap untuk diuji kekerasannya. Spesimen uji ditempatkan pada suatu wadah yang dianggap stabil dan datar

untuk pemberian resin dan katalis. Spesimen diletakan pada meja pengujian setelah diberi tanda, dengan jarak masing-masing antara titik pengujian sekitar 3 mm seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Skema Lokasi Jejak Pengujian Kekerasan

Keterangan:

- LI = Logam Induk
- HAZ = Daerah pengaruh panas
- Weld = Daerah Lasan

Hasil Penelitian

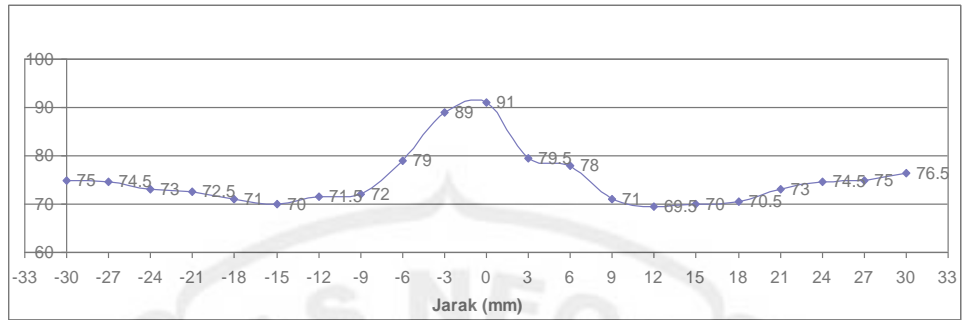
Hasil pengujian mekanik untuk posisi pengelasan pipa posisi datar tetap atau horizontal (5G) dan pipa berputar atau vertikal (6G) seperti diperlihatkan pada Tabel 2 sampai Tabel 4. Grafik hasil pengujian diperlihatkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.

Tabel 2. Data Uji Kekerasan Sambungan Pipa posisi horizontal (5G) spesimen I (150 Ampere, Beban 100 Kg)				Tabel 3. Data Uji Kekerasan Sambungan Pipa posisi vertikal (6G) spesimen I (150 Ampere, Beban 100 Kg)			
Jarak (mm)	RB	Lokasi	RB Rata-rata	Jarak (mm)	RB	Lokasi	RB Rata-rata
30	76,5	L.I.	74,75	30	73	L.I.	73
27	75			27	73		
24	74,5			24	72,5		
21	73			21	73,5		
18	70,5			18	70		
15	70	HAZ	70,25	15	69,5	HAZ	70
12	69			12	70,5		
9	71			9	70		
6	78	Weld	83,3	6	82	Weld	81,6
3	79,5			3	84,5		
0	91			0	87,5		
-3	89			-3	80		
-6	79			-6	74		
-9	72	HAZ	71,25	-9	73,5	HAZ	71,4
-12	71,5			-12	71		
-15	70			-15	70		
-18	71			-18	71		
-21	72,5	L.I.	73,75	-21	72,5	L.I.	73
-24	73			-24	74,5		
-27	74,5			-27	73		
-30	75			-30	72		

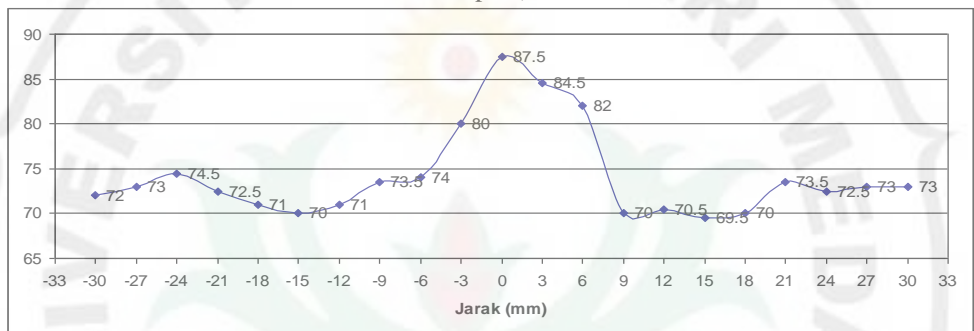
Tabel 5. Data pengujian patah takik (*Impact*)

Benda Kerja	Energi yang diserap spesimen uji (N.m)			Rata-rata (N.m)
	Spesimen I	Spesimen II	Spesimen III	
Pipa 5G (150 Ampere)	11,3	9,6	11,1	10,6
Pipa 6G (150 Ampere)	4,8	4,5	5,3	4,48

Pengaruh Posisi Pengelasan Terhadap Kekuatan Takik Dan Kekerasan Pada Sambungan Las Pipa



Gambar 4. Grafik Hasil Uji Kekerasan Sambungan Pipa posisi horisontal (5G) spesimen I (150 Ampere)



Gambar 5. Grafik Hasil Uji Kekerasan Sambungan Pipa posisi vertikal (6G) spesimen I (150 Ampere)

Pembahasan

Dari hasil pengujian kekerasan (hardness) untuk posisi pengelasan horisontal 5G arus 150 Ampere, patahan terjadi pada titik HAZ terendah yaitu pada Rb 69 (Tabel 2 dan Gambar 3). Sedangkan untuk posisi pipa berputar 6G arus 150 Ampere patahan terjadi pada titik HAZ terendah yaitu pada Rb 69,5 (Tabel 4 dan Gambar 5). Pada daerah kampuh las (*weld*) pipa posisi 5G di dapat hasil pengujian kekerasan tertinggi yaitu Rb 91 dan kampuh las pipa posisi 6G hasil pengujian kekerasan tertinggi yaitu Rb 87,5. Dari hasil pengujian dapat dibandingkan bahwa daerah kampuh las antara pipa posisi 5G dan 6G ini juga dapat dijadikan pendukung dari hasil uji patahan takik yang membuktikan bahwa pengelasan pipa pada posisi datar tetap 5G lebih kuat dibandingkan pada pengelasan pipa posisi berputar 6G .

Dari hasil pengujian patah takik (*impact*) dapat dilihat bahwa adanya perbedaan energi yang diserap oleh spesimen ketika terjadi patahan. Energi rata-rata yang diserap oleh spesimen yang dilaksanakan pengelasan dengan posisi 5G lebih besar dibandingkan dengan pengelasan posisi 6G

seperti ditunjukkan pada Tabel 4. Nilai energi rata-rata yang diserap untuk spesimen 5G sebesar 10,6 N.m dan spesimen 6G sebesar 4,48 N.m. Hal ini menunjukkan bahwa pengelasan dengan posisi 5G mempunyai kekuatan dan ketangguhan yang lebih baik dan gelembung gas tidak terjadi pada daerah las. Ikatan las cukup kuat mempengaruhi kekuatan hasil pengelasan.

Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pipa yang dilas dengan posisi horisontal (5G) atau pipa I dapat menerima beban dan tegangan yang lebih besar serta lebih banyak menyerap energi. Berarti pengelasan dengan posisi horisontal (5G) mempunyai kemampuan kekuatan yang lebih baik dibandingkan dengan pengelasan posisi posisi Vertikal. (6G). Dari hasil penelitian uji patah takik posisi 5G energi yang diserap rata-rata adalah 10,6 N.m lebih besar dari pada 6G yaitu 4,48 N.m. Sedang pada pengujian kekerasan (hardness) untuk posisi pengelasan horisontal 5G. Patahan terjadi pada titik HAZ terendah yaitu pada Rb 69 dan untuk posisi pipa vertikal 6G arus 150

Ampere patahan terjadi pada titik HAZ terendah yaitu pada Rb 69,5. Namun kedua pipa cukup memenuhi persyaratan standard kualifikasi. Pipa pada pengelasan posisi 5G lebih kuat disebabkan oleh karena HAZ lebih merata yang disebabkan posisi pengelasan pipa horizontal. Karena aliran metal cair akibat pengaruh gravitasi pada sambungan lasnya merata dibandingkan pengelasan pada posisi vertikal yang panasnya hanya terbagi pada satu sisi. Pada posisi Vertikal gas panasnya juga akan banyak berada pada bagian atas. Untuk pengelasan pipa diperlukan juru las dan prosedur yang memenuhi standard kualifikasi agar kesempurnaan sambungan las bisa lebih baik.

Daftar Pustaka

- American Petroleum Institute, 1980, Standard for Welding Pipelines and Related Facilities, APT Standard 1104. Houston, Texas.
- ASTM (American Standard Testing of Material), 1999
- B. Bandriyana, 2006, *Perhitungan Distribusi Tegangan Sisa Dalam Pengelasan Sambungan-T Pada Sistem Pemipaan*, Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir- BATAN
- Harsono Wiryosumarto, Thoise Okumura, 1985, *Teknologi Pengelasan Logam*, Pradya Paramitha, Jakarta.
- Koos Sardjono KP, 2006, *Pengaruh Masukan Panas Sambungan Las Erw Terhadap Kekerasan Material Pipa Baja Api 5L – GR.B (Diameter 10" dan Tebal 9.30 mm)*, Peneliti Balai Besar Teknologi Kekuatan Struktur – BPPT.