

# Kekerasan Dan Tegangan Tarik Lasan Baja ST-37 Pada Posisi Vertikal Dan Horizontal

Afrihan Sugiharto , I DG Ary Subagia, I Nyoman Budiarsa  
Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

## Abstrak

Las adalah suatu cara untuk penyambungan logam dengan cara dipanaskan sampai mencair. terdapat banyak teknik dalam pengelasan salah satunya adalah teknik pengelasan SMAW. Teknik pengelasan ini umum nya banyak digunakan untuk penyambungan konstruksi jembatan, penyambungan pipa dan semua bahan yang terbuat dari logam. Pengujian ini dilakukan dengan membuat sebanyak 5 spesimen untuk posisi pengelasan vertikal dan 5 spesimen untuk posisi pengelasan horizontal. Metode yang digunakan untuk pengujian yaitu radiography, NDT Ultrasonik, uji metalografi, uji kekerasan Vickers, dan uji tarik. Hasil pengujian menunjukkan nilai tegangan lebih besar terjadi pada posisi pengelasan vertikal yaitu lebih besar  $0.118 \text{ kg/mm}^2$  dari posisi pengelasan horizontal, dan memiliki nilai modulus yang lebih kecil dibandingkan dengan posisi pengelasan horizontal. Sedangkan posisi pengelasan horizontal memiliki nilai tegangan lebih kecil dibandingkan dengan posisi pengelasan vertikal tetapi memiliki nilai modulus yang lebih besar yaitu  $178.92 \text{ kg/mm}^2$  dibandingkan dengan posisi pengelasan vertikal. Pada pengujian kekerasan Vickers nilai kekerasan pada posisi horizontal lebih besar dari nilai posisi pengelasan vertikal. Pada pengujian radiografi diambil 1 cacat terbesar dari posisi pengelasan vertikal dan horizontal. Kemudian cacat terbesar di uji dengan NDT ultrasonik dan hasilnya adalah tidak ada cacat yang terjadi. Pada uji metalografi dilakukan pada area patahan dan hasilnya adalah jenis patahan ductile pada kedua posisi.

Kata kunci : Las, vertikal, horizontal, NDT, cacat.

## Abstract

Las is a way of connecting the metal by heating to melt. There are many techniques in welding one of which is the SMAW welding techniques. This welding technique is generally widely used for connecting the construction of the bridge, connecting pipes and all materials made of metal. Testing is done by making as many as 5 specimens for welding positions vertical and 5 horizontal specimens for welding positions. The method used for testing, namely radiography, ultrasonic NDT, metallographic test, Vickers hardness test and tensile test. The test result show value of a strains greater in vertical welding positions are greater  $0.118 \text{ kg / mm}^2$  of horizontal welding positions, and has a modulus value that is smaller than the horizontal welding position. Whereas horizontal welding position has a strains value smaller than the vertical welding position but has a modulus greater value of is  $178.92 \text{ kg / mm}^2$  compared to the vertical welding position. On the Vickers hardness test hardness value in the horizontal position is greater than value of the vertical welding position. On testing radiographic taken 1 biggest flaw of vertical and horizontal welding positions. Then biggest flaw in the test with ultrasonic NDT and the result is no defect happens. On the metallography test performed on the fault area and the result is a kind of ductile fracture in the second position.

Keywords: weld, vertical, horizontal, NDT, defect.

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Bertitik tolak dari ulasan dan kajian yang telah dilakukan terlihat cacat pengelasan menjadi salah satu factor menurun nya sifat mekanis sambungan. Dengan demikian, melalui penelitian yang dilakukan akan di uji cacat pengelasan dengan menggunakan NDT. Dari hasil riset sebelumnya terkait hasil pengelasan yang dilakukandan dipelajari diantaranya oleh (Imam P. 2008)[1]. mempelajari cacat las elektroda dengan *Non Destructive Testing* (NDT), dan (Pudin S. 2012)[2] tentang pengaruh posisi pengelasan terhadap kekuatan tarik dan kekerasan pada sambungan las. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan cacat las secara dini sehingga keutuhan knstruksi/struktur dapat dipertahankan. Selain itu bertujuan untuk mewujudkan efektifitas dari NDT dalam menganalisa cacat pada pengelasan. Penelitian ini dilakukan

dengan metode eksperimental yaitu menggunakan variasi posisi terhadap cacat pengelasan.

### 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana tegangan tarik hasil pengelasan dengan posisi Vertikal dan Horizontal ?
2. Bagaimana kekerasan hasil pengelasan dengan posisi Vertikal dan Horizontal ?
3. Bagaimana struktur makro hasil pengelasan dengan posisi Vertikal dan Horizontal ?
4. Bagaimana kualitas pengelasan dengan menggunakan NDT ultrasonik dan radiografi?

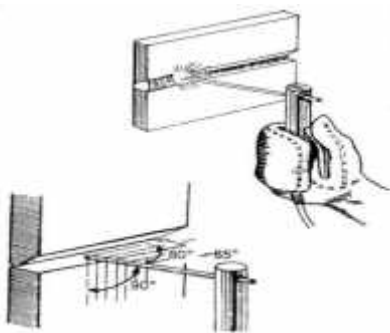
## 2. Dasar Teori

### 2.1 Posisi Pengelasan

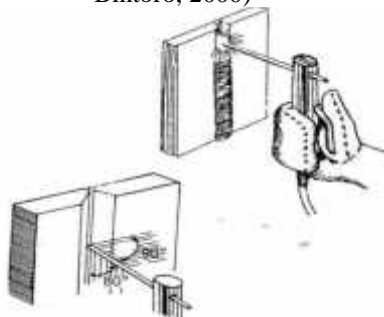
Posisi pengelasan yaitu pengaturan posisi atau letak gerakan elektroda las. Posisi pengelasan yang digunakan biasanya tergantung dari letak

kampuh-kampuh atau celah-celah benda kerja yang akan dilas. Posisi-posisi pengelasan terdiri dari posisi pengelasan di bawah tangan (down hand position), posisi pengelasan mendatar (horizontal position), posisi pengelasan tegak (vertical position), dan posisi pengelasan di atas kepala (over head position) (Bintoro, 2000) [3].

- Posisi pengelasan mendatar (horizontal position)  
Mengelas dengan posisi mendatar merupakan pengelasan yang arahnya mengikuti arah garis mendatar/horizontal. Pada posisi pengelasan ini kemiringan dan arah ayunan elektroda harus diperhatikan, karena akan sangat mempengaruhi hasil pengelasan. Posisi benda kerja biasanya berdiri tegak atau agak miring sedikit dari arah elektroda las. Pengelasan posisi mendatar sering digunakan untuk pengelasan benda-benda yang berdiri tegak
- Posisi pengelasan tegak (*vertical position*)  
Mengelas dengan posisi tegak merupakan pengelasan yang arahnya mengikuti arah garis tegak/vertikal. Seperti pada *horizontal position* pada *vertical position*, posisi benda kerja biasanya berdiri tegak atau agak miring



Gambar 1. Posisi Pengelasan Horizontal (Sumber: Bintoro, 2000)



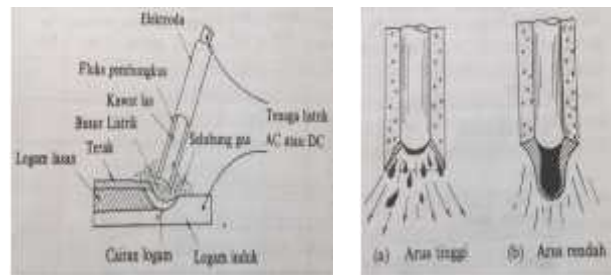
Gambar 2. Posisi pengelasan Vertikal (Sumber: Bintoro, 2000)

## 2.1 Las

Las elektroda adalah cara pengelasan yang banyak digunakan pada masa ini. Dalam cara pengelasan ini digunakan kawat elektroda logam yang dibungkus dengan fluks. Dalam gambar 3 dapat

dilihat dengan jelas bahwa busur listrik terbentuk diantara logam induk dan ujung elektroda. Karena panas dari busur ini maka logam induk dan ujung elektroda tersebut mencair dan kemudian membeku bersama.

Proses pemindahan logam elektroda terjadi saat ujung elektroda mencair dan membentuk butiran-butiran yang terbawa oleh arus busur listrik yang terjadi. Bila digunakan arus listrik yang besar maka butiran logam cair yang terbawa menjadi halus seperti terlihat dalam gambar 4 (a), sebaliknya bila arusnya kecil maka butirannya menjadi besar seperti tampak dalam gambar 4(b).



Gambar 3. pelelehan elektroda Gambar 4. perbedaan arus

(Sumber: Harsono W. 1988)[4]

Pola pemindahan logam cair seperti diterangkan diatas sangat mempengaruhi sifat mampu las dari logam. Secara umum dapat dikatakan bahwa logam mempunyai sifat mampu las tinggi bila pemindahan terjadi dengan butiran yang halus. Sedangkan pola pemindahan cairan dipengaruhi oleh besarnya kecilnya arus seperti diterangkan diatas dan juga oleh komposisi dari bahan fluks yang digunakan. Selama proses pengelasan bahan fluks yang digunakan untuk membungkus elektroda mencair dan membentuk terak yang menutupi logam cair yang terkumpul ditempat sambungan dan bekerja sebagai penghalang oksidasi. Dalam beberapa fluks bahannya tidak dapat terbakar, tetapi berubah menjadi gas yang juga menjadi pelindung dari logam cair terhadap oksidasi dan memantapkan busur. Dalam pengelasan ini hal yang penting adalah bahan fluks dan jenis listrik yang digunakan. Karena pentingnya hal tersebut maka bahan fluks dan jenis listrik akan dibicarakan terpisah.

## 3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan membuat spesimen sambungan las elektroda terbungkus. Melakukan analisa karakteristik mekanis dengan uji tarik dan kekerasan, analisa cacat menggunakan NDT ultrasonik dan Radiografi, serta struktur mikro.

### 3.1 bahan

Baja ST 37 adalah baja yang memiliki kekuatan tarik maksimum  $\leq 37 \text{ kg/mm}^2$ . Baja ST 37 merupakan baja karbon rendah yang mempunyai kandungan karbon kurang dari 0,3% dan lebih dari 99%

Pada penelitian ini memakai elektroda E 6013 menurut AWS A.5-64T. Komposisi elektroda ditunjukkan pada tabel sebagai berikut.

**Tabel 1. Komposisi Elektroda**

Elektroda	C	Si	Mn	P	S
E 6013	0,08	0,30	0,37	0,012	0,010

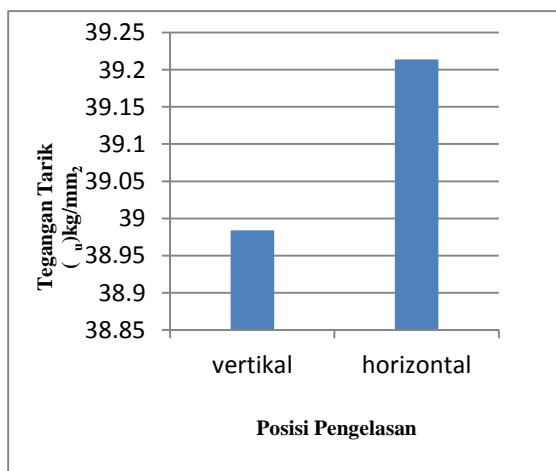
### 3.2 Alat penelitian

- Mesin Las
- NDT Ultrasonik
- NDT Radiografi
- Uji Tarik
- Uji Kekerasan
- Uji Metalografi

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Uji Tarik

Dari data hasil uji tarik selanjutnya dituliskan kedalam grafik, sebagai berikut :

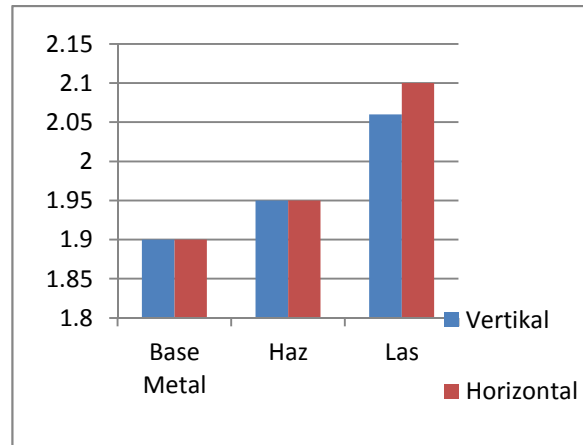


**Gambar 5. Grafik Tegangan**

Pada Gambar 5 nilai tegangan pengelasan Vertikal lebih kecil dibandingkan dengan pengelasan Horizontal, hal ini dikarenakan terjadi karena perbedaan kekerasan yang terjadi pada kedua posisi pengelasan yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi yang menyebabkan arah leleh terjadi panumpukan pada satu sisi .

### 4.2 Uji Kekerasan Vickers

Dari data hasil uji Kekerasan Vickers selanjutnya dituliskan kedalam grafik, sebagai berikut :

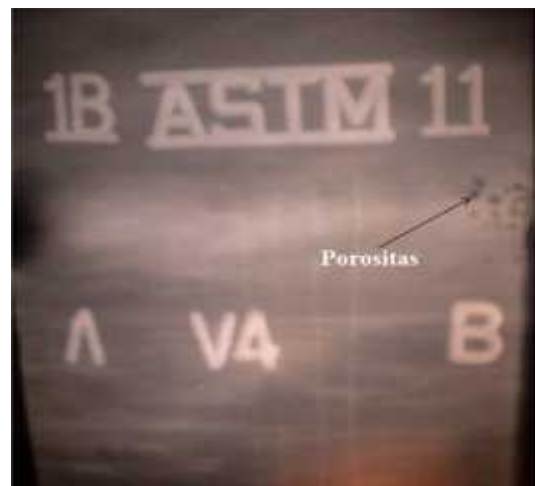


**Gambar 6. Grafik kekerasan vickers**

Dari gambar grafik diketahui bahwa pengelasan posisi horizontal memiliki nilai kekerasan yang sama pada base metal, pada daerah HAZ terjadi kesamaan kekerasan karena elektroda yang digunakan sama yaitu E 6013, pada daerah pengelasan terjadi perbedaan pada kekerasan hal ini karena posisi pengelasan yang berbeda pada posisi pengelasan vertikal jatuhnya leleh cenderung kebawah sehingga kekerasannya berbeda

### 4.3 Pengujian NDT (Non Destructive Testing) Radiografi

Pengujian NDT Radiografi dan Ultrasonik dilakukan setelah proses pengelasan untuk mengetahui kualitas hasil proses pengelasan.



**Gambar 7. Spesimen V4**

Pada Spesimen pengelasan posisi vertikal cacat pengelasan yang terjadi adalah porositas



**Gambar 8. Spesimen H4**

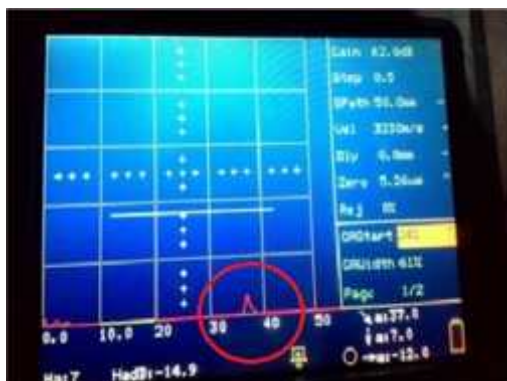
Pada Spesimen pengelasan posisi Horizontal cacat pengelasan yang terjadi adalah porositas.

**4.4 Pengujian NDT (Non Destructive Testing) Ultrasonik**



**Gambar 9. Indikasi layar spesimen V3 posisi pengelasan vertikal**

Dari pengelasan vertikal diambil Spesimen dengan no V3 yang merupakan cacat terbesar, dan hasilnya tidak terdapat gelombang yang tinggi sehingga bisa dikatakan Acc.



**Gambar 10. Indikasi layar spesimen V3 posisi pengelasan vertikal**

Dari pengelasan horizontal diambil Spesimen dengan no H4 yang merupakan cacat terbesar, dan hasilnya

tidak terdapat gelombang yang tinggi sehingga bisa dikatakan Acc.

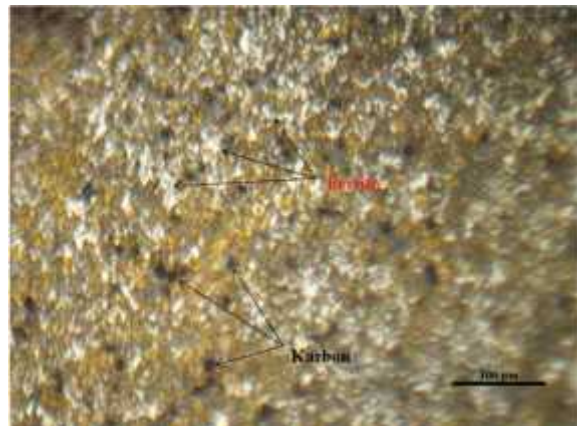
**4.5 Hasil Pengujian Metalografi**

Pengujian Metalografi dilakukan dengan mengambil dua spesimen dari setiap variasi. Spesimen uji menggunakan perlakuan *polishing* dan tidak menggunakan perlakuan.



**Gambar 11. Patahan Pengelasan Vertikal**

Pada Gambar 11 patahan spesimen pengelasan Vertikal terjadi patah ulet pada daerah HAZ yang ditandai dengan adanya deformasi panas yang luas di sekitar retakan. Proses pemanjangan retak ini terjadi cukup lama dan bisa dikatakan stabil. Hal ini menandakan bahwa material melakukan perlawanan terhadap pemanjangan retakan kecuali apabila tegangan yang terjadi diperbesar (Callister, Jr, William D. 2007)[5].



**Gambar 12. Mikrostruktur patahan uji tarik Posisi pengelasan Vertikal dengan perlakuan *polishing***

pada pengujian metalografi pada spesimen pengelasan vertikal yang di polis dan diberikan cairan etsha terdapat titik-titik hitam yaitu karbon dan yang berwarna putih adalah ferrite. Dari Gambar 12 Ferrite lebih dominan

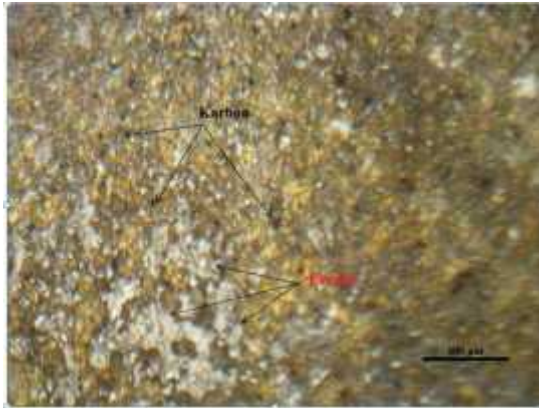


**Gambar 13. Patahan Pengelasan Horizontal**

Pada Gambar 13 patahan spesimen pengelasan Horizontal terjadi patah ulet pada daerah



HAZ yang ditandai dengan adanya deformasi panas yang luas di sekitar retakan. Proses pemanjangan retak ini terjadi cukup lama dan bisa dikatakan stabil. Hal ini menandakan bahwa material melakukan perlawanan terhadap pemanjangan retakan kecuali apabila tegangan yang terjadi diperbesar (Callister, Jr, William D. 2007).



**Gambar 14. Mikrostruktur patahan uji tarik posisi pengelasan Horizontal dengan perlakuan polishing**

pada pengujian metalografi pada spesimen pengelasan horizontal yang di polis dan diberikan cairan etsha terdapat titik-titik hitam yaitu karbon dan yang berwarna putih adalah Ferrite.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

Hasil pengujian menunjukkan nilai tegangan lebih besar terjadi pada posisi pengelasan horizontal yaitu lebih besar  $0.118 \text{ kg/mm}^2$  dari posisi pengelasan Vertikal, posisi pengelasan vertikal memiliki nilai tegangan lebih kecil dibandingkan dengan posisi pengelasan horizontal. Dari uji kekerasan Vickers menunjukkan nilai VHN dari posisi pengelasan horizontal lebih besar dari posisi pengelasan vertikal pada daerah HAZ nilai kekerasan posisi pengelasan vertikal dan horizontal adalah sama

Dari Ndt Radiografi pada pengelasan vertikal sering terjadi cacat porositas yang terletak pada start atau stop pengelasan. Sedangkan pada pengelasan horizontal terjada banyak cacat incomplete penetration. Pada pengujian ndt ultrasonic tidak terdapat gelombang cacat yang dilakukan pada specimen yang memiliki cacat terbesar .sehingga untuk specimen yang memiliki cacat terkecil dianggap Acc. Pengujian metalografi menjelaskan bahwa jenis patahan kedua posisi pengelasan adalah ductile.

## Daftar Pustaka

- [1] Imam P. J.S, Sarjito. *Analisis Kekuatan Sambungan Las Smaw (Shielded Metal ARC Welding) Pada Marine Plate ST 42 Akibat Faktor Cacat Porosita dan Incomplete Penetrasion*. Penerbit Universitas Diponegoro. Semarang, 2008.
- [2] Pudis s., *Pengaruh Posisi Pengelasan Terhadap Kekuatan Takik dan Kekerasan pada Sambungan Las Pipa*. Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Fakultas Teknik Unimed Vol.14 No.1/April 2012.
- [3] Bintoro, A. G., *Dasar-dasar Pekerjaan Las*, Penerbit Kanisius, 55 Yogyakarta, 2000.
- [4] Harsono, W. Toshie, O., *Teknologi Pengelasan Logam*. Cetakan ke-4, Penerbit Pradnya Paramitha, Jakarta, 1988.
- [5] Callister, Jr, William D. 2007. *Material Science and Engineerin*. John Wiley & Sons, Inc. United States of America.