



**ANALISA PENGARUH VARIASI PENGELASAN ULANG DAN VARIASI  
TEGANGAN PADA PLAT BAJA TERHADAP CACAT LAS DAN SIFAT MEKANIK**

**Septian Budi Ariansyah, Edi Santoso.ST,MT**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia

email: [rianariansyah28@gmail.com](mailto:rianariansyah28@gmail.com)

**ABSTRAK**

Perkembangan dalam dunia perindustrian pada saat ini mulai mempertimbangkan material baja untuk bahan utama dalam proses produksinya. Baja salah satu logam ferro yang banyak dipergunakan di dunia teknik, misalnya digunakan dalam bidang konstruksi, membuat alat-alat perkakas, alat-alat pertanian, komponen otomotif, dan semua struktur logam akan terkena pengaruh gaya luar yaitu berupa tekanan dan gaya tegangan gesek. Perbedaan paling mendasar adalah terdapat nilai keuletan pada logam las tersebut, dimana nilai keuletan logam las besi selalu lebih tinggi jika dibandingkan dengan logam induk. Proses pengelasan ulang atau repair dapat terjadi apabila material yang mengalami kerusakan atau cacat akibat kesalahan dalam pekerjaan di lapangan dan pengulangan pekerjaan. Karena terjadi proses pengelasan ulang ini maka akan mengakibatkan perubahan sifat mekanik dan struktur mikro pada suatu material. Pada umumnya sifat logam las besi lebih ulet, sehingga perlu dilakukan pengujian ketangguhan material untuk mengetahui sampai berapa kali pengelasan ulang atau repair dapat dilakukan. Maka berdasarkan hal tersebut di Tugas Akhir ini akan menganalisa pengaruh pengelasan ulang pada besi karbon terhadap nilai kekerasan serta terjadinya cacat di bawah permukaan yang mungkin terjadi akibat dilakukannya pengelasan ulang. Dari variasi tegangan dapat mempengaruhi hasil pengelasan. Terdapat beberapa hasil cacat las yang timbul yaitu incomplete penetration dan incomplete fusion. Terdapat kategori cacat las yang berbeda-beda pada hasil pengelasan normal dan repair. Pengujian hardness menunjukkan bahwa nilai kekerasan dapat berubah disebabkan karena pengaruh perubahan deformasi pada saat pengelasan. Dari hasil tegangan 220 volt menghasilkan nilai kekerasan di angka maksimum 4 HR<sub>A</sub> sedangkan tegangan 380 volt menghasilkan nilai kekerasan minimum 3,1 HR<sub>A</sub>.

**Kata kunci:** bahan ST42, kekerasan (Rockwell), metalografi, radiografi, SMAW.

**PENDAHULUAN**

Perkembangan dalam dunia perindustrian pada saat ini mulai mempertimbangkan material baja untuk bahan utama dalam proses produksinya. Baja salah satu logam ferro yang banyak dipergunakan di dunia teknik, misalnya digunakan dalam bidang konstruksi, membuat alat-alat perkakas, alat-alat pertanian, komponen otomotif, dan semua

struktur logam akan terkena pengaruh gaya luar yaitu berupa tekanan dan gaya tegangan gesek. Perbedaan paling mendasar adalah terdapat nilai keuletan pada logam las tersebut, dimana nilai keuletan logam las besi selalu lebih tinggi jika dibandingkan dengan logam induk.

Maka dari itu penelitian ini mengetahui cacat las yang timbul akibat proses pengelasan ulang, mengetahui

perbedaan struktur mikro baja yang di las dengan variasi pengelasan sebanyak 2 kali, mengetahui kekerasan material hasil pengelasan ulang. Dari acuan tersebut bermaksud untuk “ANALISA PENGARUH VARIASI PENGELASAN ULANG DAN VARIASI TEGANGAN PADA PLAT BAJA TERHADAP CACAT LAS DAN SIFAT MEKANIK” dan diharapkan memperoleh material hasil las dengan karakteristik yang terbaik.

### **Pengaruh Unsur Paduan Terhadap Baja**

Pada paduan baja, setelah mengalami proses metalurgi yang membentuknya, selain unsur karbon yang sebagai paduan utama, masih mengandung berbagai macam-macam unsur yang masing-masing memiliki pengaruh terhadap struktur mikro baja tersebut, Pengaruh unsur-unsur tersebut dapat saling menguatkan maupun melemahkan baja tersebut.

Secara umum unsur-unsur baja adalah Silikon (Si), Mangan (Mn), Fosfor (P), Sulfur (S), Nitrogen (N<sub>2</sub>), Tembaga (Cu), Nikel (Ni), Chrom (Cr), Oksigen (O<sub>2</sub>), Aluminium (Al), Hidrogen (H<sub>2</sub>) dan ada unsur lainnya tetapi dalam jumlah yang sangat sedikit serta beberapa senyawa bukan logam lainnya baik berwujud sulfida, oksida maupun silikat.

### **Sifat Mampu Las**

#### **1. Sifat Umum**

Secara umum sifat mampu las, dapat didefinisikan sebagai kemampuan bahan logam yang dapat di las dan mengalami penurunan mutu akibat terjadinya penggetasan, cacat atau retakan. Mutu hasil lasan akan terkait langsung dengan sifat mampu las dari bahannya yang dilihat dari sensitifitas sambungan las terhadap kemungkinan terjadinya penggetasan, cacat atau retak. Penggetasan, cacat atau retak berdampak langsung terhadap penurunan sifat mekanik dari logam yang di las.

#### **2. Retak Las**

Cacat las yang sering terjadi pada proses pengelasan adalah keretakan pada hasil las yang dapat terbagi menjadi dua kategori retak las yakni retak dingin dan retak panas.

#### **•Retak Dingin**

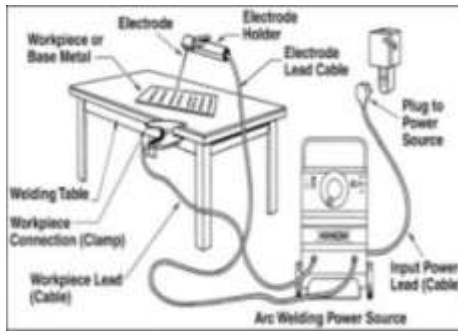
Retak yang terjadi pada daerah las pada suhu kurang lebih 300% C.

#### **•Retak Panas**

Retak yang terjadi pada suhu diatas 500% C.

### **Las SMAW**

Proses pengelasan SMAW (Shield Metal Arc Welding) yang juga biasa disebut dengan las stik adalah suatu proses pengelasan yang menggunakan arus panas untuk mencairkan material dasar atau logam induk dan elektroda dan menyambungkan suatu benda kerja material plat baja. Panas tersebut dihasilkan oleh proses lompatan ion listrik yang terjadi antara katoda dan anoda (ujung elektroda dan permukaan plat yang akan dilakukan pengelasan). Proses pengelasan (welding) merupakan salah satu proses penyambungan material. Adapun untuk definisi dari proses pengelasan yang mengacu pada AWS (American Welding Society), proses pengelasan adalah suatu proses penyambungan antara metal atau non metal yang dapat menghasilkan suatu bagian dimana material tersebut menjadi satu, dengan cara memanaskan material yang akan dilakukan proses penyambungan sampai pada suhu pengelasan tertentu, tanpa atau dengan proses penekanan dan tanpa atau dengan logam pengisi. Meskipun dalam metode pengelasan tidak hanya berupa proses penyambungan material, tetapi juga bisa berupa proses pemotongan dan brezing.



Gambar 1. Skema pengelasan SMAW

### Pengujian Radiografi

Uji radiografi adalah suatu pengujian dimana material yang akan diuji tidak mengalami proses perusakan. Pengujian dalam metode ini memiliki keuntungan dan kekurangan yaitu : [Hendro prasetiyo,2006].

Keuntungan uji radiografi :

- 1.Mampu mendeteksi cacat internal
- 2.Mampu memeriksa material logam dan non logam
- 3.Mampu memeriksa raw material dan hasil las
- 4.Mampu menghasilkan rekaman permanen dari komponen

Kekurangan uji radiografi ;

- 1.Harga peralatan dan biaya oprasional relatif mahal
- 2.Bahaya radiasi
- 3.Waktu setup lama
- 4.Cacat planar sulit di deteksi
- 5.Diperlukan akses dari ke dua sisi komponen.

### Pengujian Metalografi

Metalografi adalah salah satu cabang bidang metalurgi yang pada intinya adalah pengamatan struktur logam baik secara makro atau mikro. Struktur logam secara makro pengamatan dapat dilakukan tanpa alat bantu, sedangkan mikro harus diamati menggunakan alat bantu. Alat bantu tersebut bisa berupa mikroskopik yang memanfaatkan lensa-lensa optis atau menggunakan mikroskop elektron seperti

SEM (scanning electron micrography). Pengamatan makro sering digunakan misalnya untuk mengetahui keretakan makro atau untuk mengevaluasi hasil pengelasan. Sedangkan pengamatan makro banyak dilakukan untuk mengetahui fase-fase pada logam dengan paduan tertentu [gene mathers,2002].

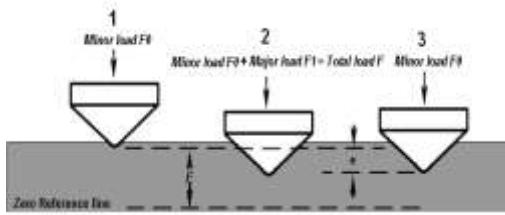
### Pengujian kekerasan (metode rockwell)

Kekerasan didefinisikan sebuah pengujian yang mencari karakteristik material yang dipengaruhi oleh sebuah paduan material dan kekerasannya dapat diubah bila dikerjakan dengan pengerjaan outdore. Pengujian kekerasan mempunyai tiga metode yaitu metode brinell, rockwell dan vickers.

Pengujian kekerasan menggunakan mesin uji rockwell yang menggunakan indenter bola baja atau kerucut intan yang di ditekan pada material uji. Dengan rumus  $HR = E - e$

### Pengujian rockwell

Pengujian kekerasan dengan metode Rockwell bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap indenter berupa bola baja ataupun kerucut intan yang dilakukan proses penekanan pada permukaan material uji tersebut. Untuk mencari suatu besarnya nilai kekerasan material dengan menggunakan metode Rockwell sudah dijelaskan pada gambar 2, yaitu pada langkah 1 benda uji ditekan oleh indenter dengan beban minor (Minor Load F0) setelah itu ditekan dengan beban mayor (major Load F1) pada langkah 2, dan pada langkah 3 beban mayor diambil sehingga yang tersisa adalah minor load dimana pada kondisi 3 ini indenter ditahan seperti kondisi pada saat total load F yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema kondisi indenter

inclusion. Cacat tersebut akan mengurangi ketebalan material sehingga akan lebih banyak menyerap radiasi yang akan diterima film dan menghasilkan gambar yang lebih hitam [Gene mathers,2002].

Dibawah ini merupakan rumus cara mencari besarnya kekerasan dengan metode Rockwell.

$$HR = E - e$$

keterangan :

F0 = Beban Minor(Minor Load) (kgf)

F1 = Beban Mayor(Major Load) (kgf)

F = Total beban (kgf)

e = Jarak antara kondisi 1 dan kondisi 3 yang dibagi dengan 0.003 mm

E = Jarak antara indenter saat diberi minor load dan zero reference line yang untuk tiap jenis indenter berbeda-beda

HR = Besarnya nilai kekerasan dengan metode hardness.

### Pengujian radiografi

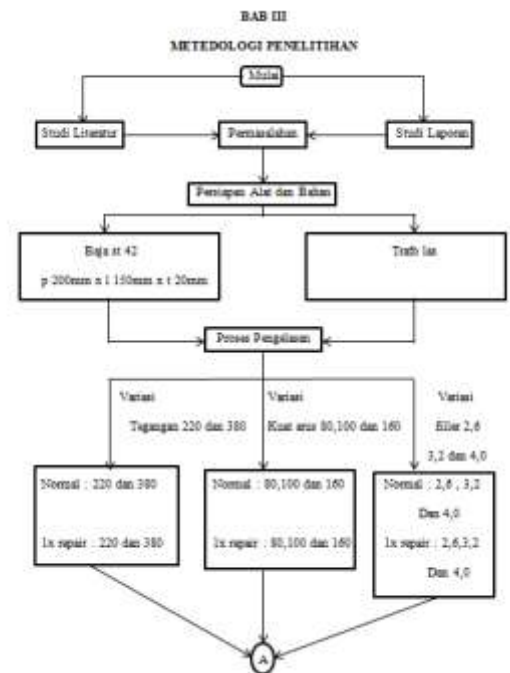
pengujian radiografi adalah pengujian yang tak merusak material tersebut dimana pengujian tersebut untuk mengetahui sebuah cacat yang terdapat didalam hasil pengelasan. Pengujian radiografi pada dasarnya adalah proses penyinaran benda uji (spesimen) dengan menggunakan sinar elektromagnetik seperti sinar x atau sinar gama yang dapat menembus material. Kedua sinar elektromagnetik tersebut memiliki panjang gelombang sebagai berikut :

Sinar x =  $2 \times 10^{-12}$  sampai 10-9 meter

Sinar gama = 10-13 sampai  $2 \times 10^{-12}$  meter

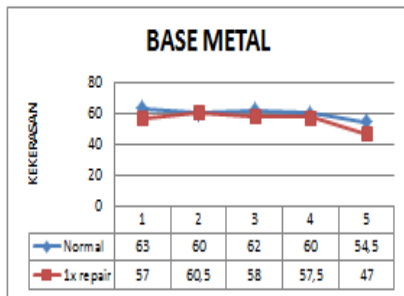
Sinar x dan sinar gama memancarkan cahaya yang berwarna putih yang dapat menembus material. Jumlah penyerapan radiasi tergantung pada kerapatan dan ketebalan suatu material serta intensitas radiasi. Penyerapan radiasi juga tergantung dengan ada tidaknya cact las yang timbul, seperti porosity, incomplete penetration, incomplete fusion, atau

### Prosedur eksperimen



### Hasil pengujian kekerasan

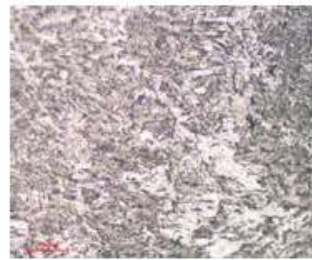
Dari percobaan ini akan diperoleh data berupa nilai kekerasan pada masing-masing posisi weld metal 5 titik. Pengujian dilakukan pada posisi top, bottom, and center. Jumlah masing-masing spesimen adalah 5 titik.



4.3.5 Grafik nilai kekerasan pada base metal dengan tegangan 380 volt menunjukkan perubahan kekerasan karena benda uji mengalami deformasi dengan selisih rata-rata

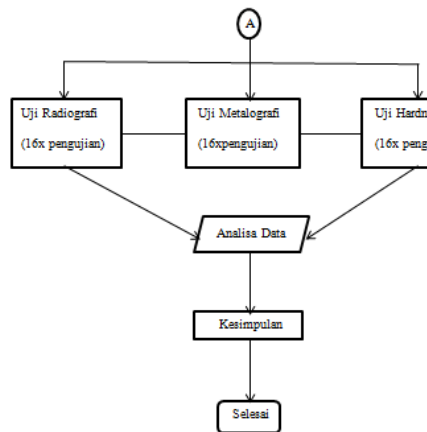
4

### Hasil metalografi



Gambar 4.4.9. foto mikro WM, dengan tegangan 380 V (normal)

Hasil pengujian menunjukkan bahwa partikel cacat las tersebar disemua variable karena benda uji mengalami perubahan deformasi yang terjadi pada saat pengulangan pengelasan.



### Kesimpulan dan saran

1. Dari variasi tegangan dapat mempengaruhi hasil pengelasan. Travel speed dan sudut filler juga sangat berpengaruh pada hasil pengelasan. Terdapat kategori cacat las yang berbeda-beda pada hasil pengelasan normal

Material Identification	Thicness (mm)	Interpretation		Evaluation		Remarks
		Indication	Size (mm)	Accepted	Rejected	
Normal	20	Incomplete fusion	200	-	Rep	Failed
1x repair	20	Incomplete penetration	200	-	Rep	Failed

Tabel 4.1.5 Hasil uji radiografi dengan variasi tegangan 380 volt

dan repair yaitu incomplete penetration dan incomplete fusion.

2. Pengujian hardness menunjukkan bahwa nilai kekerasan dapat berubah disebabkan karena pengaruh perubahan deformasi pada saat pengelasan. Dari hasil tegangan 220 volt menghasilkan nilai kekerasan diangka maksimum 4 HRa sedangkan kuat arus 380 amper menghasilkan nilai kekerasan minimum 3,1 HRa.

### SARAN

1. Supaya tidak terjadi cacat las pada saat pengelasan sebaiknya perhatikan trevel speed, sudut filler, kuat arus dan tegangan disesuaikan dengan posisi pengelasan.
2. Supaya tidak terjadi distorsi pada material saat pengelasan sebaiknya material diberi las ikat dan klem pada kedua sisi kiri dan kanan benda kerja.
3. Selain uji hardness rockwell disarankan untuk menguji kekerasan material hasil pengelasan dengan metode pengujian impact.

DET NORSKE VERITAS, "Inspection certificate of material" No: NV1100293, DNV-Rules for Ships Pt.2, Ch.2Sec.9

Gene Mathers, "The Welding of Aluminium and its alloys", Woodhead Publising Limited, England, 2002

Hendroprasetyo, Wing, "Handout Inspeksi Las", Jurusan teknik perkapalan, ITS, Surabaya, 2006

Smallman, R.E & Bhisop, R.J, "Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material", Edisi Keenam, Erlangga, Jakarta, 2000

Suherman, Wahid, "Pengetahuan Bahan", Jurusan Teknik Mesin, ITS, Surabaya, 1988

Vander Vort, George V, "ASM Vol 9: Metallography and Microstructur", ASM Internasional, Material Park, USA, 2004

Wirjosumarto, H. dan Okumura, T, "Teknologi Pengelasan Logam", PT Pradnya Paramita, Jakarta, 1996

<http://novotest.id/metode-pengujian-brinnell-vickers/>

Robutec.com

### Daftar pustaka

Anderson, Tony, "Aluminium-Q&A By TONY ANDERSON Ceng", ESAB Group, Michigan USA, 2008

Anderson, Tony, "Understanding The Alloys", ESAB Group, Michigan USA, 2008