

# ANALISA KEKERASAN DAN KETANGGUHAN PADA DAERAH HAZ HASIL LAS METODE SMAW

Yafet Bontong, Risa Lasarus

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Toraja

Email : [yafetbontong@ukitoraja.ac.id](mailto:yafetbontong@ukitoraja.ac.id)

## ABSTRAK

*Pengaruh arus pengelasan terhadap kekerasan dan ketangguhan HAZ hasil pengelasan penelitian ini bertujuan untuk mengetahui arus pengelasan terhadap kekerasan HAZ dan ketangguhan HAZ hasil las SMAW. Bahan diberikan perlakuan pengelasan dengan arus 80A, 100 A dan 120 A dengan menggunakan las SMAW DC polaritas terbalik dengan elektroda E6013 diameter 2,6 mm polaritas terbalik yaitu pemegang elektroda dihubungkan dengan kutub negatif. Jenis kampuh yang digunakan X dengan specimen dilakukan pengujian kekerasan HAZ, ketangguhan HAZ.*

*Dalam penelitian ini bahwa yang digunakan adalah baja karbon rendah berbentuk plat dengan panjang plat 10 mm, dipotong menjadi 21 batang. Elektroda yang digunakan jenis E6013 dengan diameter 2,6 mm, variasi arus pengelasan yaitu arus 80A, 100 A dan 120A kampuh yang digunakan kampuh X mesin uji Rockwell C dan mesin uji ketangguhan Impact test.*

*Tingkat kekerasan tertinggi pada arus 80A yaitu 0,46 kg/mm<sup>2</sup> sedangkan dibandingkan dengan bahan normal yaitu 0,6 kg/mm<sup>2</sup>. Ketangguhan pada bahan normal yaitu 2,654 mm<sup>2</sup> dibandingkan dengan arus pengelasan terendah pada arus 120Ampere yaitu 2,875 j/mm<sup>2</sup>.*

**Kata kunci:** Kekerasan, Ketangguhan, Daerah HAZ, Metode SMAW

## I. PENDAHULUAN.

Pembangunan konstruksi dengan logam pada masa sekarang ini banyak melibatkan unsur pengelasan khususnya bidang rancang bangun karena sambungan las merupakan salah satu pembuatan sambungan yang secara teknis memerlukan keterampilan yang tinggi bagi pengelassannya agar diperoleh sambungan dengan kualitas baik. Lingkup penggunaan teknik pengelasan dalam konstruksi sangat luas meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, bejana tekan, sarana transportasi, rel, pipa saluran dan lain sebagainya.

Penyetelan kuat arus pengelasan akan mempengaruhi hasil las. Bila arus yang digunakan terlalu rendah akan menyebabkan sulitnya penyalaan busur listrik yang terjadi menjadi tidak stabil. Panas yang terjadi tidak cukup untuk melelehkan elektroda dan bahan dasar sehingga hasilnya merupakan rigi-rigi las yang kecil dan tidak rata serta penembusan kurang dalam. Bila arus terlalu tinggi maka elektroda akan mencair terlalu cepat dan akan menghasilkan permukaan las yang lebih lebar dan penembusan yang dalam.

## II. TEORI DASAR

Pengelasan adalah proses penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas yang menyebabkan

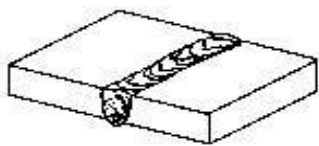
logam disekitar lasan mengalami sirkulasi thermal, sehingga logam disekitar lasan mengalami perubahan metalurgi yang rumit, deformasi dan tegangan-tegangan thermal. Hal ini erat hubungannya dengan ketangguhan, cacat las dan retak serta mempunyai pengaruh yang fatal terhadap keamanan dari konstruksi yang di las. Adanya energi panas yang diterima oleh logam pada proses pengelasan mengakibatkan perubahan-perubahan mulai dari struktur mikro sampai dengan ekspansi dan kontraksi secara mikro. Perubahan struktur mikro ini, akan berpengaruh pada sifat-sifat mekanik logam tersebut. Sifat-sifat mekanik ini diantaranya adalah kekuatan, keuletan, ketangguhan, dan kekerasan. Pada sambungan las, patah-getas menjadi lebih penting karena adanya faktor-faktor yang mendukungnya, seperti konsentrasi tegangan yang tidak sesuai dan adanya cacat lasan. Untuk mempertinggi keamanan las terutama pada sambungan las, diperlukan adanya penilaian kekuatan daerah las.

Untuk menilai kekuatan daerah las, perlu adanya pengujian dengan mempertimbangkan faktor-faktor dinamisnya yang mempengaruhinya, seperti regangan, tebal plat, tegangan sisa, konsentrasi tegangan dan regangan, kesemua ini dapat terlihat apabila

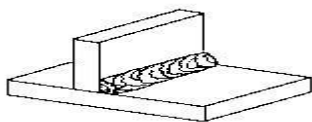
dilakukan pengujian dalam skala besar, baik dalam jumlah maupun dimensi.

Akan tetapi dipandang dari sudut ekonomis, hal ini tidak mungkin dilakukan. Oleh karena itu, agar kekuatan daerah las dapat terukur, dibuatlah pengujian dalam skala kecil yang distandarkan yaitu pengujian tarik dan pengujian tekuk. Tujuan pengujian ini untuk mengetahui seberapa besar perubahan kekuatan pada logam akibat proses pengelasan. Pengelasan merupakan suatu proses pengerjaan logam, pengerjaan logam dapat mempengaruhi secara mikro maupun makro dari logam tersebut. Artinya bahwa setiap logam yang mendapat proses pengerjaan logam, dalam hal ini pengelasan, akan mengalami perubahan. Perubahan yang terjadi salah satunya adalah perubahan kekuatan dari logam yang mengalami proses pengerjaan logam. Untuk mengetahui seberapa besar perubahan yang terjadi, yaitu membandingkan dengan bahan atau logam sebelum proses pengerjaan logam (pengelasan). Mengelas bukan hanya memanaskan dua bagian benda sampai mencair dan membiarkan membeku kembali, tetapi membuat lasan yang utuh dengan cara memberikan bahan tambah atau elektroda pada waktu dipanaskan sehingga mempunyai kekuatan seperti yang dikehendaki. Kekuatan sambungan las dipengaruhi beberapa faktor antara lain: prosedur pengelasan, bahan, elektroda dan jenis kampuh yang digunakan.

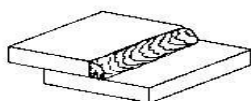
**Tipe-Tipe Sambungan Las**



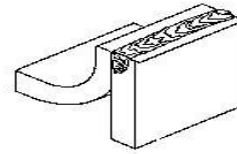
Sambungan Temu (*Butt Joint*)



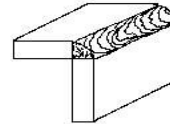
Sambungan Tee (*Tee Joint*)



Sambungan Tumpang (*Lap Joint*)



Sambungan Sudut (*Corner Joint*)



Sambungan Tepi (*Edge Joint*)

*Gambar 1 Tipe-Tipe Sambungan Las*

**Daerah Pengaruh Panas atau HAZ (Heat Affected Zone)**

Daerah pengaruh panas adalah daerah pada logam induk dan mengalami pemanasan dan pendinginan cepat. Struktur logam pada daerah pengaruh panas berubah secara berlangsung dari struktur daerah logam induk ke struktur logam las. Perubahan struktur pada daerah pengaruh panas biasanya bervariasi, sesuai dengan unsur karbon dan unsur paduan lainnya yang terkandung dalam besi. Perubahan suhu di dekat logam las berubah-ubah dari suatu tempat ke tempat lainnya. Logam pada pengaruh panas juga memiliki struktur dan sifat mekanis yang berbeda.

Logam las adalah bagian dari logam yang ada pada waktu pengelasan mencair kemudian membeku. Daerah pengaruh panas atau HAZ adalah logam dasar yang berseblahan dengan logam las. Akibat perbedaan temperatur pemanasan yang menyebabkan daerah logam las daerah pengaruh panas mengalami pendinginan karena selama proses pengelasan berlangsung mengalami siklus thermal pemanasan

**Pengujian Kekerasan HAZ**

Kekerasan HAZ adalah ketahanan suatu logam terhadap deformasi plastik yaitu kemampuan dari atom di daerah pengujian mempertahankan kedudukannya. Jadi kalau atom-atom tersebut mudah bergerak, maka berarti logam tersebut mudah berdeformasi atau dapat dikatakan logam tersebut lunak, demikian pula sebaliknya.

Jenis-jenis pengukuran kekerasan ada 3 cara yaitu :

1. Dengan cara goresan
2. Dengan cara dinamis/pantulan (elastic hardening)

### 3. Dengan cara penjejakan (indentor)

#### **Cara Goresan**

Cara ini dilakukan oleh Mohs, sehingga sering disebut cara Mohs dan sering dipakai pada bidang mineralogi. Prinsip pengujian ini adalah jika dua bahan/mineral saling digoreskan satu sama lain bahan/mineral yang lebih keras akan menggaris bahan yang lebih lunak. Mohs memberi skala yang paling lunak diberikan nomor 1 dan yang paling keras diberi nomor 10.

#### **Cara Dinamis**

Cara ini dikembangkan oleh Schore dengan alat yang disebut Schroscope. Prinsipnya adalah mengukur tinggi pantulan dari semacam palu/bola keras yang jatuh bebas dari ketinggian tertentu ke permukaan benda uji. Tinggi pantulan secara otomatis terukur pada skala yang terdapat pada alat tersebut. Indikasinya makin tinggi pantulannya berarti material makin keras sebab energi yang diserap pada benda uji makin sedikit.

Keuntungan dari cara dinamis yaitu :

1. Caranya sangat mudah dan cepat
2. Bekas penjejakannya sangat halus
3. Alatnya mudah dipindah-pindahkan

Kelemahan dari cara dinamis yaitu :

1. Jika permukaannya tidak benar – benar rata maka pantulannya kecil.
2. Benda uji harus terikat kuat pada dasar alat.
3. Tidak dapat digunakan pada benda uji elastis.

#### **Cara Penjejakan**

Prinsipnya memberikan pembenahan terhadap benda uji melalui indikator tertentu sehingga meninggalkan jejak pada benda uji dan jejak inilah yang diamati. Pada penelitian kali ini yang digunakan yaitu :

1. Cara Rockwell

Cara ini dilakukan dengan jalan membebani permukaan material melalui indentor bola baja selama 20 detik meninggalkan jejak yang timbul bola diukur diameternya dengan mikroskop tahanan permukaan yang diberikan oleh material terhadap tekanan bola baja adalah kekerasan dari logam tersebut. Nilai kekerasan Rockwell dapat di hitung dengan rumus :

$$H = (100 - HRB) \times 0.02 \text{ mm} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana : HR = Kekerasan Rockwell ( $\text{kg/mm}^2$ )

### 2. Cara Brinell

Cara ini dilakukan dengan jalan membebani permukaan material melalui indikator bola baja selama  $\pm 20$  detik meninggalkan jejak yang timbul bola diukur diameternya dengan mikroskop tahanan permukaan yang diberikan oleh material terhadap tekanan bola baja adalah kekerasan dari logam tersebut. Nilai kekerasan Brinell (HB) dapat dihitung dengan rumus :

$$HB = \frac{2.P}{\pi.D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \text{ (kg / mm}^2\text{)} \dots\dots (2)$$

Dimana : HB = Kekerasan Brinell ( $\text{kg.mm}^2$ )  
P = Beban (kg)  
D = Diameter Indentor (mm)  
d = Diameter jejak (mm)

Besarnya P tergantung dari bahan yang akan diuji, untuk baja p+30 D<sup>2</sup> dan untuk logam-logam lunak digunakan p = 5 d<sup>2</sup>. Diameter penekanan diukur dengan teliti dengan sebuah mikroskop.

Kekurangan dari alat ini adalah bahwa bola baja mempunyai kekerasan terbatas hingga logam yang kekerasannya lebih tinggi tidak dapat diuji dengan cara ini, karena justru bola baja yang akan mengalami deformasi.

### III. FASILITAS DAN METODE PENELITIAN

Tempat penelitian dilaksanakan di Laboratorium Metalurgi Fisik Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2016.

Bahan yang diteliti adalah bahan baja karbon rendah akibat arus listrik pada las SMAW dengan pengujian kekerasan HAZ dan ketangguhan HAZ dengan ukuran 200 mm dengan prosedur penelitian ini dilakukan dengan langkah-langkah penelitian sebagai berikut :

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah baja karbon rendah dengan tebal pelat 10 mm dipotong dengan panjang 200 mm sebanyak 21 batang.

Pengelasan seluruh spesimen 21 batang dan 3 batang normal terlebih dahulu di las yang 18 batang, dengan variasi amper yang berbeda. Setelah selesai pengelasan kerak-kerak yang ada pada pengelasan dibersihkan dengan sikat baja, dan didinginkan dengan udara setelah itu dilanjutkan dengan pengujian

kekerasan dengan metode Rockwell C dan uji ketangguhan.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Serangkaian penelitian ini, yang dilakukan dalam pengujian kekerasan HAZ adalah metode Rockwell C yang menggunakan indentor intan dengan pembebanan 100 kg. Besarnya nilai kekerasan HAZ menggunakan metode Rockwell C maka didapat data seperti dibawah ini :

Tabel 1 Data Pengujian Kekerasan Rockwell

Spesimen		Load	D	Hrc 1	Hrc 2	Rata2	
SMAW Pengujian daerah HAZ	Normal	1	100	1,588	52	70	70,00
		2	100	1,588	63	78	
	80 A	3	100	1,588	67	79	77,50
		4	100	1,588	66	76	
	100 A	5	100	1,588	65	81	80,00
		6	100	1,588	66	79	

Dari hasil perhitungan jenis bahan dengan arus 100 Amper mempunyai nilai kekerasan HAZ paling rendah dibandingkan dengan kelompok variasi arus dan nilai ketangguhan HAZ yang paling tinggi terdapat pada kelompok variasi arus 120 Ampere. Pada arus 100 Amper, arus yang terjadi terlalu rendah menyebabkan sukarnya penyalaan busur listrik yang terjadi kurang stabil, panas yang dihasilkan tidak cukup untuk melelehkan elektroda serta penembusan yang terjadi kurang maksimal.

Hasil perhitungan nilai kekerasan HAZ untuk spesimen yang tidak mengalami pengelasan mempunyai nilai kekerasan HAZ 0,6 kg/mm<sup>2</sup>.

Dengan melihat hasil nilai kekerasan HAZ tersebut maka dalam pengujian ini didapatkan nilai kekerasan HAZ yang berbeda menurut arus pengelasan, sehingga pada arus 80A, dan 100 A, kekerasannya semakin tinggi dibandingkan dengan bahan normal.

Tabel 2 Data Pengujian Kekerasan Rockwell

Jenis perlakuan panas	Beban bandul (j)	Jari-jari (mm)	Sudut simp bandul	Usaha kg/cm <sup>2</sup>	Bentuk patahan	
Normal	1	300	950	80	172	Ulet
80 A	1	300	950	102	112	Ulet
	2	300	950	84	160	Ulet
100 A	3	300	950	88	144	Ulet
	4	300	950	81	160	Ulet
120 A	5	300	950	74	176	Ulet
	6	300	950	89	142	Ulet

Ketangguhan HAZ dengan menggunakan variasi arus 80 A, 100 A, dan 120 A yang didapatkan pada spesimen normal

yang tidak mengalami pengelasan mempunyai nilai 2,654 j/mm<sup>2</sup>.

Untuk spesimen yang mengalami pengelasan dengan menggunakan kampuh X pada arus 80 A nilai uji ketangguhan = 1,726 j/mm<sup>2</sup>, pada arus 100 A nilai uji ketangguhan = 2,285 j/mm<sup>2</sup>, pada arus 120 A nilai uji ketangguhan = 2,875 j/mm<sup>2</sup>.

Arus pengelesan 100 A termasuk dalam arus yang diijinkan untuk elektroda E6013 dengan diameter 2,6 mm. Pada pengelasan ini busur yang terjadi lebih besar . Percikan busur terlihat lebih besar dan peleburan elektroda lebih cepat dan nilai yang dihasilkan dari pengujian ketangguhan untuk kualitas hasil pengelasan lebih besar.

#### V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Baja karbon rendah setelah mengalami pengelasan mempunyai nilai kekerasan HAZ tertinggi pada arus 80 A dengan nilai 0,46 mm<sup>2</sup> dan jika dibandingkan dengan normal nilai kekerasannya lebih rendah dengan nilai 0,6 mm<sup>2</sup>.
2. Baja karbon rendah setelah mengalami pengelasan mempunyai nilai normal tertinggi pada arus 120 A dengan nilai 2,875 J/mm<sup>2</sup> dan jika dibandingkan dengan baja karbon rendah yang tidak mengalami pengelasan untuk ketangguhan lebih rendah yaitu 2,654 J/mm<sup>2</sup> dibandingkan dengan mengalami pengelasan.

#### VI. DAFTAR PUSTAKA

- Alexander W.O., Davies G.J, Heslop S., 1990, Dasar Metalurgi Untuk Rekayasawan. Jakarta, Gramedia Pustaka Utama
- Althouse, A.D., 1970, Modern Welding. South Holland: the Goodheart Wiltox Co.Inc.
- Djaprie S., 1992, Ilmu dan Teknologi Bahan, Jakarta, PT. Pratnya Paramita.
- Djaprie S., Amstead B.J., 1993, Teknologi Mekanik, Jakarta, Erlangga.
- Schommets A., Gruber K., 1985, Pengetahuan Bahan Dalam Pengerjaan Logam, Bandung, Angkasa.

- Wiryosumanto H., Okumura T., 1994, Teknologi Pengelasan Logam, Jakarta, Pratnya Paramita
- Khurmi. 1984. Machine Design. New Delhi: Eurasia Publishing House.
- Nari, S. 2014. Pengaruh Arus Pengelasan Menggunakan Metode SMAW Dengan Elektroda E6013 Terhadap Kekuatan Tarik Dan Ketangguhan Pada Baja Karbon Rendah. Laporan Tugas Akhir. Rantepao: Jurusan Teknik Mesin Universitar Kristen Indonesia Toraja.
- Rapang, A. 2013. Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekerasan dan Ketangguhan Hasil Pengelasan. Laporan Tugas Akhir. Rantepao: Jurusan Teknik Mesin Universitas Kristen Indonesia Toraja.