

# STUDI PENGARUH *HEAT INPUT* TERHADAP KETANGGUHAN *IMPACT* LAS SMAW POSISI VERTIKAL BAJA ST 60 *TEMPER*

Nizam Effendi \*

## Abstrak

Baja St 60 adalah baja karbon sedang yang banyak dipergunakan untuk peralatan mesin, roda gigi dan untuk konstruksi umum karena mempunyai sifat mampu las dan kepekaan terhadap retak las. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh heat input terhadap ketangguhan *impact* las SMAW vertikal naik baja St 60 temper.

Pada hasil uji struktur mikro daerah Las terurai menjadi tiga jenis *grain boundary ferrite*, *widmanstatten ferrite*, dan *acicular ferrite*. Grain boundary ferrit tersebar merata didaerah las, struktur ini mempunyai sifat ulet. Pada logam induk fasa ferit lebih banyak daripada perlit dan perlit yang terbentuk tersebar merata. Sedangkan pada daerah Haz terjadi pertumbuhan martensit. Hal ini menunjukkan bahwa baja St 60 yang mengalami proses pengelasan terjadi peningkatan kekerasan pada daerah Haz seiring dengan semakin tingginya heat input dan laju pendinginan. Ketangguhan *impact* tertinggi di dapat pada masukan panas 275 j/mm dengan nilai 2.61 j/mm<sup>2</sup> dan ketangguhan *impact* terendah terdapat pada masukan panas 175 j//mm dengan nilai 0.85 j/mm<sup>2</sup>.

Kata kunci: Baja St 60, *Heat Input*, Struktur mikro, Kekerasan, Ketangguhan *Impact*.

## PENDAHULUAN

Baja St 60 dijelaskan secara umum merupakan baja karbon sedang, disebut juga baja keras, banyak sekali digunakan untuk tangki, perkapalan, jembatan, dan dalam permesinan. Baja St 60 dalam bentuk plat seringkali harus mengalami proses pengerolan setelah dilas untuk menyesuaikan dengan bentuk konstruksi dan disain. Penelitian ini mempelajari pengaruh heat input terhadap sifat fisis dan mekanik Baja St 60 yang di *quenching* oli dan ditemper setelah pengelasan, sehingga dapat diketahui efeknya terhadap konstruksi secara keseluruhan.

Proses *quenching* terhadap plat, menghasilkan lembaran yang memiliki kualitas permukaan akhir yang lebih baik, efek *quenching* terhadap plat yang dilas adalah menaikkan kekerasan, sehingga perubahan yang terjadi berpengaruh terhadap sifat mekanik dan struktur mikro.

Proses *tempering* adalah memanaskan kembali logam yang telah dikeraskan untuk menghilangkan tegangan dalam dan mengurangi kekerasan. Proses *tempering* dilakukan dengan memanaskan kembali logam pada tempeartur 150 - 560°C dan didinginkan secara perlahan – lahan sesuai sifat akhir logam tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *heat input* terhadap ketangguhan *impact* las *Shielded Metal Arc Welding*( *SMAW* ) vertikal naik baja St 60 yang di temper.

## TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian tentang pengaruh arus AC dan DC pada las busur lintrik terhadap kekerasan, kekuatan tarik dan struktur mikro pada baja karbon rendah juga telah dilakukan oleh **Heru Kristiawan (2000)** yang dimaksudkan untuk mengetahui perbedaan dari penggunaan arus AC dan DC pada pengelasan baja karbon rendah. Hasil pengujian kekerasan dengan arus AC pada logam las 41 kg/mm<sup>2</sup>, daerah Haz 39 kg/mm<sup>2</sup>, daerah logam induk 39,9 kg/mm<sup>2</sup>. Sedangkan dengan arus DC pada logam las 39,9 kg/mm<sup>2</sup>, daerah Haz 38,6 kg/mm<sup>2</sup>, daerah logam induk 38,6 kg/mm<sup>2</sup>. Pada hasil pengujian tarik dengan menggunakan arus AC

□ Dosen Jurusan Teknik Mesin S-1 , STTNAS Yogyakarta

adalah 57,61 kg/mm<sup>2</sup>, sedangkan dengan menggunakan arus DC adalah 56,36 kg/mm<sup>2</sup>. Dan pada pengujian struktur mikro, kandungan *perlit* pada spesimen arus AC di daerah logam las, HAZ dan logam induk lebih banyak, sedangkan kandungan *ferit* lebih sedikit. Daerah HAZ untuk kedua arus mempunyai kandungan *perlit* lebih sedikit apabila dibandingkan dengan logam las dan logam induk. *Ferit* daerah HAZ kelihatan lebih cerah.

Penelitian **Farid Ibrahim (2005)** memberikan pengaruh *hardening* dan *tempering* pada hasil pengelasan SMAW baja ASTM A533 yang dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu saat *treatment* terhadap ketangguhan las dan mengetahui perubahan sifat mekanik pada plat baja setelah mengalami pengelasan dan *treatment*. Plat baja ASTM A533 yang memiliki ketebalan 12 mm, lebar 75 mm dan panjang 300 mm tersebut setelah dilas, ada yang diberi perlakuan panas dan ada yang tidak, perlakuan panas yang dilakukan adalah *hardening* dan *tempering* dengan variasi waktu tahan 1, 2 dan 3 jam. Pengujian yang dilakukan adalah uji kekerasan, uji *impact* dan struktur mikro, pengujian dilakukan di daerah induk, daerah HAZ dan daerah las baik pada plat baja yang diberi perlakuan panas ataupun tidak. Hasil dari pengujian kekerasan didapat harga kekerasan maksimum terjadi di daerah HAZ yang telah melalui proses *hardening*, sedangkan harga kekerasan minimum terjadi di daerah las yang telah melalui proses *tempering* dengan waktu tahan 3 jam. Hasil pengujian *impact* didapat harga maksimum terjadi pada logam induk dan harga *impact* minimum terjadi pada saat proses *hardening* tanpa proses *tempering*. Struktur mikro yang terdapat pada baja ASTM A533 adalah *ferit*, *perlit* dan *martensit*.

## METODOLOGI PENELITIAN

### a. Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan bahan Baja St 60 dalam bentuk Plat dengan ketebalan 10 mm dan jenis kampuh V Tunggal. Alat penelitian berupa mesin Las AC, Elektrode Las AWS E 6013 diameter 4 mm, Oven Pemanas dan Mesin Pengamplas.

### b. Cara Penelitian

Pengelasan Plat dimulai dari ujung bawah sampai ujung atas dengan posisi Vertikal, kemudian dilakukan *Quenching* sampai suhu 850°C selama 2 jam lalu didinginkan dengan media olie SAE 20 selama 1 jam. Setelah mengalami *Quenching* di *Temper* dengan suhu 400° C ditahan selama 2 jam dan didinginkan dengan media udara bebas, laju pendinginan selama 40 menit kemudian dilakukan pengujian. Pengujian yang dilakukan adalah komposisi kimia, kekerasan, struktur mikro dan uji *Impact*

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Hasil Uji Komposisi kimia Baja St 60.

Komposisi kimia yang terdapat pada bahan baja St 60 didapat data hasil penelitian sebagai berikut :

**Tabel 1.** Data hasil uji komposisi baja St 60

UNSUR	KOMPOSISI (%)		KOMPOSISI (%)
Fe	98,46	V	0,00
S	0,011	Mn	0,697
Al	0,000	Mo	0,006
C	0,564	W	0,03
Ni	0,036	P	0,006
Nb	0,01	Cu	0,004
Si	0,142	Ti	0,00
Cr	0,040		

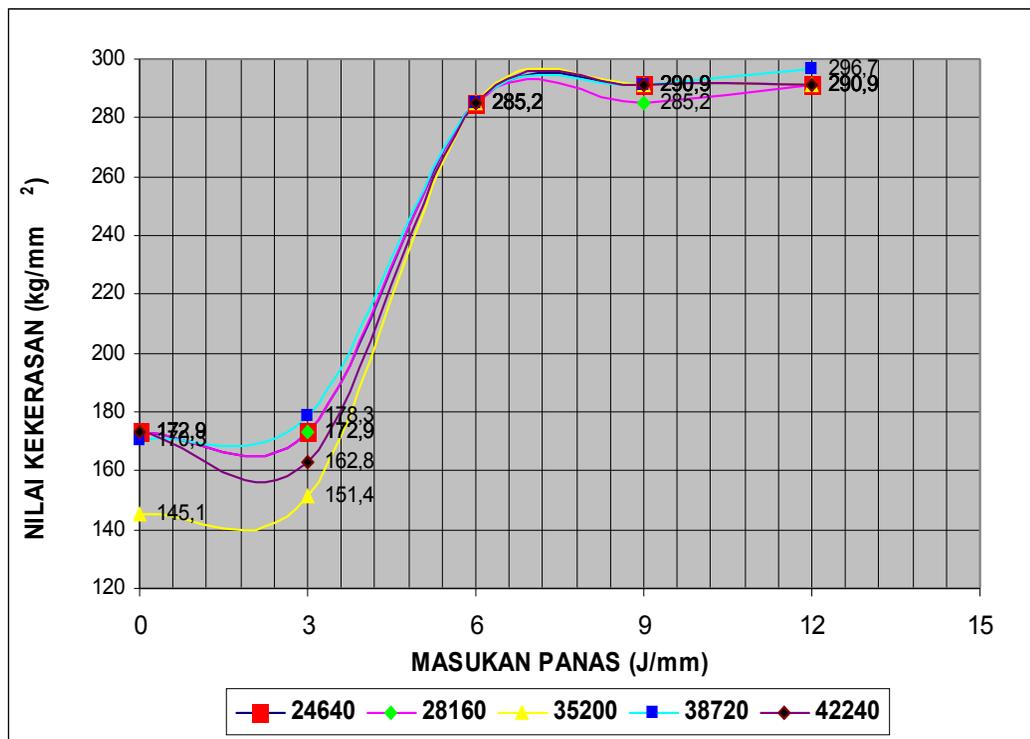
Analisis hasil uji komposisi pada tabel diatas bahwa kandungan karbon pada baja St 60 adalah 0,564 %, baja ini termasuk baja karbon medium. Pada baja St 60 ini terdapat

kandungan mangan 0,697 % yang mempunyai sifat keras dan tahan aus. Baja St 60 sangat cocok untuk pembuatan poros, roda gigi, rangka jembatan serta peralatan permesinan.

### Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan untuk mengetahui perubahan kekerasan yang terjadi setelah mengalami pengelasan. Pengujian ini menggunakan metode *Vickers* dengan beban 40 kg. Besarnya diagonal bekas injakan diukur dengan mikroskop. Pengujian kekerasan dilakukan pada 5 titik mulai dari pusat daerah las menuju ke logam induk dengan jarak tidak sama (tidak beraturan) disetiap titiknya pada masing-masing spesimen.

Dari pengujian kekerasan *vickers* yang dilakukan diperoleh hasil pengujiannya sebagai berikut :



Gambar 6. Grafik uji kekerasan Vickers kampuh V keseluruhan specimen

### Pembahasan Uji Kekerasan

Hasil pengujian kekerasan diperoleh dari penekanan mesin uji pada 5 bagian dari benda uji yaitu dimulai pada 0 (pusat las) sampai 12 mm dengan jarak setiap titik 3 mm. Pada setiap benda uji kekerasan yang berbeda, harga kekerasan sebelum perlakuan panas (raw) sebesar 178.3 kg/mm<sup>2</sup> sedangkan setelah mengalami perlakuan panas (las) dan proses heat treatment serta proses temper, nampak pada grafik terjadi penurunan kekerasan pada titik 3 mm (daerah Las) dikarenakan daerah haz melebar karena masukan panas yang besar terlihat pada gambar di atas dan terjadi peningkatan kekerasan pada titik 9 mm (daerah Haz) terjadi pada daerah Las dan haz, hal ini dipengaruhi oleh komposisi kimia logam las (baja lunak) dan logam induk (baja sedang) yang berbeda, semakin tingginya masukan panas yang akan dilas maka akan semakin lama laju pendinginannya, sehingga struktur yang diperoleh *perlit* dan *ferit* halus serta timbulnya *martensit* pada daerah Haz sehingga kekerasan meningkat. Dan semakin kecil masukan panas yang akan dilas, maka akan mempengaruhi laju pendinginan yang cepat, sehingga nilai kekerasannya akan menaik, karena adanya pengaruh proses pengelasan dengan masukan panas yang berbeda-beda serta proses *temper*, ini mengakibatkan tingkat kekerasan hampir merata sama dikarenakan proses pemanasan

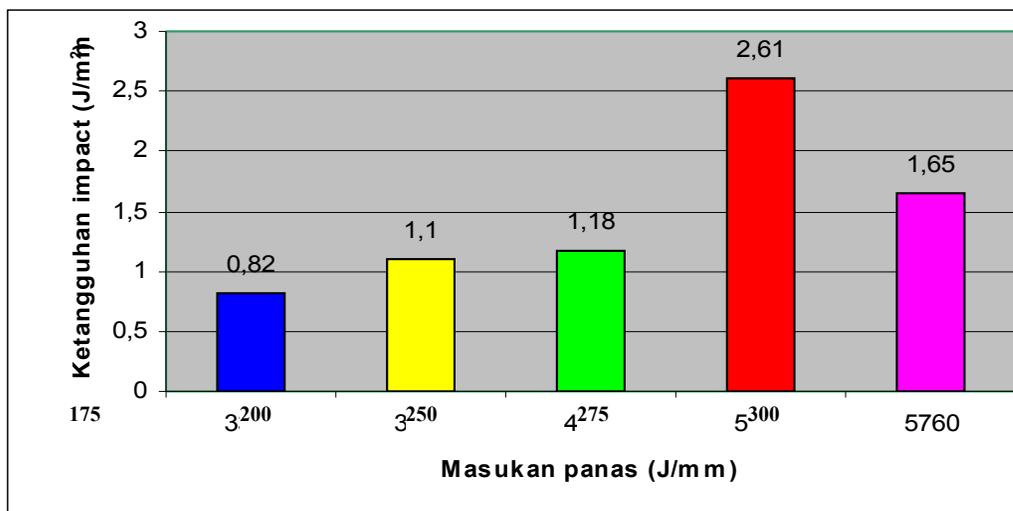
kembali dan mendinginkannya secara perlahan menggunakan media udara bebas menyebabkan bahan semakin getas di banding bahan raw.

### Uji *Impact*

Pengujian *impact* dilakukan bertujuan untuk mengetahui keuletan bahan, mengetahui pengaruh temperatur terhadap keuletan bahan, dan mengetahui kekuatan bahan terhadap beban kejut.

**Tabel 2.** Data hasil uji *impact*

Masukan Panas ( <i>j/mm</i> )	$\beta$ (°)		HI ( <i>joule</i> )		A ( <i>mm</i> <sup>2</sup> )		HK ( <i>joule/mm</i> <sup>2</sup> )		Hasil Rata rata
	1	2	1	2	1	2	1	2	
175	155	155	61,75	78,85	77	78,5	0,80	0,85	0,825
200	155	155	78,85	83,92	75	73	1,05	1,15	1,1
250	155	155	91,66	83,92	72,5	76	1,26	1,10	1,18
275	155	155	159,54	173,15	62	65	2,57	2,66	2,615
300	155	155	126,54	115,63	79,5	70	1,59	1,65	1,62



**Gambar 7.** Histogram uji ketangguhan *impact*

### Pembahasan

Pada pengujian *impact* perpatahan terjadi di daerah las, maksud dilakukan pengujian ini dititik beratkan pada kekuatan lasan pada St 60 tersebut terhadap ketangguhan *impact* atau ketangguhan tumbuk. Jenis – jenis perpatahan yang terjadi pada benda uji adalah patah ulet, sedang ciri – ciri perpatahan ulet adalah :

1. Terlihat adanya deformasi plastik seperti terjadinya deformasi selip dan deformasi kembar.
2. butir-butir kristal berubah bentuk memanjang karena adanya regangan geser.
3. patahan ulet tampak lebih suram dan seperti berserabut atau dinamakan *Fibrous fracture*.

Pada daerah Las terbentuk *acicular ferit*, *widmastatten ferit* dan *grain boundary ferit* yang mendominasi daerah Las sehingga sifatnya agak keras. Semakin tinggi masukan panas (*heat input*) maka *grainboundary ferit* semakin mendominasi sehingga semakin ulet pada uji

*impact* karena pada logam las kadar karbon kurang dari 0,3 % (baja lunak) *martensit* tidak tumbuh sehingga sifat bahan menjadi ulet.

### **Pembahasan Foto Struktur Makro Setelah Uji *Impact***

Bentuk dan foto makro dari specimen ketangguhan *Impact* :



**Gambar 8.** Foto makro uji impact las SMAW Vertikal RAW.



**Gambar 9.** Foto makro uji impact las SMAW Vertikal 140 A.



**Gambar 10.** Foto makro uji impact las SMAW Vertikal 160 A.



**Gambar 11.** Foto makro uji impact las SMAW Vertikal 200 A.



**Gambar 12.** Foto makro uji impact las SMAW Vertikal 220 A.



**Gambar 13.** Foto makro uji impact las SMAW Vertikal 240 A.

Dari hasil struktur makro pada uji *impact* terlihat perbedaan permukaan dari gambar – gambar foto diatas dengan masukan panas yang berbeda, semakin tinggi masukan panas maka akan berpengaruh terhadap ketangguhan *impact*. Maka dari hasil foto struktur makro ini dapat di ambil kesimpulan semakin besar masukan panas maka akan semakin tangguh bahan tersebut yang di iringi laju pendinginan.

Dari ke lima *specimen*, nilai kekuatan bahan yang tertinggi terjadi pada masukan panas 5280 j/mm dengan harga 2,61 j/mm<sup>2</sup> sedangkan nilai yang terendah terjadi pada masukan panas 3360 j/mm dengan harga 0,82 j/mm<sup>2</sup>

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data tentang *Studi Pengaruh Heat Input Terhadap Ketangguhan Impact Las SMAW Posisi Vertikal Baja St 60 Temper* dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Struktur mikro pada logam induk (*raw material*) terdapat struktur ferit dan perlit dalam bentuk butiran kasar dan tersebar merata. Struktur mikro yang terbentuk pada daerah logam las yang terdiri dari *grain boundary ferrite*, *acicular ferrite* dan *widmanstatten ferrite*. Struktur mikro yang terbentuk pada daerah logam Haz yang terdiri dari ferit yang tersusun kasar dan perlit tersusun halus serta timbulnya martensit akibat semakin tingginya masukan panas dan laju pendinginan.
2. Nilai kekerasan baja terjadi penurunan dan kenaikan kekerasan dikarenakan pada daerah tersebut adanya perbedaan komposisi kimia logam las (baja lunak) dan logam induk (baja sedang) karena *martensit* timbul jika %C lebih besar 0,3 % sebaliknya jika % C dibawah 0,3 % *martensit* tidak timbul seiring dengan semakin besarnya heat input maka Haz akan semakin melebar dan timbulnya martensit sehingga mempunyai efek pada daerah Haz, kekerasannya akan menjadi naik seiring dengan besarnya masukan panas dan laju pendinginan.
3. Pada masukan panas 275 j/mm terjadi kenaikan ketangguhan *impact*, ketangguhan cenderung naik seiring naiknya masukan panas makin tinggi masukan panas maka makin ulet.

Semakin tinggi masukan panas (*heat input*) maka *grainboundary ferit* semakin mendominasi sehingga semakin ulet pada uji *impact* karena pada logam las kandungan karbon kurang dari 0,3 % (baja lunak) *martensit* tidak tumbuh sehingga sifat bahan menjadi ulet.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Dieter, G. E., terj. Sriati Djaprie, 1986, ” *Metalurgi Mekanik* ” ,Edisi Ketiga, Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Farid Ibrahim 2005, *Pengaruh Hardening dan Tempering Pada Hasil Pengelasan SMAW Terhadap Ketangguhan Las dan Sifat Mekanis*, Teknik Mesin STTNAS, Yogyakarta.
- Hari Amanto, 1999 ” *Ilmu Bahan* ” Bumi Angkasa, Jakarta.
- Heru Kristiwan,2000, *Studi Pengaruh Arus Ac Dan Dc Pada Las Busur listrik Terhadap Kekerasan Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah*, Teknik Mesin STTNAS, Yogyakarta.
- Keyon, W., 1985 ” *Dasar-dasar pengelasan* ” Erlangga, Jakarta.
- Kou, S, 1987, ” *Welding Metallurgy* ”, John Wiles & Sons, Singapore.
- Lawrence H. Van Vlack, terjemahan. Sriati Djaprie, 2004, ” *Elemen – elemen Ilmu dan Rekayasa Material* ” ,edisi keenam, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Schonmetz, A., karl gruber, 1977, ” *Pengetahuan Bahan Dalam Pengerjaan Logam* ” ,Penerbit Angkasa, Bandung.
- Smallman, R.E., 2000,” *Metalurgi Fisik Modern* ” , edisi keempat, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Tata Sudira, Saito. S., 2000 ,”*Pengetahuan Bahan Teknik*”, Cetakan Kelima, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Tata Sudia, Chijiiwa, K., 1975 ,” *Teknologi Pengecoran Logam* ”, Penerbit PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Vanvlack, L.H., terjemah. Sriati Djaprie, 1983, ” *Ilmu dan Teknologi Bahan*”, Cetakan Keempat, Erlangga, Jakarta.
- Wirjosumarto, Okumura, H. T., 1991, ”*Teknik Pengelasan Logam*”, Penerbit PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Yudi Wibawa 1996, *Pengaruh Perlakuan Panas Hasil Las SMAW Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik*, Teknik Mesin STTNAS, Yogyakarta.