

# Pengaruh Kecepatan Pengelasan pada *Submerged Arc Welding* Baja SM 490 Terhadap Ketangguhan Beban Impak

Arianto Leman S.

Dosen Fakultas Teknik, Jurusan Pendidikan Teknik Mesin – Universitas Negeri Yogyakarta  
e-mail: arile\_man@yahoo.com

Suharno

Dosen Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin – STTNAS Yogyakarta

## Abstrak

Pengaruh kecepatan pengelasan pada *submerged arc welding* (SAW) atau pengelasan busur terendam baja SM 490 terhadap ketangguhan beban impact telah diselidiki. Kecepatan pengelasan merupakan salah satu parameter pengelasan yang berpengaruh terhadap sifat fisis dan mekanis, khususnya ketangguhan impact charpy. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketangguhan impact tertinggi sebesar 1,825 Joule/mm<sup>2</sup>, diperoleh pada kecepatan pengelasan 6,35 mm/s.

Kata kunci: Las busur rendam, kecepatan pengelasan, ketangguhan impact.

## Abstract

*The effect of welding speed of SM 490 steel submerged arc welded on impact charpy toughness was investigated. The welding speed is one of the parameter that affecting physics and mechanical properties, specially the impact charpy toughness. The result show that the welding speed of 6,35 mm/s give the highest impact toughness of 1,825 joule/mm<sup>2</sup>.*

*Keywords: Submerged arc welding, welding speed, impact toughness.*

## 1. Pendahuluan

Plat baja SM 490 yang digunakan pada pembuatan kanal-kanal untuk konstruksi jembatan di PT. Bukaka Teknik, Jakarta, menggunakan metode penyambungan las SAW (*Submerged Arc Welding*). Penggunaan metode pengelasan ini dikarenakan biayanya murah, proses relatif lebih cepat, lebih ringan, dan bentuk konstruksi lebih variatif [1]. Namun, harus diakui bahwa metode ini juga memiliki kelemahan, seperti: timbulnya lonjakan tegangan akibat perubahan struktur mikro di daerah sekitar las yang menyebabkan turunnya kekuatan bahan [4]. Kelemahan tersebut antara lain dipengaruhi oleh masukan panas dan siklus termal yang keduanya berkaitan langsung dengan kecepatan pengelasan sehingga mempengaruhi struktur pada HAZ maupun logam las.

Kepekaan terhadap patah getas adalah masalah besar pada baja. Dalam sambungan las, patah getas ini menjadi lebih penting karena adanya faktor-faktor konsentrasi tegangan, struktur yang tidak sesuai dan cacat dalam lasan [7]. Salah satu cara untuk mengukur ketangguhan terhadap patah getas digunakan metode pengujian impact charpy.

**Catatan:** Diskusi untuk makalah ini diterima sebelum tanggal 1 Februari 2005. Diskusi yang layak muat akan diterbitkan pada Jurnal Teknik Mesin Volume 7 Nomor 1 April 2005.

Tekanan gas argon pada pengelasan TIG baja ST 60 terhadap kekuatan beban kejut telah diteliti oleh Suheni. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan gas argon akan memperlebar HAZ dan menurunkan kekuatan beban kejut [6].

Tulisan ini akan mengkaji bagaimana kecepatan pengelasan yang terkait dengan masukan panas berpengaruh terhadap ketangguhan impact.

## 2. Landasan Teori

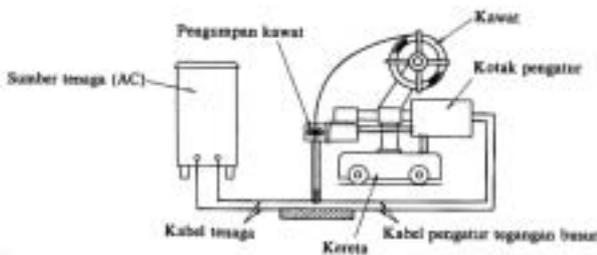
Las SAW adalah las busur terendam dimana busur listrik yang dihasilkan terendam di dalam fluks yang diumpankan melalui energi fluks sedangkan logam pengisi yang berupa kawat pejal diumpankan secara terus menerus [7]. Las SAW mempunyai efisiensi antara 85% sampai dengan 99%. Hal ini disebabkan oleh panas yang hilang sangat rendah karena panas dari busur ditutupi oleh fluks.

Masukan Panas adalah besarnya energi panas tiap satuan panjang las ketika sumber panas bergerak. Masukan panas (H), dinyatakan dengan persamaan berikut [5]:

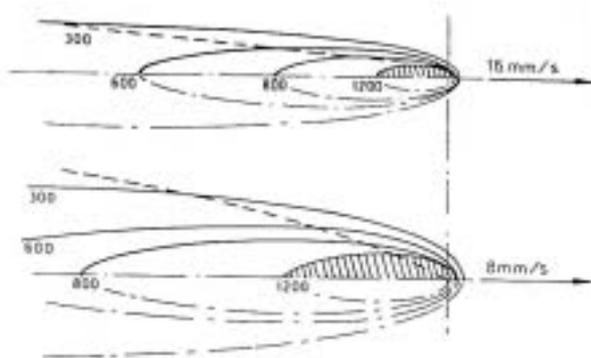
$$H = P/v = EI/v \tag{1}$$

dengan,  $P$  = tenaga input (Watt)  
 $v$  = kecepatan pengelasan (mm/s)  
 $E$  = potensial listrik (volt)  
 $I$  = arus listrik (ampere)

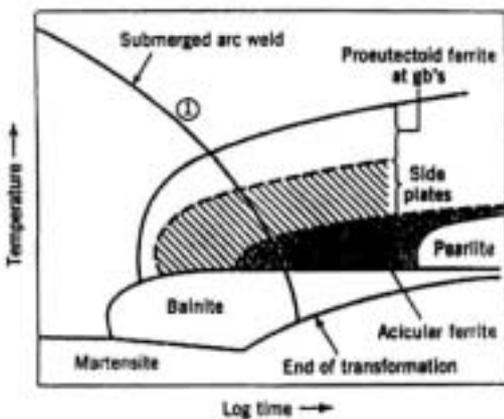
Dari persamaan (1) tampak bahwa kecepatan pengelasan akan mempengaruhi masukan panas yang pada gilirannya akan berpengaruh terhadap distribusi suhu, tegangan sisa dan distorsi. Hal ini jelas akan mempengaruhi struktur yang terbentuk pada HAZ maupun logam las sehingga berpengaruh pula pada ketangguhan las.



Gambar 1. Mesin Las *Submerged Arc Welding* (SAW) [7]



Gambar 2. Pengaruh Kecepatan Pengelasan Terhadap Distribusi Suhu [5]



Gambar 3. Diagram *Continuous Cooling Transformation* (CCT) [5]

Laju pendinginan (*cooling rate*) pada pengelasan baja karbon rendah sangat mempengaruhi struktur mikro yang terbentuk pada logam las dan daerah HAZ sebab proses pembekuan logam cair dan transformasi fasa sangat sensitif terhadap laju pendinginan. Struktur mikro baja terbentuk selama pendinginan dari suhu 800°C ke 500°C ( $\Delta t_{8/5}$ ) dan ditentukan oleh laju pendinginan, seperti diperlihatkan oleh diagram CCT (*Continuous Cooling Transformation*) [2].

### 3. Prosedur Penelitian

#### 3.1 Bahan Penelitian

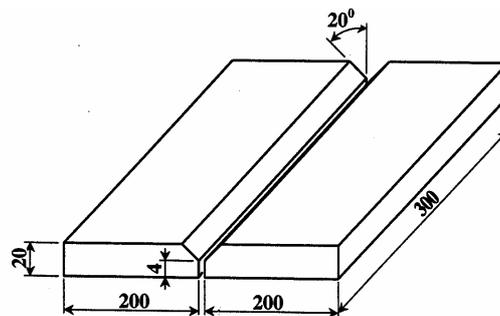
Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah plat baja SM 490 setebal 20 mm yang diambil dari PT. Bukaka Teknik.

Tabel 1. Komposisi Kimia Baja SM 490

Unsur	C	Si	Mn	P	S
Komposisi (% berat)	0,20	0,55	1,60	0,035	0,035

#### 3.2 Prosedur pengelasan

Pengelasan SAW dilakukan di PT. Bukaka Teknik, pada  $I = 450$  Amp dan  $E = 30$  Volt, dengan elektroda AWS A5.17.EM12K, berdiameter 4 mm, menggunakan fluks: OK FLUX 10,17 dengan butiran berukuran 0,2–1,6 mm. Variasi kecepatan pengelasan dipilih 4,23; 6,35 dan 7,62 mm/s. Setelah pengelasan, baja dibiarkan menjadi dingin di udara terbuka.



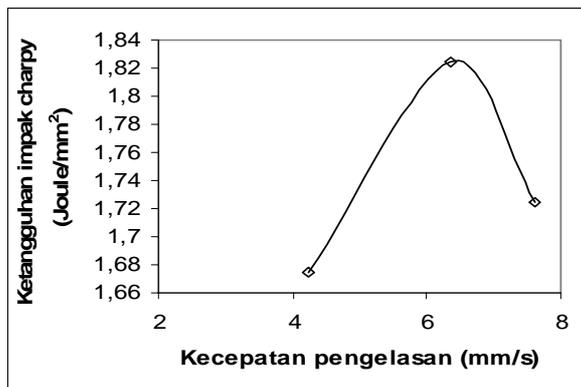
Gambar 4. Ukuran Bahan Sebelum Dilas

#### 3.3 Pengujian

Pengujian impak charpy dengan replikasi 3 buah untuk masing-masing variasi kecepatan pengelasan menggunakan benda uji sesuai standar ASTM E23-96 dilakukan pada suhu kamar. Pengujian lain untuk mendukung analisa adalah pengamatan struktur mikro dan makro.

### 4. Hasil dan Pembahasan

Dari persamaan (1), dapat dihitung masukan panas setiap variasi kecepatan pengelasan. Kecepatan pengelasan yang rendah memberikan masukan panas tinggi, sebaliknya kecepatan pengelasan yang tinggi memberikan masukan panas rendah. Pada masukan panas tinggi, laju pendinginan setelah pengelasan akan menjadi lebih lambat, sehingga struktur *acicular ferrite* (AF) yang terbentuk akan lebih banyak sesuai dengan diagram CCT (gambar 3). Sebaliknya pada masukan panas rendah, laju pendinginan akan lebih cepat sehingga struktur AF yang terbentuk lebih sedikit, tetapi lebih banyak terbentuk struktur ferit *Widmanstatten* (WF). Tetapi jika kecepatan pengelasan terlalu rendah, masukan panas menjadi terlalu tinggi sehingga struktur AF yang terbentuk berkurang karena mulai terbentuk struktur ferit batas butir atau *Grain boundary ferrite* (GF) dan WF. Struktur AF diketahui dapat meningkatkan ketangguhan daerah lasan, karena berfungsi sebagai *interlocking structure* [3].



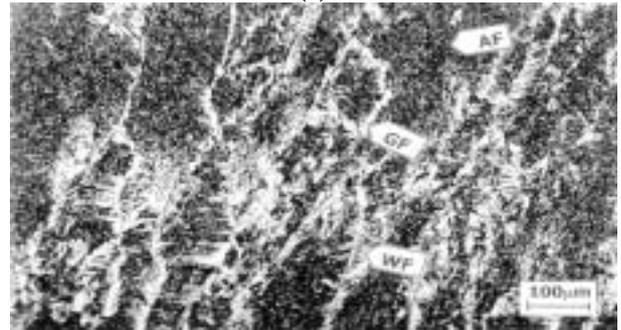
Gambar 4. Pengaruh Kecepatan Pengelasan Terhadap Ketangguhan Impak Charpy

Ketangguhan impak charpy yang diperoleh dari hasil pengujian disajikan pada gambar 4. Tampak bahwa ketangguhan tertinggi dicapai pada pengelasan dengan kecepatan 6,35 mm/s atau dengan masukan panas 2,12 kJ/mm. Hal ini dikarenakan jumlah struktur AF yang terbentuk paling banyak dibandingkan pada pengelasan dengan kecepatan 4,23 mm/s dan 7,62 mm/s (gambar 5).

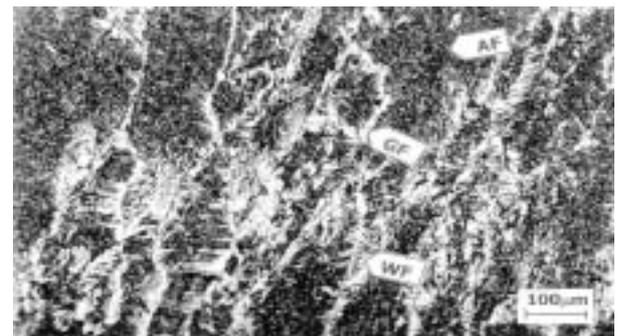
Pengamatan struktur mikro lebih lanjut pada gambar 5, menunjukkan bahwa pada pengelasan dengan kecepatan 4,23 mm/s cukup banyak terbentuk struktur WF. Sedangkan pada pengelasan dengan kecepatan 7,62 mm/s terlihat banyak terbentuk struktur GF dan WF.



(a)

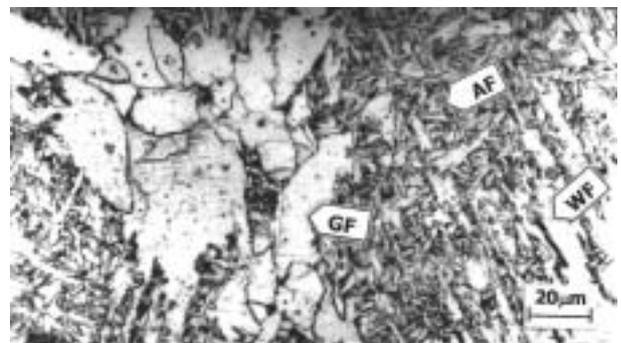


(b)



(c)

Gambar 5. Struktur Mikro Lasan: (a) 4,23 mm/s; (b) 6,35 mm/s; (c) 7,62 mm/s



Gambar 6. Struktur Acicular Ferrite, Grain Boundary Ferrite dan Widmanstatten Ferrite.

Gambar 6 memperlihatkan bentuk struktur AF, GF dan WF yang terbentuk selama pengelasan. Tampak jelas butiran-butiran struktur AF yang

saling berkaitan membentuk *interlocking structure* sehingga meningkatkan ketangguhan impak charpy. Hal ini juga telah dibuktikan oleh Evans dalam penelitiannya mengenai pengaruh *heat input* pada pengelasan baja dengan deposit lasan mengandung C-Mn [3]. Pada penelitian tersebut juga ditemukan jumlah struktur AF terbanyak diperoleh pada pengelasan dengan masukan panas 2 kJ/mm.

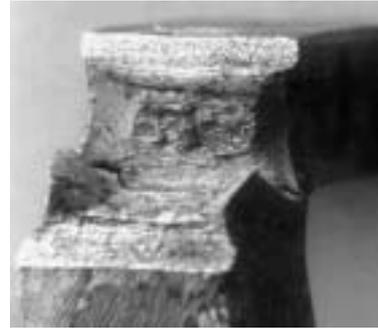
Pengamatan makro terhadap patahan impak yang tampak pada gambar 7, menunjukkan bahwa patahannya berupa campuran daerah patah getas dan daerah patah ulet. Daerah patah getas yang cukup besar tampak pada benda uji dengan kecepatan pengelasan 4,23 mm/s dan 7,62 mm/s, sedangkan pada pengelasan dengan kecepatan 6,35 mm/s menunjukkan daerah patah ulet yang lebih luas. Bila diperhatikan lebih lanjut, tampak bahwa permukaan patah getas pada pengelasan dengan kecepatan 4,23 mm/s lebih rata dari permukaan patah getas pada pengelasan dengan kecepatan 7,62 mm/s. Mungkin struktur bainit, meskipun dalam jumlah sedikit, juga terbentuk pada pengelasan dengan kecepatan 7,62 mm/s karena laju pendinginan daerah lasan menjadi lebih cepat. Hal ini semakin menjelaskan ketangguhan impak tertinggi dicapai pada pengelasan dengan kecepatan pengelasan 6,35 mm/s.



a. 4,23 mm/s



b. 6,35 mm/s



c. 6,35 mm/s

Gambar 7. Permukaan Patah Hasil Uji *Impak Charpy* (Daerah yang Diberi Kotak Putih Memperlihatkan Daerah Patah Getas).

### 5. Kesimpulan

1. Kecepatan pengelasan mempengaruhi ketangguhan impak daerah lasan.
2. Ketangguhan impak tertinggi sebesar 1,825 joule/mm<sup>2</sup> diperoleh pada pengelasan dengan kecepatan 6,35 mm/s.

### Daftar Pustaka

1. Cary, H.B., *Modern Welding Technology*, 4<sup>th</sup> edition, Prentice Hall, New Jersey, USA, 1998.
2. Easterling, Kenneth., *Introduction to the Physical Metallurgy of Welding*, Butterworths & Co. Ltd, 1983.
3. Evans, G.M., "Effect of heat-input on the microstructure and properties of C-Mn all-weld metal deposits", *OERLIKON-Schweißmitt*, 38, 1980, No. 90, p.4-17.
4. Jamasri, dan Subarmono, "Pengaruh Pemanasan Lokal terhadap Ketangguhan dan Laju Perambatan Retak Plat Baja Grade B", *Media Teknik*, UGM, Yogyakarta, 1999.
5. Messler, R.W., *Principle of Welding*, John Wiley & Sons Inc, New York, USA, 1999.
6. Suheni, "Pengaruh Tekanan Gas Argon pada Baja ST 60 terhadap Kekuatan Beban Kejut dengan Proses Las TIG", *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin 2003*, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Oktober 2003, hal. 85-88.
7. Wiryosumarto, H., dan Okumura, T., *Teknologi Pengelasan Logam*, cetakan ke-3, Pradnya Paramita, Jakarta, 1986.