

PENUTUPAN DENGAN ASBES DAPAT MEMPERBAIKI SIFAT MEKANIK
DARI SAMBUNGAN BAJA DENGAN LAS BUSUR LISTRIK

Trisno *)
A. Sulaiman **)
H. Wirjosumarto ***)

R I N G K A S A N

Sifat-sifat mekanik yang penting dari sambungan las adalah kekuatan dan keuletan. Kedua sifat ini dapat diuji dengan pengujian tarik, pengujian takik dan pengujian kekerasan. Kedua sifat utama tersebut sangat tergantung dari perlakuan lanjut yang dikenakan pada sambungan yang dimaksud.

Di dalam penelitian ini dibandingkan pengaruh dari tiga perlakuan lanjut terhadap kedua sifat mekanik tersebut di atas pada sambungan las baja dengan busur listrik. Ketiga perlakuan lanjut yang dimaksud adalah: (a) tanpa perlakuan apa-apa, (b) dipanaskan dalam tungku pada temperatur 650°C selama setengah jam dan diikuti dengan pendinginan di dalam tungku dan (c) ditutup dengan asbes segera setelah selesai pengelasan lapisan las yang terakhir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penutupan dengan asbes menghasilkan sifat-sifat mekanik yang lebih baik dari pada pengelasan yang tidak diikuti dengan perlakuan apa-apa, walaupun belum menyamai hasil dari pengelasan yang mendapat perlakuan lanjut dengan pemanasan di dalam tungku.

*) Peneliti, Balai Penelitian Bahan-Bahan, Bandung.

**) Peneliti, Lembaga Metallurgi Nasional, Bandung.

***) Dosen, Departemen Mesin, Institut Teknologi Bandung.

Karena penutupan dengan asbes relatif mudah dan mudah pelaksanaannya, maka proses ini perlu mendapatkan perhatian lebih lanjut dalam pengembangannya untuk penggunaannya secara praktis.

A B S T R A C T

The important mechanical properties in welding technology are strength and ductility of the welded joint. These two properties can be examined through tensile testing, impact testing and hardness testing. It has been know that those two properties are influenced by the post treatment imposed to the welded joint.

In this work those properties were studied on electric arc welded joints of steel plates which have undergone three different post treatments. The three treatment are: (a) without post treatment, (b) heated in a furnace at 650°C for half an hour followed by furnace cooling and (c) covering the weld with asbest immediately after the last pass of the welding process. Results of the study show that covering the weld with asbest produces better mechanical properties than that without treatment, eventhough it is still inferior compared to the one which has been heated in the furnace.

Due to the incomplexy and uncostly of the asbest-covered post treatment, it is necessary to study further the development of this treatment process for practical use.

PENDAHULUAN

Kwalitas sambungan las di samping tergantung pada kecermatan preparasi dan ketrampilan juru lasnya juga sangat tergantung pada macam perlakuan lanjut yang dikenakan pada sambungan tersebut. Di dalam teknologi sambungan las baja, perlakuan lanjut yang dimaksudkan adalah perlakuan panas yang dilaksanakan segera setelah proses pengelasannya selesai. Perlakuan panas ini antara lain dimaksudkan untuk menghilangkan tegangan-tegangan sisa yang disebabkan oleh proses pengelasan itu sendiri^{(1) (2)}. Pada umumnya perlakuan panas sukar dilak-

sanakan karena bentuk-bentuk benda kerja yang telah selesai dilas tidak memungkinkan untuk memanaskan benda kerja tersebut dengan baik.

Dalam penelitian ini dicoba untuk mengganti perlakuan panas tersebut dengan cara menutup sambungan yang baru selesai dilas dengan asbes. Dengan ini penurunan temperatur dapat diperlambat, sehingga kemungkinan terjadinya tegangan sisa juga dikurangi. Kemudian kualitas sambungan dengan perlakuan lanjut dengan asbes ini dibandingkan dengan kualitas sambungan tanpa perlakuan lanjut dan sambungan dengan perlakuan panas. Perlakuan lanjut dengan asbes ini diambil sebagai pokok penelitian karena proses tersebut dapat dilaksanakan dengan mudah dan murah.

Kwalitas yang dimaksudkan dalam penelitian ini dihubungkan langsung dengan dua sifat mekanik yaitu: kekuatan tarik dan keuletan. Dari literatur^{(3) (4)} dapat disimpulkan bahwa kedua sifat ini dapat diuji dengan pengujian tarik, pengujian takik dan pengujian kekerasan.

Berdasarkan uraian di atas maka penelitian ini dilakukan dengan mempelajari dan membandingkan hasil-hasil pengujian tarik, takik dan kekerasan terhadap batang-batang uji sambungan las baja yang telah mengalami perlakuan lanjut berupa: tanpa perlakuan apa-apa, dengan perlakuan panas dan penutupan dengan asbes.

PEMBUATAN DAN PENGUJIAN BATANG UJI

a. Pengelasan

Dibuat sembilan sambungan las yang sama masing-masing dengan jalan mengelas dengan busur listrik dua pelat ukuran 40 cm x 10 cm dan tebal 13 mm, dengan kampuh las berbentuk "V" dengan sudut 60° - 70°. Bahan pelat yang dilas adalah pelat ketel yang menurut H.C.N.K. - N. 719 termasuk sebagai baja K.P.St. 41^{*)}. Sedang elektroda las yang dipergunakan adalah elektroda Philips 36 dengan diameter 3,2 mm.

*) Sifat pelat baja K.P.St. 41

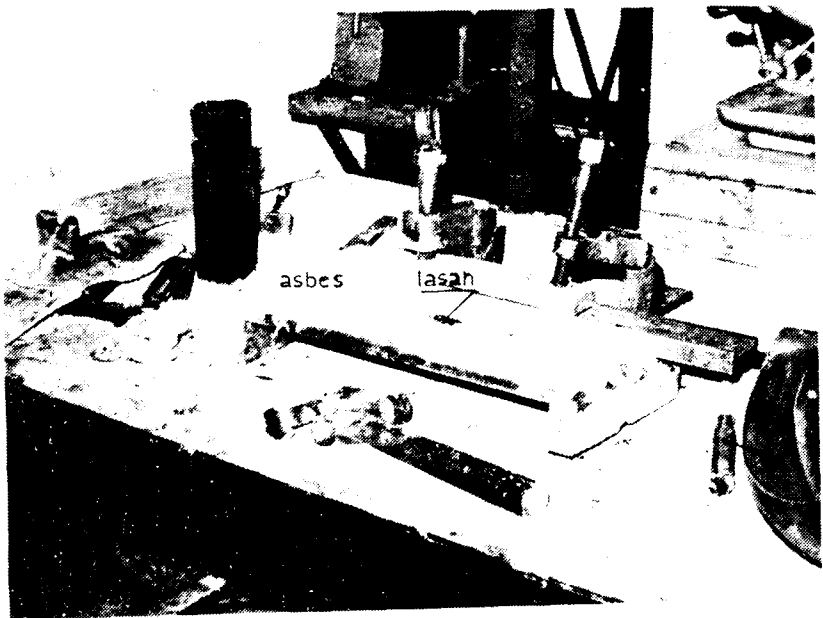
$$\text{Batas ulur } \sigma_u = 25 \pm 1 \text{ kg/mm}^2$$

$$\text{Kekuatan tarik } \sigma_{\text{mak}} = 44 \pm 1 \text{ kg/mm}^2$$

$$\text{Regangan maksimum } \epsilon = 33 \pm 1 \%$$

b. *Perlakuan Lanjut*

Tiga dari sambungan las ini segera setelah selesai proses pengelasan lapisan terakhir ditutup dengan asbes dan dibiarkan mendingin di udara kamar (Gambar 1). Tiga sambungan berikutnya setelah dingin dipanaskan kembali di dalam tungku listrik sampai mencapai temperatur 650°C ditahan pada temperatur tersebut selama setengah jam, dan kemudian didinginkan di dalam tungku dengan jalan memutuskan aliran listriknya. Tujuan dari pemanasan ini adalah untuk menghilangkan tegangan sisa, tanpa terjadi perubahan struktur.



Gambar 1. Penutupan dengan asbes

Sedang tiga sambungan yang terakhir setelah selesai pengelasan dibiarkan mendingin di udara tanpa diikuti dengan perlakuan lanjut.

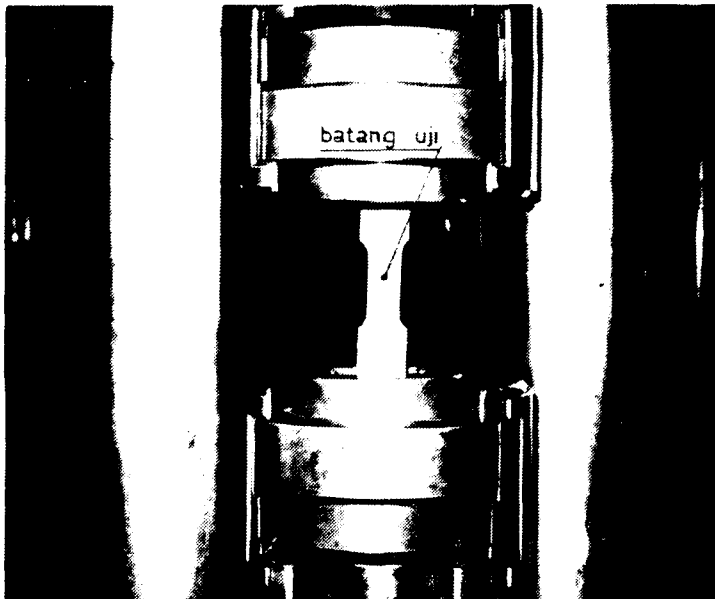
c. *Pembuatan Batang Uji*

Dari sembilan sambungan yang telah mengalami tiga macam perlakuan lanjut yang berbeda ini dibuat batang uji

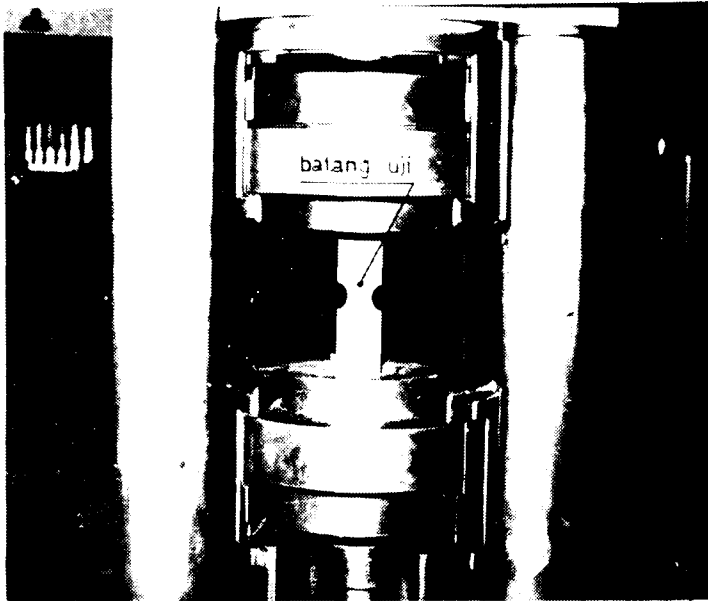
untuk pengujian tarik dan batang uji untuk menguji takik. Batang uji tarik dibuat dua macam, yang satu untuk menguji sambungan secara keseluruhan dengan bentuk dan ukuran sesuai dengan spesifikasi dari DIN 50120-4.1 dan yang lain untuk menguji bahan lasnya saja dengan bentuk dan ukuran sesuai dengan spesifikasi HCNN - N 546. Batang uji untuk takik dibuat sesuai dengan bentuk dan ukuran untuk pengujian Charpy seperti yang dinyatakan dalam I.S.O., recommendation R - 148.

d. *Pengujian*

Pengujian tarik untuk meneliti sifat tarik sambungan dilakukan pada mesin tarik buatan Alfred J. Amsler & CO., seperti terlihat dalam Gambar 2. Pengujian tarik untuk meneliti sifat bahan lasnya sendiri juga dilakukan pada mesin yang sama seperti terlihat dalam Gambar 3.



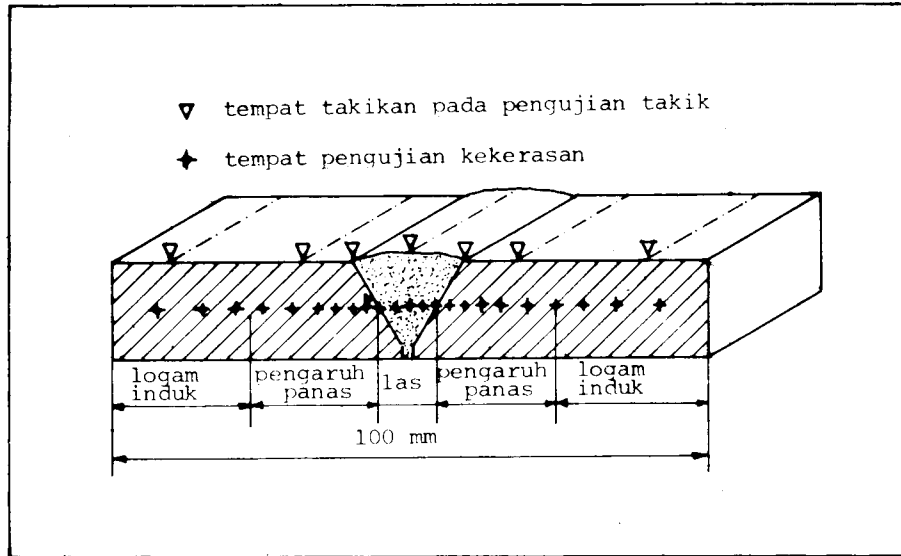
Gambar 2. Pengujian tarik untuk keseluruhan sambungan las



Gambar 3. Pengujian tarik bahan lasnya saja

Pengujian takik Charpy juga dilakukan pada mesin buatan Alfred J. Amsler Co.; sedangkan pengujian kekerasan, pada alat buatan Albert Gnehm Werkzeug & Apparatt dengan kekerasan Vickers⁽⁵⁾.

Tempat-tempat pengujian takik dan kekerasan pada batang-batang uji ditunjukkan dalam Gambar 4. Pengujian-pengujian untuk mendapatkan satu data dilakukan paling sedikit pada enam buah spesimen.



Gambar 4. Skema tempat pengujian takik dan pengujian kekerasan

HASIL PENGUJIAN

a. Hasil Pengujian Tarik

Hasil-hasil pengujian tarik setelah diolah ke dalam satuan-satuan yang lazim, harga rata-ratanya dicantumkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian tarik

Perlakuan lanjut	Sambungan			Bahan las	
	σ_u kg/mm ²	σ_{mak} kg/mm ²	ϵ %	σ_u kg/mm ²	σ_{mak} kg/mm ²
Tanpa perlakuan	34,5	44,6	10,7	53,0	61,9
Dengan pemanasan	26,9	41,4	13,5	39,5	55,2
Ditutup asbes	33,2	44,7	12,0	48,2	57,7

σ_u = batas ulur

σ_{mak} = kekuatan tarik

ϵ = regangan maksimum

b. Hasil Pengujian Takik Charpy

Harga rata-rata kekuatan takik yang didapat ditabelkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian takik (kg/cm²)

Perlakuan lanjut	Tempat pengukuran			
	las	batas las	pengaruh panas	bahan induk
Tanpa perlakuan	18,9	13,0	10,6	11,9
Dengan pemanasan	18,9	15,9	12,8	15,0
Ditutup asbes	18,9	12,5	10,5	14,0

c. Hasil Pengujian Kekerasan

Hasil kekerasan rata-rata menurut Vickers, ditabelkan dalam tabel 3. Di dalam tabel ini tempat-tempat pengukuran diberi tanda 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, dan 11. Tempat-tempat ini sesuai dengan tempat-tempat yang ditunjukkan dalam Gambar 4, dengan letak sebagai berikut:

0 = pusat las	6 = 8 mm dari batas las
1 = bahan las	7 = 11 mm dari batas las
2 = batas las	8 = 15 mm dari batas las
3 = 1 mm dari batas las	9 = 19 mm dari batas las
4 = 3 mm dari batas las	10 = 24 mm dari batas las
5 = 5 mm dari batas las	11 = 30 mm dari batas las

Tabel 3. Hasil Pengujian Kekerasan Vickers (km/mm^2)

Tempat pengukuran	Perlakuan lanjut		
	Tanpa perlakuan	Dengan pemanasan	Ditutupi asbes
0	185	175	176
1	187	173	177
2	161	161	166
3	156	145	159
4	155	139	150
5	145	138	146
6	142	134	142
7	136	129	137
8	129	129	139
9	126	129	128
10	130	124	126
11	126	120	124

PEMBAHASAN HASIL

a. Pembahasan Hasil Pengujian Tarik

Dari tabel 1 dapat dilihat bahwa kekuatan bahan las baik ulur maupun tarik lebih tinggi dari pada bahan induk. Hal ini memang selalu dilakukan pada proses pengelasan untuk menghindari terjadinya kegagalan di tempat las. Dari tabel yang sama, kekuatan dan perpanjangan sambungan secara

keseluruhan bila dibandingkan terhadap besaran yang sama dari bahan induk, yang menyolok adalah turunnya perpanjangan regangan maksimum, yaitu dari 33 % menjadi sekitar 12 %. Hal ini menunjukkan bahwa pengelasan menyebabkan terjadinya kerapuhan atau penurunan keuletan. Keadaan inilah yang ingin selalu diusahakan untuk dihindari atau dikurangi. Terjadinya penurunan keuletan tersebut karena adanya tegangan sisa yang disebabkan oleh adanya pemanasan dan pendinginan setempat selama proses pengelasan berlangsung⁽³⁾.

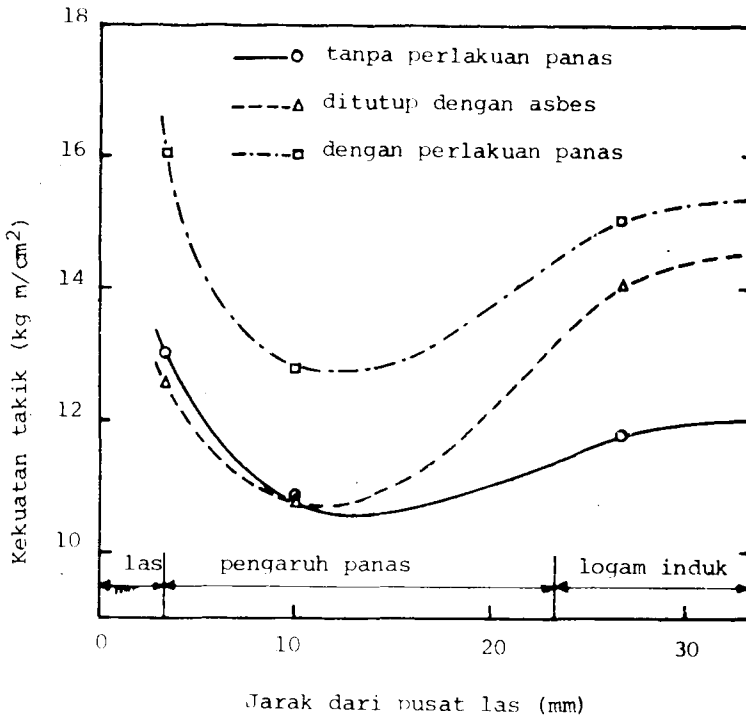
Tabel 1 juga menunjukkan bahwa batang uji yang mengalami perlakuan lanjut kekuatannya secara keseluruhan turun bila dibandingkan dengan batang uji tanpa perlakuan panas dan batang uji yang ditutup dengan asbes. Keadaan ini menunjukkan terjadinya proses pelunakan dari batang uji yang dimaksud. Hal ini tidak membahayakan sambungan, karena di dalam konstruksi; yang penting adalah kekuatan ulur (kolom 1 tabel 1), di mana di dalam pengujian ini harganya tidak kurang dari kekuatan ulur bahan induk.

Pada penelitian ini perlakuan panas dan penutupan dengan asbes memperbaiki sifat keuletan. Perbaikan ini dapat terjadi karena pada temperatur tinggi logam menjadi lunak. Karena pada kedua perlakuan lanjut ini keadaan lunak tersebut ditahan agak lama, maka logam diberikan kesempatan untuk mengurangi tegangan sisa yang terjadi dengan mengadakan perubahan bentuk. Berhubung pengaliran panas pada penutupan dengan asbes, lebih lambat dari pada tanpa perlakuan dan lebih cepat dari pada pemanasan dalam tungku, maka dengan sendirinya hasil dari penutupan dengan asbes ini dalam hal keuletan akan lebih baik dari pada tanpa perlakuan dan masih kurang baik terhadap hasil dengan perlakuan panas. Keadaan ini sesuai dengan hasil penelitian seperti yang dicantumkan dalam tabel 1.

b. Pembahasan Hasil Pengujian Takik

Pengujian takik mengukur besarnya energi yang dapat diserap dengan mendadak oleh batang uji. Karena itu pengujian ini sangat penting untuk sambungan-sambungan yang mungkin mendapatkan beban mendadak. Untuk dapat menganalisa hasil penelitian dengan mudah, harga-harga dalam tabel 2, dirubah menjadi bentuk grafik seperti terlihat dalam Gambar 5.

Dari hasil tersebut, yang terlihat pertama-tama adalah penurunan kekuatan takik pada daerah pengaruh panas. Daerah ini sebenarnya adalah logam induk, yang pada waktu proses pengelasan suhunya naik sampai mendekati titik cair. Berhubung dengan kenaikan suhu tersebut maka daerah ini butir-butirnya membesar. Dengan kasarnya butir pada daerah tersebut, maka kekuatan dan regangan menjadi turun⁽²⁾ (6).



Gambar 5. Hubungan antara kekuatan takik dan jarak dari pusat las

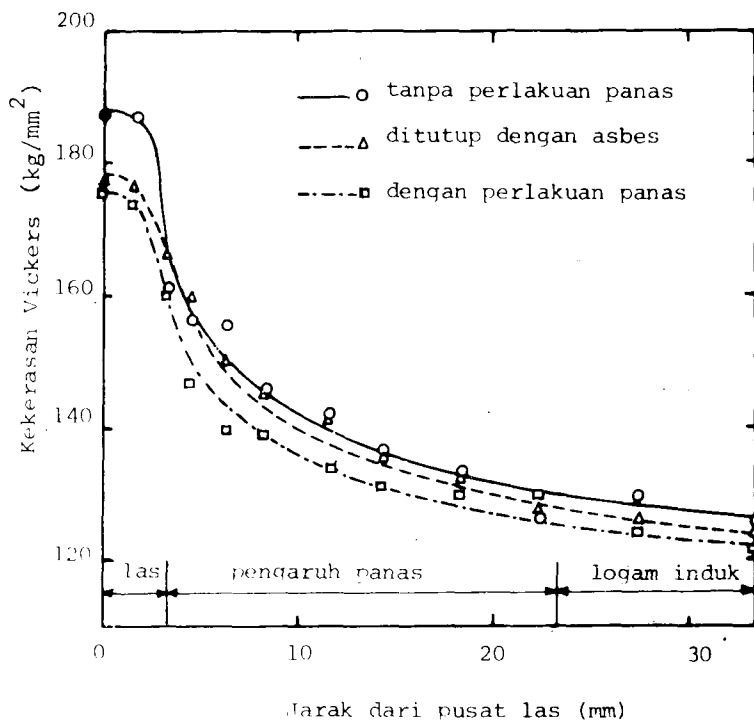
Penurunan kedua sifat tersebut secara langsung menyebabkan turunnya energi yang dapat diserap atau turunnya kekuatan takik seperti yang ditunjukkan oleh grafik dalam Gambar 5.

Hal kedua yang terlihat adalah kenyataan bahwa dalam daerah pengaruh panas, penutupan dengan asbes tidak dapat memperbaiki sifat-sifat takik. Hal ini mungkin sekali disebabkan karena pengujian takik sangat peka terhadap bentuk dan ukuran takikannya, sehingga hasilnya menyebar⁽⁴⁾. Karena hal ini maka pengujian ini tidak dapat menunjukkan perbedaan yang kecil.

c. *Pembahasan Hasil Pengujian Kekerasan*

Kekerasan logam merupakan sifat yang berlawanan terhadap keuletan dalam arti bahwa keuletan logam menurun bila kekerasannya naik. Hasil pengujian kekerasan yang telah dirubah dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 6, menunjukkan bahwa secara keseluruhan penutupan dengan asbes menghasilkan kekerasan yang terletak di antara kekerasan dari batang uji dengan perlakuan panas dan batang uji tanpa perlakuan apa-apa.

Kekerasan logam secara keseluruhan merupakan resultan dari beberapa hal antara lain struktur dan tegangan dalam.



Gambar 6. Hubungan antara kekerasan dan jarak dari pusat las

Berhubung perlakuan lanjut dalam penelitian ini tidak merubah struktur, maka yang memberikan perbedaan adalah perbedaan tegangan dalam. Berdasarkan analisa yang sama dengan analisa penurunan regangan pada analisa pengujian tarik yang disebabkan oleh perlambatan pengaliran panas, maka dapat diambil kesimpulan bahwa kekerasan dari batang uji yang ditutup dengan asbes akan terletak di antara kekerasan batang uji tanpa perlakuan panas dan batang uji dengan perlakuan panas sesuai dengan hasil yang ditunjukkan dalam Gambar 6.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa-analisa di atas, secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa penutupan dengan asbes segera setelah proses pengelasan lapisan terakhir selesai dapat memperbaiki sifat keuletan dari sambungan las.

Berhubung penutupan dengan asbes dapat dilaksanakan dengan mudah dan murah maka perlu diadakan penelitian lebih lanjut untuk penyempurnaan teknik penggunaannya secara praktis.

DAFTAR PUSTAKA

1. Rossi, B.E. *Welding and Its Application*, (New York: McGraw-Hill Book Company, Inc., 1941), p. 199-213.
2. American Welding Society, *Introductory Welding Metallurgy*, (Miami: American Welding Society, Sec. Ed., 1971), p. 43 - 51.
3. Clark, D.S. and Varney, W.R., *Physical Metallurgy for Engineers*, (Pasadena: D. van Nostrand Company, Inc., Sec. Ed., 1961), p. 494-519.
4. Dieter Jr. G., E., *Mechanical Metallurgy*, (New York: McGraw-Hill Book Company, Inc., 1961), p. 370-392.
5. Davis, H.E., Troxell, G.E. and Wiskocil, C. T., *The Testing and Inspection of Engineering Materials*, (New York: McGraw-Hill Book Company, Inc., 3rd Ed., 1964), p. 18-47.
6. Bullens, D.K., *Steel and Its Heat Treatment*, Vol. II, (New York: John Willey & Sons, Inc., 1939), p. 48.

(Diterima 15 Februari 1977)