

PENINGKATAN KEKERASAN DAN KEKUATAN BAJA EMS PADA DAERAH PENGARUH PANAS DENGAN METODE HEAT TREATMENT

Syamsuar

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Lhokseumawe

Penelitian ini bertujuan meningkatkan kekerasan dan kekuatan baja EMS 45 pada daerah HAZ dengan metode Heat Treatment. Benda uji dibuat sesuai standar DIN 50125 dan dilakukan proses tempering pada temperatur 100°C, 250°C dan 400°C dengan media pendingin masing-masing air, oli suhu kamar dan oli 50°C. Parameter pengukuran meliputi kekuatan tarik dan kekerasan brinell. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi temperatur tempering dan media pendingin mempunyai pengaruh yang berbeda terhadap kekuatan tarik dan kekerasan Brinell. Disimpulkan bahwa proses tempering pada temperatur 400°C dengan pendinginan oli merupakan hasil yang terbaik.

Kata kunci : kekerasan, kekuatan tarik, perlakuan panas, temperatur tempering, media pendingin.

PENDAHULUAN

Pada perencanaan suatu konstruksi permesinan untuk mendapatkan bentuk yang diharapkan seringkali terdapat sambungan pada bahan/material yang dipakai. Salah satu cara penyambungan material baja tersebut adalah dengan las listrik.

Pengaruh sambungan las listrik menyebabkan perubahan struktur pada daerah pengaruh panas *Heat Affected Zone* (disingkat HAZ), akibatnya kekerasan dan kekuatan daerah HAZ tersebut menurun (Asia Pacific Metal Working Equipment News, Agustus 1999). Pada proses pengelasan yang mengikuti prosedur didapat, bahwa kekuatan dan kekerasan logam yang paling tinggi adalah pada daerah logam las, baru disusul pada daerah logam induk dan daerah HAZ.

Pada penelitian ini akan dicoba untuk memperbaiki kekuatan dan kekerasan logam pada daerah HAZ yang mengalami degradasi akibat proses pengelasan dengan perlakuan panas (Heat Treatment).

Untuk mengoptimalkan beban terhadap bahan maka daerah HAZ perlu ditingkatkan kekerasan maupun kekuatannya sesuai dengan maksud perencanaan awal. Salah satu cara peningkatan kekerasan dan kekuatan tersebut adalah dengan proses perlakuan panas.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan kekuatan dan kekerasan baja pada daerah HAZ yang telah mengalami degradasi akibat proses pengelasan semaksimal mungkin agar mendekati atau sama bahkan melebihi bahan dasar, khususnya untuk baja EMS 45.

Manfaat Penelitian

Adapun kontribusi penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat untuk teknik peningkatan kekerasan daerah pengaruh panas (HAZ) bagi para perencana dibidang kontribusi permesinan sehingga dapat meningkatkan efisiensi didalam perencanaan.

TEORI DASAR

Konstruksi baja biasanya dibuat dengan mengelas, tidak dapat dihindari bahwa material baja berubah sifatnya disebabkan panas pada waktu pengelasan.

Pengaruh masukan panas terhadap baja karbon akibat pengelasan menyebabkan ketidakseragaman pada struktur mikronya dan menyebabkan ketidakseragaman pada kekerasan dan kekuatannya, sehingga didaerah pengelasan atau didaerah yang dipengaruhi oleh panas bisa terjadi keretakan atau penurunan kekerasan dan kekuatan [7].

Untuk meningkatkan kekerasan dan kekuatan baja hasil pengelasan bisa dilakukan dengan perlakuan

panas. Dengan memanaskan baja pada suhu $\pm 800^{\circ}\text{C}$ dan kemudian di dinginkan atau dicelupkan kedalam oli atau air, maka baja tersebut akan menjadi kuat dan keras [2].

Metode Penelitian

Pada metode penelitian ini akan dibahas antara lain tentang : lokasi penelitian, bahan dan alat, pelaksanaan dan metode analisis.

A. Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi mekanik dan Laboratorium Uji Bahan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe.

B. Bahan dan alat

Bahan penelitian yang digunakan adalah baja EMS 45 PT. Bohlindo Baja, dengan ketebalan pelat 10 mm. Untuk elektroda pengelasan digunakan jenis elektroda E7018, $\Phi 3,2\text{mm}$, standar AWS-ASTM. Arus 90 A, type penyambungan yaitu bentuk V, dengan sudut pengelasan 70° dan posisi pengelasan mendatar. Adapun peralatan laboratorium yang digunakan dalam penelitian ini dibagi dalam dua kelompok:

a. Peralatan Laboratorium Teknologi Mekanik

Peralatan yang digunakan pada Laboratorium ini meliputi mesin potong, mesin las, mesin frais, mesin skraf dan dapur pelakuan panas.

b. Peralatan Laboratorium Uji Bahan

Peralatan yang digunakan pada laboratorium ini adalah : alat uji kekerasan (Herdness Test) dan alat uji tarik (Universal Testing Machine).

Spesifikasi Benda Uji

Benda uji dibagi kedalam 2 (dua) kelompok yaitu kelompok benda uji tarik dan uji kekerasan.

a. Benda Uji Tarik

Benda uji tarik dibuat dalam bentuk segi empat sesuai dengan standard DIN 50125 .

b. Benda uji kekerasan

Benda uji kekerasan dibuat dalam bentuk plat dengan ukuran panjang 100mm, lebar 15mm dan ketebalan 10mm.

Jumlah keseluruhan dari kedua kelompok benda uji adalah 30 buah, 15 buah untuk uji tarik dan 15 buah untuk uji kekerasan.

C. Pelaksanaan Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini meliputi pekerjaan pada Laboratorium Teknologi Mekanik yaitu meliputi pekerjaan pemotongan pelat baja, penyambungan dengan las, pembuatan benda uji

dan pekerjaan pada laboratorium uji bahan meliputi : pekerjaan pengujian kekuatan tarik dan uji kekerasan. Uji kekuatan tarik dan uji kekerasan dilaksanakan dalam dua tahap yaitu : pengujian kekuatan tarik dan uji kekerasan sebelum dilaksanakan proses perlakuan panas dan pengujian kekuatan tarik dan uji kekerasan setelah proses perlakuan panas.

Metode Analisis

Parameter – parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah nilai kekuatan tarik dan nilai kekerasan brinell dari baja.

Kedua nilai tersebut diambil dari dua benda uji yang berbeda, yang pertama diambil dari benda uji yang belum dilakukan proses perlakuan panas dan yang kedua diambil dari benda uji yang telah dilakukan proses perlakuan panas. Selanjutnya kedua data dianalisa dengan metoda membandingkan kedua nilai tersebut dari dua sumber data yang berbeda.

Adapun yang menjadi variabel pada penelitian ini adalah temperatur tempering dan media pendingin. Proses tempering dilakukan pada temperatur 100°c , 250°c dan 400°c , sedangkan media pendingin adalah : air, oli dan oli 50°c .

PEMBAHASAN

Data hasil pengujian kekerasan .

a. Data hasil pengujian kekerasan sebelum proses hardening.

Tabel 5.1 Kekerasan bahan dasar hasil pengelasan

Jarak (mm)	No. Sampel dan Nilai Kekerasan HB		
	1	2	3
0	224	224	225
1	222	223	223
2	220	220	219
3	214	215	216
4	200	198	200
5	194	193	192
6	190	189	191
7	192	192	192
8	195	196	197
9	199	200	201
10	200	200	200
11	200	201	200
12	200	200	201
13	200	200	200

b. Data hasil uji kekerasan setelah proses hardening.

Tabel 5.2. Kekerasan hasil hardening temperatur 850° C.

Jarak (mm)	Media Pendingin		
	Air	Oli (suhu kamar)	oli 50 °c
0	66 HRC	67 HRC	60 HRC
1	64 HRC	65 HRC	58 HRC
2	60 HRC	64 HRC	57 HRC
3	58 HRC	63 HRC	54 HRC
4	56 HRC	62 HRC	52 HRC
5	55 HRC	62 HRC	50 HRC
6	54 HRC	60 HRC	51 HRC
7	57 HRC	61 HRC	52 HRC
8	58 HRC	62 HRC	53 HRC
9	60 HRC	61 HRC	53 HRC
10	61 HRC	62 HRC	53 HRC
11	61 HRC	62 HRC	53 HRC
12	63 HRC	61 HRC	52 HRC
13	63 HRC	61 HRC	53 HRC

c. Data hasil uji kekerasan setelah proses tempering 100°C.

Tabel 5.3 Kekerasan hasil tempering 100 °C

Jarak (mm)	Sampel hasil hardening		
	air	Oli (suhu kamar)	oli 50 °c
0	325 HB	360 HB	400 HB
1	280 HB	350 HB	380 HB
2	260 HB	325 HB	340 HB
3	255 HB	280 HB	300 HB
4	250 HB	240 HB	245 HB
5	243 HB	230 HB	200 HB
6	235 HB	205 HB	195 HB
7	250 HB	270 HB	240 HB
8	310 HB	330 HB	300 HB
9	360 HB	350 HB	350 HB
10	368 HB	348 HB	360 HB
11	368 HB	348 HB	360 HB
12	368 HB	348 HB	360 HB
13	368 HB	350 HB	360 HB

d. Data hasil uji kekerasan setelah proses tempering 250 °C.

Tabel 5.4 Kekerasan hasil tempering 250 °C

Jarak (mm)	Sampel hasil hardening		
	air	Oli (suhu kamar)	Oli 50 °c
0	245 HB	260 HB	210 HB
1	242 HB	255 HB	200 HB
2	238 HB	240 HB	195 HB
3	230 HB	235 HB	175 HB
4	215 HB	228 HB	160 HB
5	200 HB	215 HB	155 HB
6	190 HB	205 HB	150 HB
7	195 HB	210 HB	153 HB
8	195 HB	210 HB	150 HB
9	190 HB	225 HB	148 HB
10	190 HB	230 HB	150 HB
11	190 HB	225 HB	148 HB
12	190 HB	225 HB	148 HB
13	190 HB	225 HB	148 HB

e. Data hasil uji kekerasan setelah proses tempering 400°C.

Tabel 5.5 Kekerasan hasil tempering 400 °C

Jarak (mm)	Sampel hasil hardening		
	Air	Oli (suhu kamar)	oli 50 °c
0	285 HB	270 HB	265 HB
1	280 HB	265 HB	260 HB
2	275 HB	260 HB	245 HB
3	240 HB	248 HB	240 HB
4	233 HB	235 HB	230 HB
5	195 HB	230 HB	220 HB
6	175 HB	210 HB	195 HB
7	180 HB	212 HB	195 HB
8	190 HB	214 HB	198 HB
9	210 HB	217 HB	205 HB
10	220 HB	220 HB	210 HB
11	235 HB	219 HB	230 HB
12	235 HB	220 HB	232 HB
13	240 HB	220 HB	232 HB

Data hasil uji kekuatan tarik.

a. Data hasil uji tarik sebelum proses hardening.

Tabel 5.6 hasil uji tarik bahan dasar setelah proses pengelasan

Sampel	(kg/mm ²)	ε (%)
1	54	26
2	56	27
3	55	26
Rata-rata	55	26,5 %

b. Data uji tarik setelah proses hardening

Tabel 5.7 Hasil uji tarik sampel hardening

Sampel Hasil Proses	(Kg/mm ²)	ε (%)
H. air	95	3
H. oli	105	6,7
H. oli 50 ⁰	80	4

c. Data Uji tarik setelah proses tempering

Tabel 5.8. Hasil uji tarik sample tempering

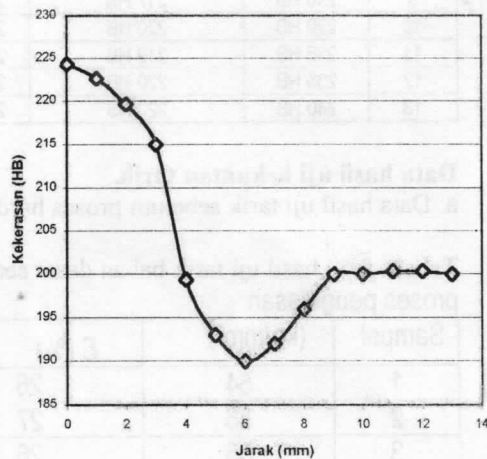
Sampel Hasil Proses	Temper 100°C		Temper 250°C		Temper 400°C	
	Kg/mm ²	ε (%)	Kg/mm ²	ε (%)	Kg/mm ²	ε (%)
H. air	75	13	62	13	60	12
H. Oli	69	16	70	15	72	25
H. Oli 50 ⁰	67	14	52	13	70	25

Analisa Hasil Penelitian

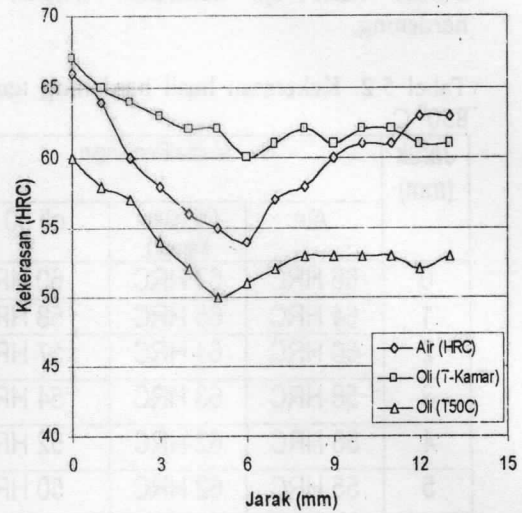
Analisa hasil pengujian kekerasan.

Hasil pengujian kekerasan bertujuan untuk mengetahui bentuk perubahan kekerasan bahan dasar setelah proses pengelasan dan perubahan kekerasan setelah proses perlakuan panas.

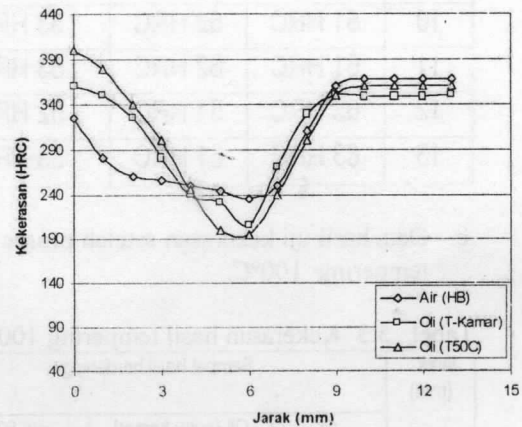
Dari data-data hasil pengujian kekerasan dapat dilukiskan dalam bentuk grafik sebagai berikut



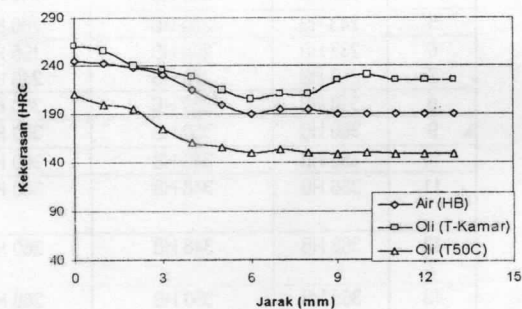
Gambar 5.2. Grafik jarak V, HB untuk bahan dasar setelah proses pengelasan



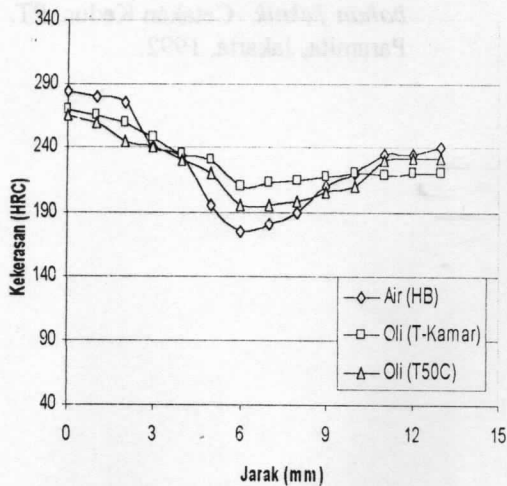
Gambar 5.3. Grafik Jarak Vs HRC setelah Proses hardening 850 °C.



Gambar 5.4 Grafik Jarak Vs HB untuk Proses tempering 100⁰ C.



Gambar 5.5. Grafik Jarak Vs HB untuk Proses tempering 250 °C.



Gambar 5.6 Grafik Jarak Vs HB untuk Proses tempering 400 °C.

Dari grafik-grafik kekerasan semua sampel diatas menunjukkan bahwa daerah logam las mempunyai kekerasan yang tinggi dan berangsur-angsur kekerasannya turun hingga pada daerah perbatasan antara daerah berbutir halus sampai pada daerah logam induk.

Dari data hasil pengujian kekerasan (tabel 5.1) dan dari grafik hubungan antara jarak terhadap kekerasan brinell (gambar 5.2) menunjukkan penurunan kekerasan yang relatif besar dan mencapai puncak penurunannya pada jarak 6 mm diukur dari titik tengah logam las.

Bila diamati dari data pengujian kekerasan setelah proses Hardening Tabel (5.2) didapat bahwa peningkatan kekerasan daerah HAZ diperoleh pada pendingin menggunakan oli (suhu kamar) yaitu sebesar 62 HRC. Nilai kekerasan setelah proses hardening cukup relatif tinggi sehingga tidak bisa diukur dengan metode Brinell. Akan tetapi untuk konstruksi permesinan dengan pembebanan yang tinggi dan dinamis tidak saja butuh tingkat kekerasan baja yang tinggi, tetapi harus dibarengi/diimbangi dengan nilai kekuatan dan keuletan (nilai-nilai ini dapat diamati dari hasil pengujian tarik).

Untuk memperoleh komposisi tersebut diatas, proses perlakuan panas tidak hanya berhenti pada proses hardening akan tetapi perlu proses lanjutan yaitu tempering, yang tujuan dari proses ini untuk mendapatkan nilai ketangguhan dan keuletan dari baja.

Dari beberapa sampel pengujian kekerasan setelah proses tempering diperoleh nilai maksimum kekerasan pada daerah HAZ adalah 210 HB yaitu pada tempering 400 °C. (tabel 5.5 dan Gambar 5.6).

Apakah dengan kondisi pencapaian diatas sudah memenuhi kriteria baja untuk suatu konstruksi permesinan. Untuk mengetahui tingkat ketangguhan dan keuletan pada komposisi diatas dapat dianalisa dengan pengujian kekuatan tarik.

Analisa hasil pengujian tarik

Dari hasil pengujian tarik bahan dasar setelah proses pengelasan (tabel 5.6) didapat bahwa tegangan tarik bahan EMS 45 menurun dari 68 kg/mm² menjadi 55 Kg/mm², hal ini disebabkan pengaruh panas akibat pengelasan dan putusnya sampel uji tarik terjadi pada daerah dekat logam las (daerah HAZ).

Dari hasil pengujian tarik setelah proses hardening (tabel 5.7) didapat bahwa tegangan tarik bahan EMS 45 meningkat tajam dari 55 kg/mm² menjadi 105 kg/mm² (media pendingin oli) dengan nilai regangan sebesar 6.7 %. Nilai regangan sebesar 6.7 % (tabel 5.7) dan angka kekerasan daerah HAZ sebesar 60 HRC (pada proses perlakuan yang sama) menunjukkan bahwa sifat fisik dari bahan adalah kuat dan getas/rapuh. Sifat fisik seperti ini masih kurang baik untuk suatu konstruksi permesinan. Untuk mendapatkan sifat fisik yang baik yaitu kuat, keras dan liat dibutuhkan proses perlakuan panas lanjutan yaitu proses tempering. Sifat liat dari suatu bahan dapat dilihat dari meningkatnya nilai regangan bahan tersebut pada hasil uji tarik.

Dari hasil pengujian tarik setelah proses tempering (tabel 5.8) tegangan tarik bahan EMS 45 turun dari 105 kg/mm² menjadi 72 kg/mm² (media pendingin oli suhu kamar), sedangkan harga regangannya meningkat dari 6.7% menjadi 25 %. Pada proses yang sama (tabel 5.5 dan grafik gambar 5.6) nilai kekerasannya adalah 210 HB, nilai kekerasan ini meningkat lebih baik jika dibandingkan dengan nilai kekerasan bahan dasar pada daerah HAZ (tabel 5.1 & gbr 5.2) yaitu sebesar 190 HB.

Dari komposisi tersebut menunjukkan bahwa bahan EMS 45 dapat ditingkatkan kekuatan dan kekerasannya serta keuletan yang telah terdegradasi akibat panas pengelasan

dari $\sigma_u = 55 \text{ kg/mm}^2$, kekerasan 190 HB menjadi $\sigma_u = 72 \text{ kg/mm}^2$, kekerasan 210 HB dengan regangan 25%.

KESIMPULAN

- a. Pengaruh masukan panas terhadap baja karbon yang mengalami proses pengelasan menyebabkan ketidak seragaman pada kekerasannya hal ini dapat dibuktikan dari hasil uji kekerasan dari sampel bahan dasar yang telah dilas.
- b. Dari pengujian kekerasan diperoleh bahwa penurunan kekerasan maksimum terjadi pada jarak 6 mm diukur dari titik tengah logam las, daerah inilah yang disebut daerah HAZ. Daerah HAZ ini berukuran lebar 5 mm yang terletak pada jarak 5 – 9 mm dari titik tengah logam las.
- c. Untuk meningkatkan nilai kekerasan dan kekuatan baja EMS 45 pada daerah HAZ agar mendekati nilai bahan dasarnya atau lebih, dapat dilakukan dengan proses hardening pada temperatur 850°C media pendingin oli, kemudian dilanjutkan dengan proses tempering pada temperatur 400°C yang didinginkan pada udara terbuka.
- d. Nilai kekerasan, kekuatan tarik dan regangan yang dicapai dari poin (C) masing-masing sebesar 210 HB, 72 kg/mm^2 dan $\epsilon = 25\%$.
- e. Nilai tersebut pada point (d) merupakan hasil terbaik dari beberapa kombinasi proses heat treatment yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Asia Pasific Metal Working Equipment News the Engineering Journal for Manufacture, *Automation & Quality Control*, Vol 13 No.4 Jul/Aug, Singapore
2. Beumer, BJM, *Ilmu Bahan Logam*, Jilid I, Brarataru Karya Aksara, Jakarta, 1985.
3. H. Wiryosumitro dan Okumura, *Teknologi Pengelasan Logam*, PT. Pradya Paramita, Jakarta, 1991.
4. PT. Tirta Austenite Assalo, *Penuntun Praktek Perlakuan Panas*.
5. PT. Bohlindo Baja, *Penuntun Praktek Perlakuan Panas*.
6. Sutarto & Soejono, *Las Listrik*, Penerbit Tarate, Bandung, 1985.

7. Tata Surdiana, Shinroku Saito, *Pengetahuan bahan Teknik*, Cetakan Kedua, PT. Pradya Paramita, Jakarta, 1992.