

ANALISA PENGELASAN DINGIN DENGAN MENGGUNAKAN METODE HIGH FREQUENCY ELECTRICAL RESISTANCE WELDING PADA PROSES PEMBUATAN PIPA BAJA STKM 13B

Naryono, Indra Suharyadi

Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jurusan Teknik Mesin

ABSTRAK

Penelitian ini adalah untuk mengetahui data tentang hasil dan perhitungan pengaruh besar arus pada pengelasan, dimana besar arus pada pengelasan tersebut berpengaruh terhadap perubahan mekanis dan struktur mikro pada bahan STKM 13B dengan ketebalan 5.0. Masukan dalam penelitian ini didapat dari hasil pengelasan dengan cara percobaan besar arus pengelasan yang berbeda, dimana untuk mengetahui kekuatan sambungan las pada bahan STKM 13B merupakan komponen rangka kendaraan mobil. Dianalisa adalah Pengujian Metalografi, Pengujian Kekerasan, Pengujian Flatening, Pengujian Expanding, dan pengujian ECT (Eddy Current Testing) dimana besar arus yang digunakan adalah 1440 A, 1438 A, 1435 A, 1430 A. Hasil Penelitian dan pembahasan mengenai pengaruh besar arus pengelasan, dalam hal ini menyatakan bahwa dengan menggunakan besaran arus pengelasan yang berbeda menunjukkan bahwa semakin besar arus yang digunakan pada pengelasan maka diperoleh hasil yang maksimal dan hasil dari ketiga besar arus pengelasan yang berbeda pada pengelasan yang menggunakan besar arus pengelasan 1440 yang menghasilkan pengelasan paling optimal.

Kata kunci : besarnya arus, kondisi pengelasan.

1. PENDAHULUAN

Baja karbon rendah merupakan material yang banyak dipergunakan dalam industri. Luasnya pemakaian baja karbon rendah dikarenakan baja tersebut mempunyai kekuatan, sifat mampu bentuk dan mampu las yang baik. Sifat mampu las ini menjadi penting karena dalam industri kendaraan bermotor dikenal adanya penyambungan antara komponen yang satu dengan yang lain yang menggunakan teknik pengelasan. Salah satu teknik pengelasan yang banyak digunakan dalam industri kendaraan bermotor adalah pengelasan kampuh kontinyu atau dikenal dengan *continous seam welding (electrical resistance welding)*. Salah satu proses terpenting dalam industri logam, permesinan dan manufaktur proses adalah proses penyambungan logam. Penggunaan teknologi las seperti pada pipa baja karbon rendah, menuntut mutu pengelasan yang baik. Penggunaan pipa baja ini banyak digunakan dalam otomotif seperti kendaraan roda dua maupun roda empat. Bagian – bagian seperti *fork pipe, housing tube, cylinder* dan lain – lain. Bagian – bagian tersebut tergolong part yang mempunyai tingkat keamanan yang tinggi karena menyangkut dengan keselamatan manusia. Salah satu teknik pengelasan yang digunakan di dunia industri adalah dengan menggunakan *Electrical Resistance Welding (ERW)*, keuntungannya dalam menggunakan metode pengelasan ini adalah Laju produksi yang sangat tinggi, ketepatan dan reproduktifitas tinggi, dengan peralatan yang semi otomatis,. Dalam banyak kasus

sambungan las pada pipa baja, sering dijumpai timbulnya retak yang disebabkan oleh pengelasan dingin. Pengelasan dingin dapat terjadi karena pengaruh dari salah parameter las akibat dari pengaturan kecepatan pengelasan dan tenaga pengelasan.

2. LANDASAN TEORI

PENGUJIAN TANPA MERUSAK (*NON DESTRUCTIVE TESTING*)

Non Destructive Testing adalah aktifitas tes atau inspeksi terhadap suatu benda untuk mengetahui adanya cacat, retak, atau discontinuity lain tanpa merusak benda yang kita test atau inspeksi. Pada dasarnya, test ini dilakukan untuk menjamin bahwa material yang kita gunakan masih aman dan belum melewati damage tolerance. Material pesawat diusahakan semaksimal mungkin tidak mengalami kegagalan (Failure) selama masa penggunaan. NDT dilakukan paling tidak sebanyak dua kali. Pertama, selama dan diakhir proses fabrikasi, untuk menentukan suatu komponen dapat diterima setelah melalui tahap – tahap fabrikasi. NDT ini dijadikan sebagai bagian dari kendali mutu komponen. Kedua, NDT dilakukan setelah komponen digunakan dalam jangka waktu tertentu. Tujuannya adalah menemukan kegagalan parsial sebelum melampaui damage tolerance.

- **Inspeksi Visual (*Visual inspection*)**

Sering kali metode ini merupakan langkah pertama kali diambil dalam NDT. Metode ini bertujuan menemukan cacat atau retak permukaan dan korosi. Dalam hal ini tentu saja adalah retak yang dapat terlihat oleh mata telanjang atau dengan bantuan lensa pembesar ataupun boroskop.

- **Uji Cairan Penetran (*Liquid Penetrant Test*)**

Metode Liquid Penetrant Test merupakan metode NDT yang paling sederhana. Metode ini digunakan untuk menemukan cacat dipermukaan terbuka dari komponen solid, baik logam maupun non logam, seperti keramik dan plasti fiber. Melalui metode ini, cacat pada material akan terlihat jelas. Caranya adalah dengan memberikan cairan berwarna terang pada permukaan yang diinspeksi. Cairan ini harus memiliki daya penetrasi yang baik dan viskositas yang rendah agar dapat masuk pada cacat dipermukaan material. Selanjutnya, penetrant yang tersisa dipermukaan material disingkirkan. Cacat akan nampak jelas jika perbedaan warna penetrant dengan latar belakang cukup kontras. Sesuai inspeksi, penetrant yang tertinggal dibersihkan dengan penerapan developer.

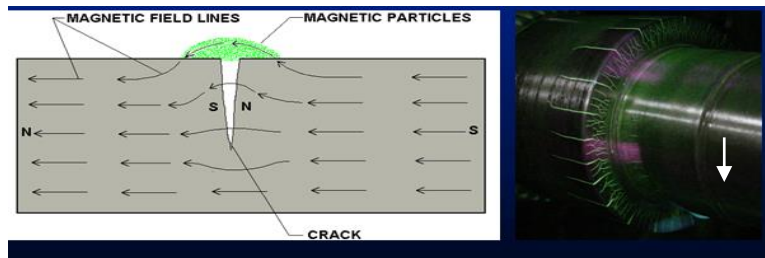
Kelemahan dari metode ini antara lain adalah bahwa metode ini hanya bisa diterapkan pada permukaan terbuka. Metode ini tidak dapat diterapkan pada komponen dengan permukaan kasar, berpelasis , atau berpori.



Gambar 1. *Liquid Penetrant Test*

- **Inspeksi Serbuk Magnet (*Magnetic Particel Inspection*)**

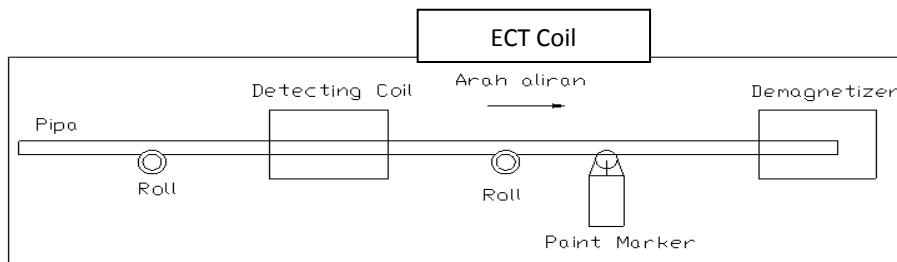
Dengan menggunakan metode ini, cacat permukaan (*surface*) dan bawah permukaan (*subsurface*) suatu komponen dari bahan ferromagnetik dapat diketahui. Prinsipnya adalah dengan magnetisasi bahan yang akan diuji. Adanya cacat yang tegak lurus arah medan magnet ini mengindikasikan adanya cacat pada material. Cara yang digunakan untuk mendeteksi adanya kebocoran medan magnet adalah dengan menaburkan partikel magnetik dipermukaan. Partikel-partikel tersebut akan berkumpul pada daerah kebocoran medan magnet. Kelemahannya, metode ini hanya bisa diterapkan untuk material ferromagnetik. Selain itu, medan magnet yang dibangkitkan harus tegak lurus atau memotong daerah retak serta diperlukan demagnetisasi di akhir inspeksi.



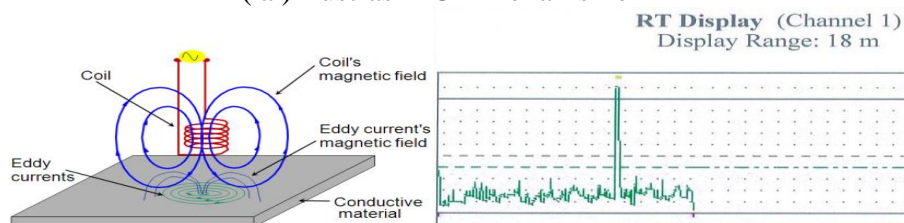
Gambar 2. Magnetic Partikel Inspection

- **Uji Arus Eddy (*Eddy current testing*)**

Inspeksi ini memanfaatkan prinsip elektromagnet. Prinsipnya arus listrik dialirkan pada kumparan untuk membangkitkan medan magnet didalamnya. Jika medan magnet ini dikenakan pada benda logam yang akan diinspeksi, maka akan terbangkit arus eddy. Arus eddy kemudian menginduksi adanya medan magnet. Medan magnet pada benda akan berinteraksi dengan medan magnet pada kumparan dan mengubah impedansi bila ada cacat. Keterbatasan dari metode ini yaitu hanya dapat diterapkan pada permukaan yang dapat dijangkau. Selain itu metode ini juga hanya diterapkan pada bahan logam saja.



(a) Ilustrasi ECT Mekanisme

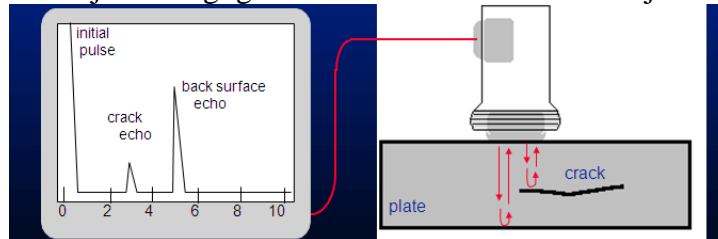


(c) Alat Monitor ECT dengan RT display

Gambar 3. Eddy Current Testing

- **Ultrasonic Inspection**

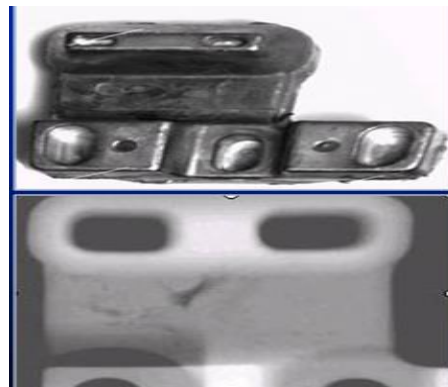
Prinsip yang digunakan adalah prinsip gelombang suara. Gelombang suara yang dirambatkan pada spesimen uji dan sinyal yang ditransmisi atau dipantulkan diamati dan diinterpretasikan. Gelombang ultrasonik yang digunakan memiliki frekuensi 0.5 – 20 MHz. Gelombang suara yang terpengaruh jika ada void, retak atau delaminasi pada material. Gelombang ultrasonik ini dibangkitkan oleh transducer dari bahan piezoelektri yang dapat merubah energi listrik menjadi energi getaran mekanik kemudian menjadi energi listrik lagi.



Gambar 4. Ultrasonic Testing

- **Radiographic Inspection**

Metode NDT ini dapat untuk menemukan cacat pada material dengan menggunakan sinar X dan sinar gamma. Prinsip, sinar X dipancarkan menembus material yang diperiksa. Saat menembus objek, sebagian sinar akan diserap sehingga intensitasnya berkurang. Intensitas akhir kemudian direkam pada film yang sensitif. Jika ada cacat pada material maka intensitas yang terekam pada film tentu akan bervariasi. Hasil rekaman pada film inilah yang akan memperlihatkan bagian material yang mengalami cacat



Gambar 5. Radiography test

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengujian kometallografi terhadap benda uji lalu uji ect dan uji Flattening dimana hasilnya nanti dianalisis untuk mendapatkan solusi akhir

4. DATA DAN HASIL PEMBAHASAN

4.1 DATA PENGELASAN

Tabel .1 Data – data hasil pengelasan / untuk keseluruhan

| Parameter Pengelasan | Specimen | | | |
|---------------------------------------|----------|------|------|------|
| | I | II | III | IV |
| Arus (Ampere) | 1440 | 1438 | 1435 | 1430 |
| Daya (KiloWatt / KVA) | 249 | 245 | 241 | 237 |
| Kecepatan pengelasan (m / menit) | 20 | 20 | 20 | 20 |

Data Elektroda Yang Digunakan

Tabel 2 komposisi elektroda

| Cu | Bi | O | Pb |
|---------|----------|--------|---------|
| 99.90 % | 0.0005 % | 0.02 % | 0.005 % |

1. Dengan posisi work coil 250 mm.
2. Variasi arus pengelasan pabrik yang digunakan adalah 1440, 1438, 1435, 1430 ampere
3. Daya pabrik yang digunakan adalah 249 KVA, 245 KVA, 241 KVA, 237 KVA.
4. Kecepatan pengelasan 20 m / menit

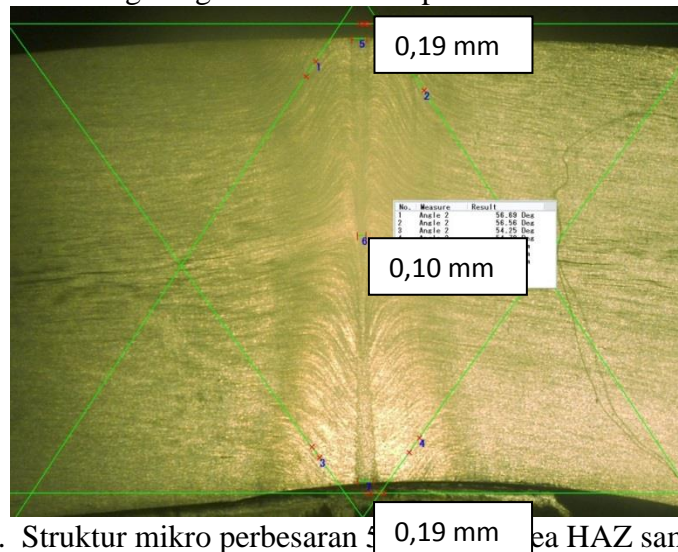
4.2 DATA HASIL PENGUJIAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.2.1 Hasil Pengujian Metalografi

Pengujian metalografi dilakukan dengan menggunakan microscope digital struktur mikro dimana benda yang akan diuji dipoles terlebih dahulu dengan menggunakan amplas grade 80 sampai 1500 hingga benda yang akan di uji menjadi halus dan setelah itu dilakukan etsa dengan menggunakan cairan etching solution dengan menggunakan sodium dodecylberzenesulfonat ($C_{12}H_{25}C_6H_21SO_3Na$). Dari hasil pengujian metalografi ini kita dapat mengamati struktur mikro atau fase – fase pada material benda uji itu sendiri yang diambil melalui mikroskope igital. Letak pengambilan foto mikro pada pengujian metalografi ini diambil dari daerah HAZ (*Heat Affected Zone*).

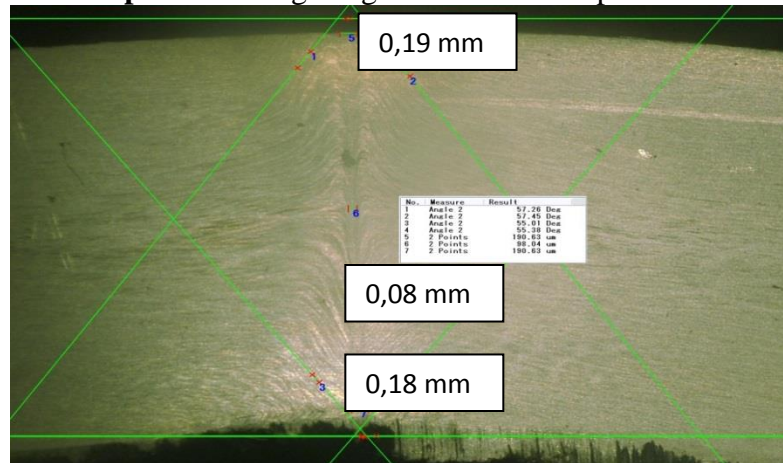
Sample 1

Struktur mikro hasil ERW welding
Welding dengan arus 1440 ampere

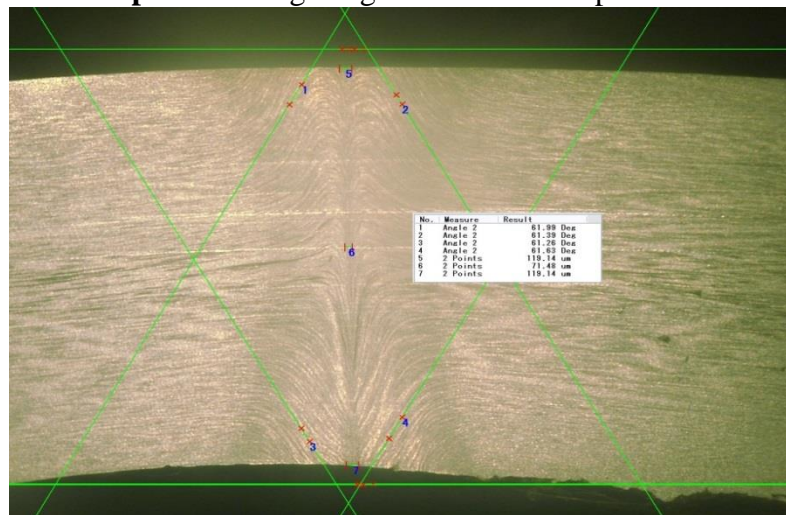


Gambar 6. Struktur mikro perbesaran 500x pada HAZ sample 1

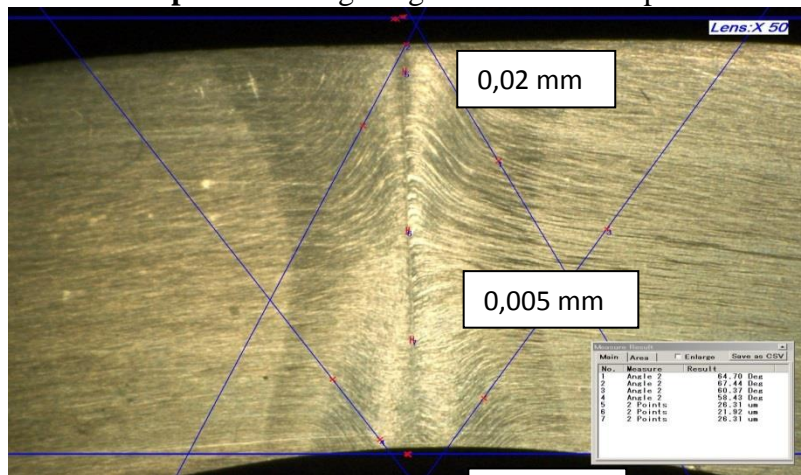
Sample 2 Welding dengan arus 1438 Ampere



Gambar 7 Struktur mikro perbesaran 50 X pada area HAZ sample 2
Sampe 3 Welding dengan arus 1435 Ampere



Gambar 8 Struktur mikro perbesaran 50 X pada area HAZ sample 3
Sample 4 Welding dengan arus 1430 Ampere



Gambar 9. Struktur mikro perbesaran 50 X pada area HAZ sample 4

4.2.2.Data Hasil Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan ini dilakukan untuk mengetahui ketahanan sesuatu bahan terhadap goresan / tekanan yang diberi beban. Pengujian ini dilaksanakan dengan menggunakan metode Vickers karena metode ini dapat digunakan untuk mengukur kekerasan pada material yang tipis dan keras. Dalam metode Vickers digunakan diamond pyramid sebagai indentor dengan sudut 136° . Beban yang digunakan dalam pengujian ini 300 gram atau 0.3 Kg. Hasil pengukuran dan perhitungan kekerasan ini dituangkan dalam bentuk table.

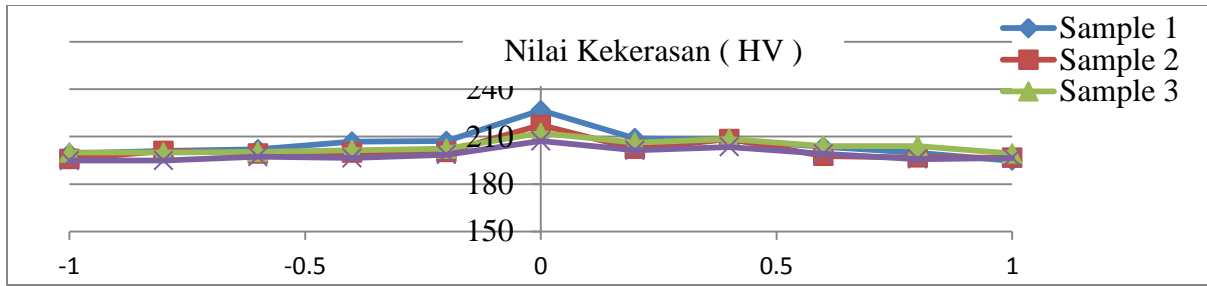
Pengumpulan data – data dari pengujian ini diambil dari daerah HAZ sebagai berikut :

Table .3 Data – Data hasil pengujian kekerasan Mikro Vickers

| NO. URUT PENGUJIAN | JARAK | HARGA KEKERASAN MICRO VICKERS (Hv) | | | |
|-----------------------|-------------|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | (mm) | Sample 1 | Sample 2 | Sample 3 | Sample 4 |
| 1 | -1.0 | 199,36 | 195,81 | 199,90 | 194,90 |
| 2 | -0.8 | 200,90 | 200,95 | 199,9 | 194,9 |
| 3 | -0.6 | 201,96 | 199,34 | 200,37 | 197,37 |
| 4 | -0.4 | 206,80 | 199,86 | 201,46 | 196,46 |
| 5 | -0.2 | 207,20 | 200,32 | 202,31 | 198,56 |
| 6 | 0 Tengah | 226,67 | 217,32 | 212,22 | 207,22 |
| 7 | 0.2 | 208,88 | 202,20 | 206,30 | 201,30 |
| 8 | 0.4 | 207,91 | 208,40 | 208,49 | 203,49 |
| 9 | 0.6 | 203,54 | 197,82 | 204,40 | 199,28 |
| 10 | 0.8 | 199,86 | 199,81 | 198,56 | 195,78 |
| 11 | 1.0 | 194,79 | 196,72 | 199,34 | 196,59 |

Keterangan :

Beban 500 gf dan Identor intan 120°



Gambar 10. Grafik Hasil Pengujian Kekerasan di daerah HAZ

4.2.3 Hasil Pengujian *Flattening*

Pada pengujian *Flattening* testing dengan cara merusak (*destructive testing*) bertujuan untuk mengetahui kualitas kekuatan pengelasan, yang terdiri dari flatenning 0° dan 90°

Sample 1 Hasil *Flattening* Welding dengan arus 1440 ampere



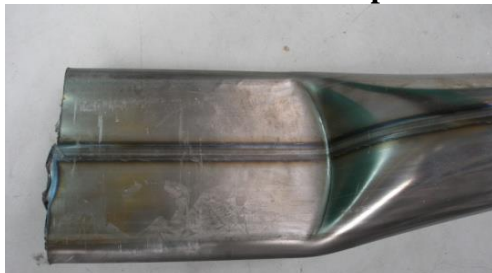
(a) *Flattening* 0°



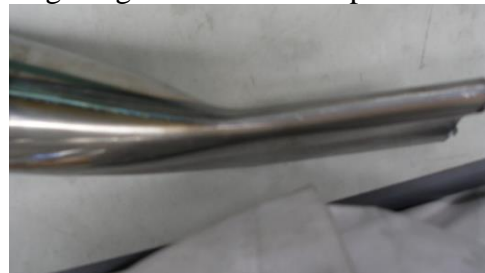
(b) *Flattening* 90°

Gambar 11 Hasil Pengujian *Flattening* sample 1

Sample 2 Welding dengan arus 1438 ampere



(a) *Flattening* 0°



(b) *Flattening* 90°

Gambar 12 Hasil Pengujian *Flattening* sample 2

Sample 3 Welding dengan arus 1435 ampere



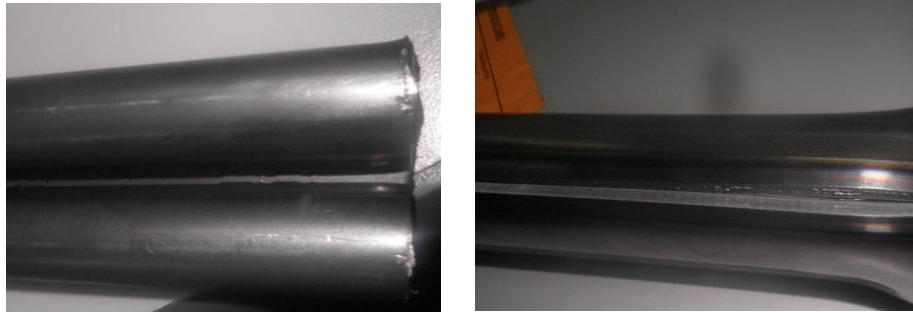
(a) *Flattening* 0°



(b) *Flattening* 90°

Gambar 13. Hasil Pengujian *Flattening* sample 3

Sample 4 Welding dengan arus 1430 ampere



(a) *Flattening* 0°

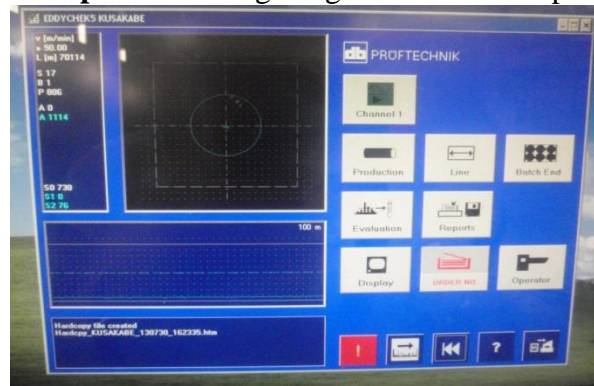
(b) *Flattening* 90°

Gambar 14. Hasil Pengujian *Flattening* sample 4

4.2.4 Hasil Pengujian Eddy Current Testing (ECT)

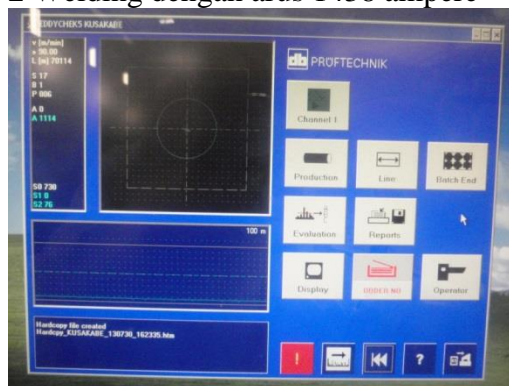
Pada pengujian ECT dengan cara tidak merusak (*non destructive testing*) bertujuan untuk mengetahui adanya cacat keretakan pada permukaan.

Sample 1 Welding dengan arus 1440 ampere



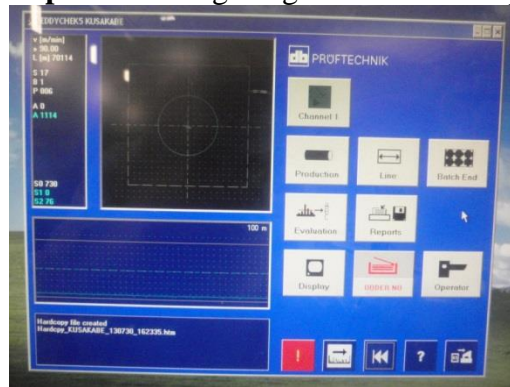
Gambar 15. Hasil Pengujian ECT sample 1

Sample 2 Welding dengan arus 1438 ampere



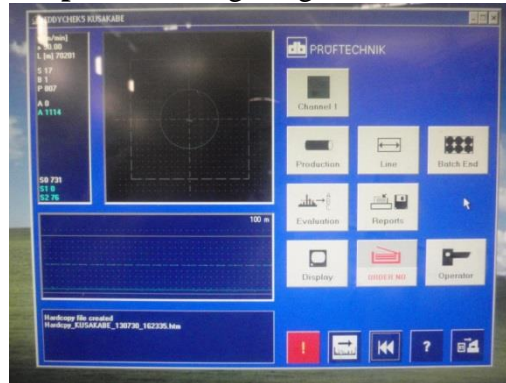
Gambar 16. Hasil Pengujian ECT sample 2

Sample 3 Welding dengan arus 1430 ampere



Gambar 17. Hasil Pengujian ECT sample 3

Sample 4 Welding dengan arus 1430 ampere



Gambar 18 Hasil Pengujian ECT sample 4

5.1 KESIMPULAN

1. Masukan panas yang terjadi dengan metode ERW terhadap material baja STKM 13B adalah 4,97 Megajoule untuk sample 1 , 4.88 Mega Joule untuk sample 2, 4.81 MegaJoule untuk sample 3, 4.7 MegaJoule untuk sample 4.
2. Terlihat dari hasil metalografi bahwa sambungan las seperti bagian luar , tengah dan dalam akan semakin mengecil jika masukan panasnya diturunkan. Untuk sample no 4 hampir tidak terlihat kondisi sambungan pengelasannya.
3. Kekerasan di sambungan las akan mengecil jika masukan panasnya diturunkan
4. Terjadi patahan disepanjang bagian pengelasan untuk sample no.4 pada saat pengujian expanding dan pengujian flatenning.
5. Tidak terdeteksinya kondisi sample no.4 dengan alat ECT (Eddy Current Testing) yang dikarenakan masih menempel bagian pinggir dari material.
6. Hasil evaluasinya adalah untuk sample no. 1, no. 2 , no. 3 masih dalam range kondisi parameter pengelasan yang tepat kemudian untuk sample no.4 dalam kondisi yang tidak bagus.

5.2. SARAN

1. Dibuatkan standard parameter pengelasan supaya pada saat penyetingan pertama tidak memakan terlalu lama dengan cara dibuatkan range maximum dan minimum dari kondisi pengelasan.
2. Dibuatkan sistem control pendeteksian secara otomatis ketika terjadi penurunan power / tenaga pengelasan sehingga barang yang tidak bagus bisa terdeteksi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Adnyana D.N, "Metalurgi Las" .Jakarta 1991
2. Adnyana D.N, "Logam dan paduan", tinjauan tentang proses pengolahan dan hubungan struktur dengan sifat – sifat mekanis. Jakarta 1990
3. Amsted, B.H, Ostwald, P.F. Begeman, M.L., Djaprie, S., "Teknologi Mekanik", Edisi Ketujuh, Versi SI, Jakarta: Erlangga, Januari 1985.
4. Dieter, G., Djaprie, S., "Metalurgi Mekanik", Edisi Ketiga, Erlangga 1987
5. Joko Sworo, Sarjito,"Besaran Arus Listrik dan Kecepatan Pengelasan", Jakarta 1995.
6. "JIS Handbook Metalurgy I dan II", 2011.