

Analisa Perbandingan Pengaruh *Welding Repair* Pada Pengelasan SMAW Dengan Menggunakan Elektroda *RB -26 Kobe Steel* dan *RD-260 Nikko Steel* Terhadap Nilai Kekerasan Baja Karbon Rendah

DENY PONIMAN KOSASIH¹
FADLI NURRAMDHAN²
ARIEF RACHMAN HAKIM³

ABSTRAK

Teknologi pengelasan merupakan salah satu teknik yang banyak digunakan dalam proses penyambungan material dan konstruksi baja. Teknologi pengelasan mempunyai dampak yang merugikan terhadap suatu material yang telah mengalami beberapa kali proses pengelasan, seperti proses perbaikan ataupun pengelasan ulang.

Kemungkinan terjadinya kesalahan dalam proses pengelasan tidak dapat dihindari dan akan berakibat fatal bagi struktur itu sendiri. Hal tersebut diatas dapat terjadi akibat kesalahan *non teknis*, seperti kesalahan penggunaan *electrode* dan kesalahan penerapan *filler* yang tidak sesuai sehingga terjadi *defect*. Hal lain yang dapat mengakibatkan terjadinya *defect* pada hasil pengelasan adalah pada saat pergantian *welder*, dalam hal ini sering disebut *human error*. Untuk mengatasinya diperlukan perlakuan *repair*, apabila kesalahan dalam proses pengelasan dilakukan berulang kali maka perlu melakukan *multiple repair* pada *weld joint* tersebut. Akibat dari *multiple repair* yang dilakukan akan berpengaruh besar terhadap daerah *HAZ* dan *weldability* dari *base metal* itu sendiri. Pekerjaan las ini dilakukan dengan metode *SMAW* (*Shielded Metal Arc Welding*) pada posisi 1G (datar) dengan elektroda *AWS RB-26 KOBE STEEL* dan *RD-260 NIKKO STEEL*. Melalui pengamatan metalografi struktur makro untuk elektroda *RB-26 KOBE STEEL*, pada pengelasan *repair specimen C* terlihat jelas pelebaran *input* panas pada *HAZ*. Pada pengamatan struktur mikro, tampak bahwa *fase sementit* terlihat lebih merata pada daerah *weld metal* untuk *specimen D*. Kekerasan material yang paling tinggi terdapat pada *specimen D* yaitu untuk daerah *BM* harga *VHN* nya **158,5**, untuk daerah *HAZ* harga *VHN* nya **179,8** dan untuk daerah *WM* harga *VHN* nya **210**.

Untuk elektroda *RD-260 NIKKO STEEL* harga kekerasan *VHN* paling tinggi terdapat pada spesimen **2**. Untuk daerah *base metal* *VHN* **150,3** untuk daerah *HAZ* *VHN* **165,9** dan untuk daerah *weld metal* *VHN* nya **182,7**. Fasa yang terjadi adalah ferit dan perlit, untuk daerah *base metal*, pada *HAZ* fasanya sama tetapi memiliki dimater butir yang lebih kecil, sedangkan pada daerah *weld metal* terjadi peningkatan *Fe₃c* (sementit). Hasil pengelasan terjadi *distorsi* pada spesimen **3**, dan **4**.

Kata Kunci : Elektroda *RB-26 KOBE STEEL* dan Elektroda *RD-260 NIKKOSTEEL* Pengelasan SMAW, Perlakuan *Welding Repair*, kekerasan, *BM*, *HAZ*, *WM*, *Hardness*, Struktur Mikro, *quenching*.

- 1) *Dosen Bidang Teknik Material Jurusan Teknik Mesin Unsub*
- 2) & 3) *Mahasiswa Teknik Mesin Unsub*

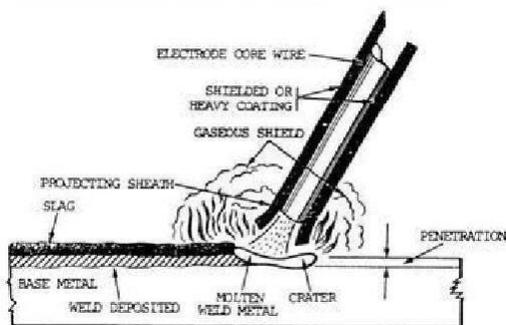
1) PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan proses penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas. Karena proses ini maka didaerah sekitar lasan mengalami siklus termal cepat yang menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan metalurgi yang rumit, deformasi dan tegangan-tegangan termal. Pada umumnya struktur mikro dari baja tergantung pada kecepatan pendinginannya dari suhu daerah austenite sampai ke suhu kamar. Akibat terjadinya perubahan struktur maka sifat mekanik yang dimilikinya akan berubah juga.

2) DASAR TEORI

2.1. Pengelasan SMAW

Proses pengelasan SMAW yang umumnya disebut Las Listrik adalah proses pengelasan yang menggunakan panas untuk mencairkan material dasar dan elektroda. Panas tersebut ditimbulkan oleh lompatan ion listrik yang terjadi antara katoda dan anoda (ujung elektroda dan permukaan plat yang akan dilas) dengan kata lain teknik pengelasan ini memanfaatkan panas busur listrik yang timbul karena perbedaan tegangan antara elektroda terbungkus dengan material yang akan disambung.



Gambar 2.1 Pengelasan SMAW
(sumber: modul las SMAW 2008)

Prinsip kerja pengelasan busur elektroda terbungkus SMAW adalah pengelasan busur listrik terumpun yang menggunakan elektroda yang terbungkus *fluks*. Sebagai prinsip kerja pengelasan busur elektroda terbungkus SMAW adalah pengelasan busur listrik terumpun yang menggunakan elektroda yang terbungkus *fluks* sebagai pembangkit busur dan sebagai bahan pengisi. Panas yang timbul diantara elektroda dan bahan induk mencairkan ujung elektroda (kawat) las dan bahan induk, sehingga membentuk kawah las yang cair, yang kemudian membeku membentuk lasan. Bungkus (*coating*) elektroda yang berfungsi sebagai *fluks* akan terbakar pada waktu proses

berlangsung, gas yang terjadi akan melindungi proses terhadap pengaruh udara luar (Oksidasi) yang sekaligus berfungsi memantapkan busur. Gas pelindung (*Shielded Gas*) timbul dari lapisan pembungkus elektroda atau *fluks* yang terurai (*decomposition*).

2.2. Material BAJA KARBON RENDAH

Material plat baja karbon rendah banyak digunakan untuk konstruksi bangunan dan rangka baja, jembatan, atap industri dan dll.

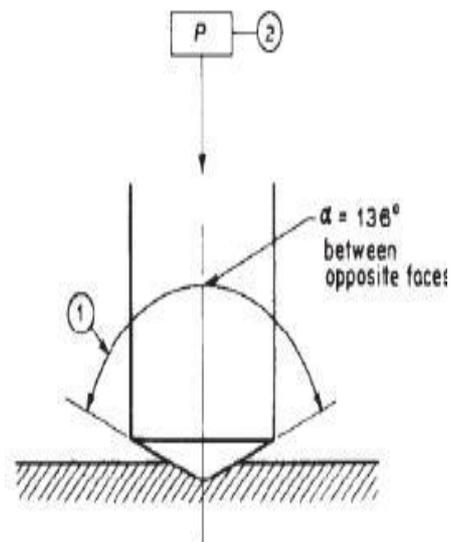
Material specimen plate ini merupakan jenis baja karbon dengan kandungan karbon maksimum 0,20%.

2.3. Sifat Mekanik

Sifat mekanik adalah salah satu sifat terpenting, karena sifat mekanik menyatakan kemampuan suatu bahan (tentunya juga komponen bahan tersebut) untuk menerima beban/gaya/energi tanpa menimbulkan kerusakan pada bahan atau komponen tersebut.

2.4 Uji Kekerasan Vickers

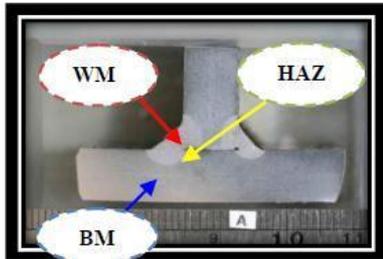
Pengujian kekerasan Vickers dilakukan berdasarkan standart ASTM E92. Pada pengukuran kekerasan menurut Vickers suatu benda penekan intan dengan sudut 136° , ditekan kedalam bahan dengan gaya F tertentu selama waktu tertentu. Setelah piramida diangkat diagonal d bekas tekanan diukur. Kekerasan Vickers dapat diperoleh dengan membagi gaya pada luas bekas tekanan berbentuk piramida.



Gambar 2.2. Prinsip Uji Kekerasan Vickers.

2.5. Pengamatan Metalografi

Untuk keperluan pengamatan struktur mikro masing-masing spesimen diambil sampel foto struktur mikro dengan pembesaran yang tetap (20 X) di 3 titik. Keenam titik tersebut adalah *weld metal*, *HAZ*, dan *base metal*.



Gambar 2.3 Titik Metalografi

Ukuran	Plat	Plat
	Datar	Tegak
Panjang ukur spesimen	150 mm	150 mm
Lebar ukur spesimen	75 mm	35 mm
Tebal spesimen	8 mm	8 mm
Jumlah Spesimen	4 buah	4 buah

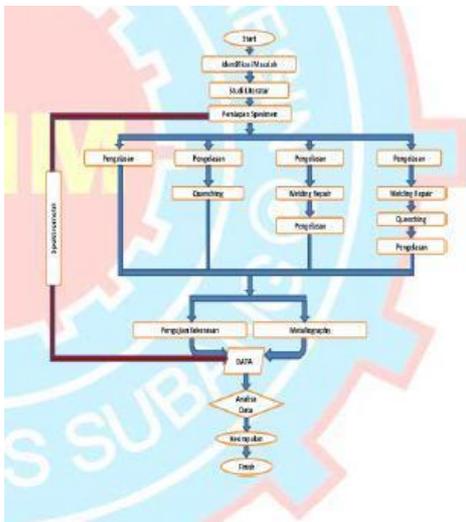
Kodefikasi Spesimen

- Spesimen 1 : Pengelasan, Uji Keras, ASM
- Spesimen 2 : Pengelasan, Quenching, Uji Keras, ASM
- Spesimen 3 : Pengelasan, Welding Repair, Pengelasan Ulang, Uji Keras, ASM
- Spesimen 4 : Pengelasan, Welding Repair, Quenching, Pengelasan Ulang, Uji Keras, ASM.

3) METODOLOGI

3.1 Diagram Alir

Untuk proses metodologi penelitian dapat digambarkan pada flowchart berikut:



Gambar 3.4 Flowchart

3.2. Spesimen Welding Repair

Untuk specimen yang akan di gunakan adalah baja karbon rendah. Jumlah plat ada 8 buah dengan jenis sambungan sudut T (tee joint). Di las menjadi 4 spesimen, dengan ukuran dibawah ini:

Tabel 3.5 Ukuran Spesimen



Gambar 3.6 Jenis sambungan las

3.3 Proses Pengelasan

Dalam proses pengelasan menggunakan metoda pengelasan SMAW (shielded metal arc welding). Untuk jenis elektroda baik itu untuk pengelasan ataupun perbaikan las (welding repair) menggunakan elektroda tipe RD-260 NIKKO STEEL dan RB-26 KOBE STEEL.

Spesifikasi untuk elektroda RB-26

KOBE STEEL:

- Panjang : 350 mm
- Diameter : 2,6 mm ampere
- Arus : 60-110
- Polaritas : AC /DC
- Ket : penetrasi dangkal



Gambar 3.7 RB-26 KOBE STEEL

Spesifikasi untuk elektroda **RD-260 NIKKO STEEL:**

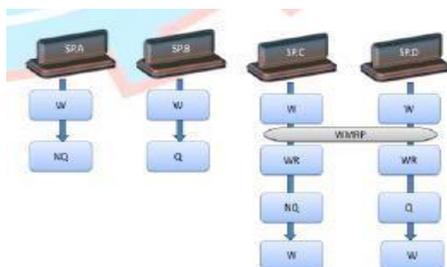
Panjang	:350 mm
Diameter	: 2,6 mm ampere
Arus	:60-110
Polaritas	:AC /DC
Ket.	:penetrasi sedang



Gambar 3.8 RD-260 NIKKO STEEL

3.4 Proses Welding Repair

Diagram proses welding repair;



Gambar 3.9 Proses welding repair

Persiapan selanjutnya yaitu setelah trafo las terhubung ke sumber listrik, kemudian menyetel arus ampere yang akan digunakan. Untuk elektroda **RB-26 Kobe Steel** ini menggunakan arus sekitar 80 Ampere. Setelah terpasang elektroda pada stick holder, kemudian diberi titik cantum ke setiap spesimen yang akan dilas dengan jenis sambungan **T**.

Untuk spesimen **A**, prosesnya yaitu *pengelasan* saja kemudian dидiamkan dengan *pendinginan lambat* (suhu lingkungan). Spesimen **B** dilas, kemudian di *quenching* (pendinginan cepat) dicelupkan ke air. Untuk proses *welding repair* terjadi pada spesimen **C** dan **D**. Tahap untuk spesimen **C** yaitu dilas terus itu ke *pendinginan lambat*, setelah dingin hasil las tadi masuk ke proses *welding repair*, yaitu membongkar kembali hasil lasan tadi. Untuk arusnya disetel maksimal sekitar ± 215 ampere max pada trafo las. Setelah terbongkar hasil lasan tadi, spesimen *didinginkan lambat* lagi, terus terakhir ke proses *pengelasan ulang*.

Untuk spesimen **D** tidak jauh berbeda pengerjaannya. Hanya tahap *quenching* berlangsung setelah proses *welding repair* dan *pengelasan ulang*.

Proses diatas untuk elektroda **RB-26 KOBE STEEL**. Adapun untuk proses *welding repair* yang menggunakan elektrode **RD-260 NIKKO STEEL** masih sama, hanya kodefikasi untuk spesimen menggunakan *kode angka*.

4) DATA DAN ANALISA

4.1 Data Hasil Uji Kekerasan

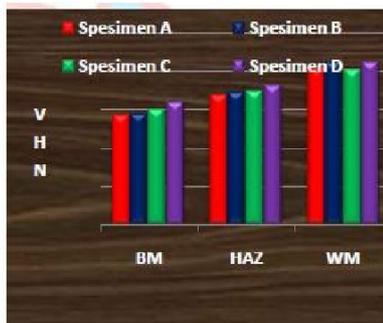
Untuk pengujian kekerasan terhadap tiap spesimen, digunakan cara penekanan yaitu dengan metoda *Micro Vickers*. Pengukuran dilakukan 3 kali dan diambil harga rata-rata kekerasan di setiap spesimen uji.

Dapat dilihat perbandingan tabel dan grafik harga *VHN* di daerah metalurgi pengelasan sebagai berikut untuk kedua jenis electrode.

Electroda RB-26 KOBE STEEL

Tabel.4.10

Spesimen	VHN		
	BM	HAZ	WM
A	141,2	166,9	201,7
B	142,9	170,7	210,0
C	149,2	172,8	200,7
D	158,5	179,8	210,0

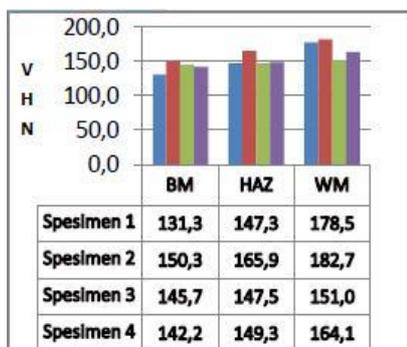


Gambar 4.11 Grafik VHN & Daerah Las

Electroda RD-260 NIKKO STEEL

Tabel 4.12

Spesimen	BM	HAZ	WM
1	131,3	147,3	178,5
2	150,3	165,9	182,7
3	145,7	147,5	151,0
4	142,2	149,3	164,1

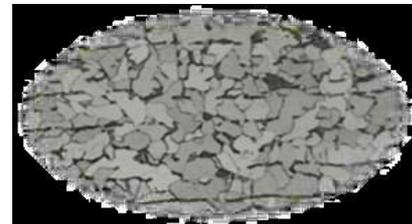


Gambar.4.13 Grafik VHN & Daerah Las

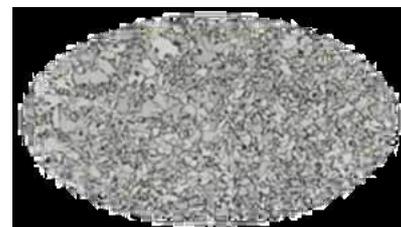
4.2 Data Struktur Mikro

Untuk **ELEKTRODA RB-26 KOBE STEEL**

Sp.C Welding repair non quenching



Gambar 4.14 Struktur Mikro *base metal* (BM)



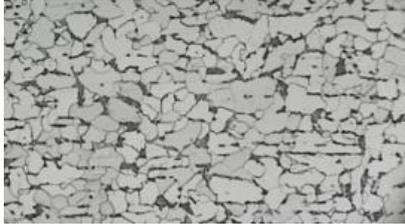
Gambar 4.15 Struktur Mikro *HAZ*



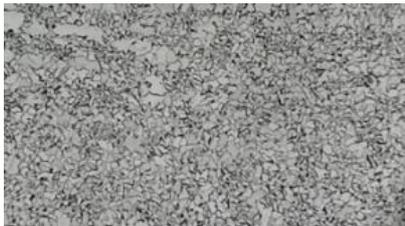
Gambar 4.16 Struktur Mikro *weld metal* (WM)

Untuk **ELEKTRODA RD-260 NIKKO STEEL**

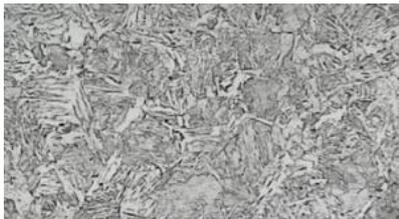
Sp.3 Welding repair non quenching



Gambar 4.17 Struktur Mikro Daerah Base Metal (BM) Spesimen 3



Gambar 4.18 Struktur Mikro Daerah HAZ Spesimen 3



Gambar 4. 19 Struktur Mikro Daerah Weld Metal (WM) Spesimen 3

4.3 Analisa Data

Untuk **ELEKTRODA RB-26 KOBE STEEL**,

Dari grafik hasil pengujian kekerasan untuk daerah **base metal** terjadi kenaikan harga kekerasan mulai dari spesimen A,B,C,D,yaitu untuk **Sp.A** harga kekerasannya **141,2 VHN**, **Sp.B 149,2 VHN**, **Sp.C 149,2 VHN** dan **D 158,5 VHN**. Terjadinya daerah **HAZ** yang melebar untuk spesimen **C** dan pengaruh

panas akibat **welding repair** serta **quenching** pada spesimen **D**.

Pada daerah **HAZ** untuk ke-4 spesimen uji,harga kekerasannya meningkat dibandingkan dengan daerah **base metal**, sedangkan untuk harga kekerasan tiap spesimen juga mengalami kenaikan, yaitu untuk **Sp.A 166,9 VHN**, **Sp.B 170,7 VHN**, **Sp.C 172,8 VHN**, dan **Sp.D 179,8 VHN**. Hal ini di sebabkan pengaruh proses pengerjaan pada tiap spesimen.

Di daerah **weld metal** untuk ke-4 spesimen uji, harga kekerasannya juga meningkat dibandingkan dengan daerah **HAZ**, sedangkan untuk harga kekerasan tiap spesimen juga mengalami variasi harga

VHN nya, yaitu **Sp.A 201,7 VHN**, **Sp.B 210,0 VHN**, **Sp.C 200,7**, dan **Sp.D 210,0 VHN**.Bisa dilihat pada spesimen **D** harga kekerasannya lebih besar dari pada spesimen lainnya.Tetapi untuk spesimen **C** didaerah ini ,harga **VHN** nya paling rendah sedikit dengan spesimen **A** yang mengalami pendinginan lambat, Kesimpulan sementara bahwa proses **welding repair** dengan elektroda **RB-26 KOBE STEEL** dilanjutkan dengan **quenching** dapat meningkatkan kekerasan material.

Analisa Data Foto Struktur Mikro.

Untuk Spesimen C

Secara keseluruhan spesimen di daerah **base metal** ini tidak ada perbedaan, masih sama fasa **ferit** dan **perlit** yang terbentuk. Tetapi di daerah ini terbentuk garis hitam memanjang.

Daerah **HAZ** pun ukuran dari butir semakin kecil banyak. Fasa **ferit** dan **perlit** masih ada. Fasa **perlit** yang merupakan daerah gelap, sudah semakin berkurang.

Daerah **weld metal**, volume fraksi fasa **sementit** bertambah sudah banyak. Pada struktur hasil anil, karbida tersebut akan berbentuk bulat dan tertanam dalam matrik **ferit** yang lunak. Volume untuk Fe₃C (sementit) bertambah.

Untuk **ELEKTRODA RD-260 NIKKO STEEL**,

Berdasarkan data hasil pengujian secara keseluruhan harga kekerasan untuk daerah *base metal*, *HAZ*, *weld metal* terjadi kenaikan harga kekerasan. Apabila dilihat dari harga kekerasan tiap spesimen terjadi variasi harga kekerasan.

Pada daerah *base metal*, harga kekerasan setiap spesimen tidak sama, hal ini terjadi karena pengaruh panas akibat proses pengelasan sehingga menyebabkan daerah *HAZ* melebar, kemungkinan terjadi pengujian yang seharusnya dilakukan pada daerah *base metal*, pada kenyataannya pengambilan data didapat pada daerah *interface* antara *base metal* dan *HAZ*.

Untuk harga kekerasan pada daerah *base metal*, *HAZ* dan *weld metal* harga kekerasan paling tinggi terjadi pada spesimen 2 yaitu **182,7** VHN pada daerah *weld metal*, dan harga kekerasan terendah terjadi pada spesimen 1 sebesar **131,3** VHN pada daerah *base metal*.

Untuk spesimen dengan proses *welding repair* dan *quenching* (spesimen.4) harga kekerasan pada semua daerah kurang dari harga kekerasan spesimen 2. Pada daerah *base metal* yaitu **142,2** VHN, daerah *HAZ* **149,3** VHN, dan daerah *weld metal* **164,1** VHN. Pada spesimen.4 ini mengalami *distorsi*.

Pada spesimen yang mengalami proses *welding repair* baik yang dilanjutkan proses *quench* maupun yang tidak, harga kekerasannya menurun. Untuk spesimen.3 pada daerah *base metal* yaitu **145,7** VHN, daerah *HAZ* **147,7** VHN serta daerah *weld metal* **151,0** VHN. Dan pada spesimen ini juga mengalami *distorsi*.

Untuk Spesimen 2 terjadi peningkatan yang bertahap terhadap daerah *metalurgi las*. Harga kekerasan daerah *base metal* yaitu **150,3** VHN, daerah *HAZ* **165,9** VHN dan daerah *weld metal* **182,7** VHN.

Di spesimen 1 harga kekerasannya untuk daerah *base metal* yaitu **131,3** VHN, daerah *HAZ* **147,7** dan daerah *weld metal* **178,5** VHN.

Pada spesimen ini juga mengalami kenaikan harga kekerasan yang bertahap untuk daerah *metalurgi pengelasan* nya.

Analisa Data Foto Struktur Mikro.

Berdasarkan hasil pengujian kekerasan, untuk daerah *base metal* harga kekerasan terendah ada di spesimen 1 sedangkan harga kekerasan yang tertinggi ada di spesimen 2. Apabila dilihat dari gambar *struktur mikro* terlihat pada spesimen 1 dan 2 untuk daerah *base metal* fasa yang terjadi adalah *ferit* dan *perlit*. Perbedaan yang terjadi adalah pada spesimen 2 diameter butir lebih pipih (mengecil), sehingga harga kekerasannya akan lebih tinggi.

Pada daerah *HAZ* kekerasan yang paling tinggi terjadi pada spesimen 2 sedangkan yang terendah terjadi pada spesimen 1. Apabila dilihat dari gambar *struktur mikro* pada daerah *HAZ* untuk kedua spesimen tersebut, fasa yang terjadi adalah *ferit* dan *perlit*, pada spesimen 2 terjadi variasi besar butir tetapi mayoritas butir yang halus adalah fasa *perlit*.

Daerah *weld metal* harga kekerasan yang tertinggi terjadi pada spesimen 2, sedangkan harga kekerasan terendah terjadi pada spesimen 3. Apabila dilihat dari gambar 4.16 *struktur mikro*, fasa yang terjadi pada daerah *weld metal* untuk kedua spesimen adalah *ferit* dan *perlit* dengan penambahan fasa *sementit*. Pada spesimen 2 *Fe₃C (sementit)* terlihat lebih dominan dibandingkan dengan spesimen 3 Selain itu factor pemanasan yang lebih mengakibatkan terjadinya pengintian butir yang berulang sehingga mengakibatkan perkembangan butir tidak terdistribusi dengan baik.

5) KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Untuk **ELEKTRODA RB-26**
KOBE STEEL,

1. Kekerasan material yang paling tinggi terdapat pada spesimen **D** yaitu untuk daerah **BM** harga VHN nya **158,5**, sedangkan untuk daerah **HAZ** harga VHN nya **179,8** dan untuk daerah **WM** harga VHN nya **210**.
2. Hasil pengamatan *struktur makro* terjadi pelebaran daerah **HAZ** pada spesimen **C**.
3. *Fasa sementit* terlihat lebih merata pada daerah *weld metal* untuk spesimen **D**.
4. Proses *welding repair* dengan elektroda **RB-26 KOBE STEEL** dapat meningkatkan kekerasan pada daerah *metalurgi* pengelasan.

Untuk **ELEKTRODA RD-260**
NIKKO STEEL,

1. Untuk harga kekerasan VHN paling tinggi terdapat pada spesimen 2. Untuk daerah *base metal* VHN **150,3** untuk daerah **HAZ** VHN **165,9** dan untuk daerah *weld metal* VHN nya **182,7**.
2. Fasa yang terjadi adalah *ferit* dan *perlit*, untuk daerah *base metal*, pada **HAZ** fasanya sama tetapi memiliki diameter butir yang lebih kecil, sedangkan pada daerah *weld metal* terjadi peningkatan *Fe₃c* (*sementit*).
3. Hasil pengelasan terjadi *distorsi* pada spesimen 3, dan 4.

DAFTAR PUSTAKA

Gabe, D.R, 1978. "Principle Of Metal Surface Treatment And Protection", 2nd edition, Oxford:Pergamon.

Dieter, George E 1986,"Mechanical Metallurgi", McGraw-Hill Book Co.

ASM,1986. "Metal Handbook". Volume 10 : Materials Characterization, 9th edition.

Sydney H, Avner. 1974, "Introduction To Physical Metallurgi", Japan; McGraw Hill. Series In Material Science And Engineering.

Canning, W, "The Canning Handbook Surface Finishing Technology", E & F.N Spon Ltd.

ASTM. 1981, "Annual Book Of Standards". Volume 4,

Lainer, V.I. 1970m "Modern Electroplating", Translated From Russian, Jerusalem, Israel, Program For Scientific Translation.

Callister

John Wullf