

ANALISIS PERBANDINGAN KETAHANAN KOROSI TERHADAP LARUTAN *AQUA REGIA* PADA BAJA KARBON MEDIUM SEBELUM DAN SESUDAH PROSES *PACK CARBURIZING*

Obed Fajar¹, Umen Rumendi² dan Iwan Gunawan³

¹Mahasiswa Teknik Mesin dan Manufaktur (Teknologi Rekayasa Manufaktur) Polman Bandung

²Dosen Material Teknik, Teknik Manufaktur Polman Bandung

³Sekretariat Jurusan, Teknik Manufaktur Polman Bandung

Jl. Kanayakan No. 21 – Dago, Bandung – 40135

Phone/Fax : 022. 250 0241 / 250 2649

e-mail: fajarobed@gmail.com umen_rumendi2012@yahoo.com igoen31@gmail.com

Abstrak

Untuk memperbaiki mutu serta mencapai produk yang maksimal pada baja karbon menengah DIN 1.1730 (EMS 45) kekuatan dan kekerasan pada baja jenis ini dapat ditingkatkan dengan proses perlakuan austenitasi, akan tetapi jika pemakaian logam tersebut berada di lingkungan korosif akan rawan terhadap serangan korosi dan tentu saja akan mengurangi umur (*lifetime*) komponen tersebut, maka dari itu korosi memang tidak dapat dihindari namun dapat dicegah ataupun dikendalikan. Namun mengacu pada penelitian dari R. Kohar, 2013^[3] menunjukkan bahwa baja yang mendapat perlakuan pada suhu austenit memang sudah jelas meningkatkan kekerasan dan kekuatan yang tinggi namun mempercepat laju korosi. Berdasarkan pada data-data tersebut dilakukanlah penelitian ini dengan metode *carburizing* yang sangat lazim dan efisien, dimana selain memberi perlakuan baja pada suhu austenit *carburizing* ini menambahkan atom *carbon* pada baja tersebut saat dalam keadaan austenit dengan komposisi arang batok + 10% *energizer* ($BaCO_3$). Kemudian untuk uji korosif yang ditinjau dari tingkat keasamannya maka direaksikan terhadap larutan *aqua regia* dengan komposisi $3HCl + HNO_3$ sebagai bahan uji korosifnya. Dengan adanya atom *carbon* pada reaksi korosif ini, maka atom *carbon* akan menjadi inhibitor atau penghalang antara baja dan larutan korosif sehingga proses pengkorosian pada logam akan semakin rendah lajunya dengan kata lain proses *pack carburizing* ini mampu menahan laju korosi pada baja karbon menengah ini. Hal ini dibuktikan dengan data hasil penelitian menggunakan rumusan metode kehilangan berat yaitu untuk spesimen dengan proses *hardening* bernilai $938.05 \frac{mm}{year}$, kemudian untuk spesimen tanpa proses *pack carburizing* laju korosinya bernilai $602.03 \frac{mm}{year}$, sedangkan untuk spesimen dengan proses *pack carburizing* selama 4 jam bernilai $434.02 \frac{mm}{year}$.

Kata Kunci : Baja Karbon Menengah, Korosi, Pack Carburizing, Aqua Regia, Metode Kehilangan Berat

1. Pendahuluan

Pemakaian baja pada industri sangat menentukan dan berpengaruh untuk masing-masing karakteristik yang akan dicapai oleh setiap industri. Salah satu contohnya yaitu pada industri komponen mekanik, umumnya baja karbon menengah DIN 1.1730 (EMS 45) yang lazim digunakan pada industri tersebut, dikarenakan harganya yang murah, mudah didapatkan serta mudah untuk dilakukan proses permesinan dan dibentuk dengan kualitas yang baik. Pemakaian baja karbon menengah ini biasanya digunakan untuk komponen mekanik seperti puli, rel kereta api, alat-alat pertanian bahkan komponen utama kincir angin serta panel surya di daerah lepas pantai.

Untuk memperbaiki mutu serta mencapai produk yang maksimal kekuatan dan kekerasan pada baja jenis ini dapat ditingkatkan dengan proses perlakuan austenitasi. Akan tetapi jika pemakaian logam tersebut berada di lingkungan korosif akan rawan terhadap serangan korosi dan tentu saja akan mengurangi umur (*lifetime*) komponen tersebut. Korosi adalah penurunan material logam melalui proses elektrokimia karena berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya^[4] Akibat kerusakan yang ditimbulkan korosi tersebut, maka dapat diperkirakan secara kasar bahwa biaya penanggulangan korosi mencapai 1,5% dari keseluruhan biaya operasional^[2], maka dapat diprediksi besarnya biaya yang harus dikeluarkan untuk penanggulangan korosi tersebut. Maka dari itu

korosi memang tidak dapat dihindari namun dapat dicegah ataupun dikendalikan.

Namun mengacu pada penelitian dari R. Kohar, 2013^[3] menunjukkan bahwa baja yang mendapat perlakuan pada suhu austenit memang sudah jelas meningkatkan kekerasan dan kekuatan yang tinggi namun mempercepat laju korosi. Perubahan laju korosi ini disebabkan oleh efek perlakuan panas pada benda uji dapat menimbulkan konsentrasi tegangan yang tidak homogen, dengan demikian akan menghasilkan struktur mikro yang tidak homogen, seperti besar dan bentuk butir. Perubahan butir akan meningkat jika temperatur austenit dinaikan, kemudian hasilnya adalah besar butir yang kasar dimana akan rentan terhadap serangan korosi.

Berdasarkan pada data-data tersebut dilakukanlah penelitian ini dengan metode *carburizing* yang sangat lazim dan efisien, dimana selain memberi perlakuan baja pada suhu austenit *carburizing* ini menambahkan atom *carbon* pada baja tersebut saat dalam keadaan austenit dengan komposisi arang batok + 10% *energizer* ($BaCO_3$) dan dengan adanya atom karbon yang bersifat inert ini dimana tidak larut dalam asam, air maupun basa diharapkan dapat menjadi inhibitor yang memperlambat laju korosi. Kemudian untuk uji korosif yang ditinjau dari tingkat keasamannya maka direaksikan terhadap larutan *aqua regia* dengan komposisi $3HCl + HNO_3$ sebagai bahan uji korosifnya, dimana kasus yang terjadi dengan *aqua regia* ini digunakan untuk salah satu tindak kriminal dalam pencurian motor ataupun pembobolan rumah dengan cara mengkorosifkan secara cepat gembok yang berfungsi sebagai pengamanannya. Sehingga berdasarkan hal-hal tersebut penelitian ini diharapkan dapat membantu untuk masalah pencegahan dan pengendalian tentang korosi.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini menunjukkan tahapan-tahapan yang dilakukan pada penelitian dari awal sampai akhir penelitian.

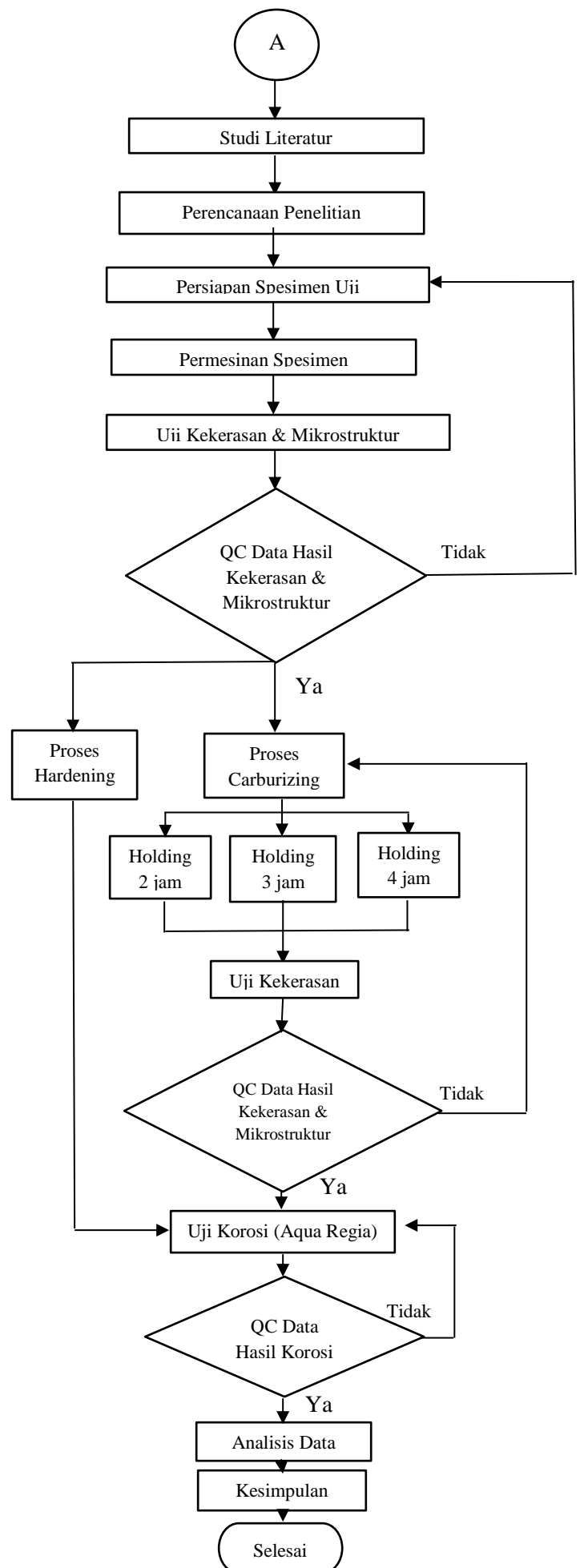
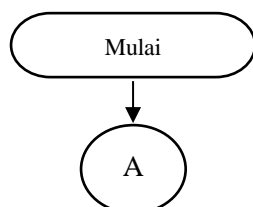
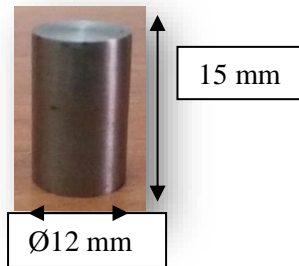


Diagram 2.1 Diagram Alir Penelitian

2.2 Pembuatan Spesimen



Gambar 2.1 Sampel menyerupai salah satu bagian baja gembok

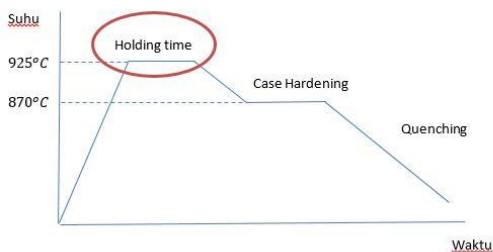
Lakukan Permesinan pada raw material hingga mencapai dimensi pada Gambar 2.1

2.3 Proses Pack Carburizing

Proses *carburizing* yang digunakan yaitu *pack carburizing* (karburasi padat). Proses ini mengacu pada ASM Vol. 4 *Heat Treating*, temperatur *pack carburizing* yang digunakan adalah 925°C dengan *holding time* yang berbeda-beda untuk tiap spesimen, ada yang 2 jam, 3 jam dan 4 jam. Adapun tahapan proses *pack carburizing* tertera pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Tahapan Proses Pack Carburizing

No	Proses	Gambar	Alat Bantu
1	Siapkan spesimen yang telah melalui proses permesinan (1). Potong kawat (2) dengan menggunakan gunting kawat dengan panjang yang cukup untuk melilitkan spesimen serta siapkan lilitan untuk pengambilan spesimen.	 	- Tang
2	Ikatkan kawat (2) pada spesimen (1) untuk mempermudah proses pengangkatan dari kotak sementasi setelah proses pack carburizing seperti pada gambar (3).		- Tang - Pemotong kawat
3	Masukan arang batok + 10% BaCO_3 (5) sebagai media carburizing ke dalam kotak sementasi (4) dengan spesimennya (3).		- Sekop kecil
4	Masukan kotak sementasi (4) ke dalam tungku (6), lalu panaskan pada suhu 925°C dan tahan sesuai <i>holding time</i> untuk masing-masing spesimen (3).		- Tang - penangkut - Sarung Tangan



Gambar 2.7 Skema Proses Heat Treatment pada spesimen (Pack Carburizing)

2.4 Proses Case Hardening

Proses *case hardening* dilakukan pada spesimen uji yang telah melalui proses *pack carburizing* disuhu pemanasan 870°C kemudian ditahan dengan *holding time*:

$$HT = \frac{1}{2} \times \text{Diameter Spesimen}$$

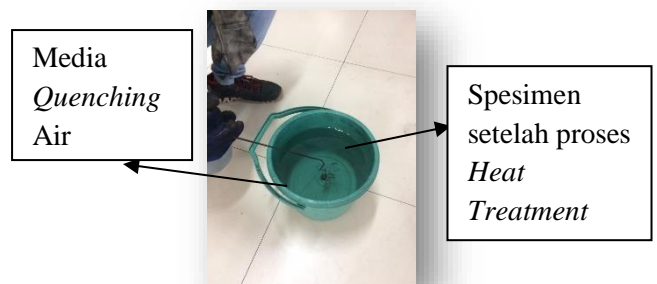
Holding time untuk tiap spesimen selama 6 menit. Adapun tahapan proses *case hardening* tertera pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Tahapan Proses Case Hardening

No	Proses	Gambar	Alat Bantu
1	Sesaat proses <i>pack carburizing</i> telah selesai turunkan suhu tungku (1) pada 870°C .		- Sarung Tangan
2	Keluarkan kotak sementasi (2) dari tungku (1) dan angkat spesimen (3).		- Sarung Tangan

2.5 Proses Quenching

Pada Gambar 2.10, proses *quenching* dilakukan setelah proses *case hardening* selesai. Proses *quenching* ini menggunakan media air sebagai media pendinginnya. Angkat spesimen dari kotak sementasi kemudian tiriskan di dalam air sampai spesimen dingin.



Gambar 2.10 Proses Quenching

2.6 Pengujian Material







Proses pengujian material dilakukan pada spesimen penelitian sebelum dan sesudah proses *heat treatment*. Pengujian yang dilakukan terdiri dari pengujian struktur mikro dan pengujian kekerasan. Data yang diperoleh dari proses pengujian ini selanjutnya dianalisa dan diambil kesimpulan untuk dijadikan pertimbangan dalam menentukan parameter proses perlakuan panas, dan digunakan untuk

mengevaluasi keberhasilan proses perlakuan panas itu sendiri.

2.6.1 Pengujian Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro dilakukan di lab. *Heat Treatment* jurusan Teknik Manufaktur Polman Bandung menggunakan *metallurgical microscopy*. Sampel uji pada pengujian ini yaitu 4 spesimen yang terdiri dari 1 spesimen tidak dikarburising, *case hardening* dan 3 spesimen yang sudah mengalami proses *pack carburizing* dengan *holding time* yang berbeda-beda. Persiapan spesimen uji mengacu pada standar ASTM E3 – 01 (*Standard Guide for Preparation of Metallographic Specimens*). Adapun tahapan pengujian struktur mikro tertera pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Tahapan Pengujian Struktur Mikro

No	Proses	Gambar	Alat Bantu
1	Siapkan spesimen (1) yang akan diuji, pastikan dalam keadaan bersih.	 Gambar 2.11 Spesimen	- Majun
2	Potong spesimen (1) dengan menggunakan gerinda potong spesimen (2).	 Gambar 2.12 Pemotongan Spesimen Uji	- Gerinda potong spesimen
3	Sesudah memotong spesimen (1), maka dilakukannya proses mounting (3) supaya memudahkan saat proses polishing.	 Gambar 2.13 Mounting	- Resin - Majun
4	Poles spesimen (1) dengan menggunakan amplas 180 – 1200 (4).	 Gambar 2.14 Polishing	- Amplas
5	Cek spesimen (5) apakah sudah memenuhi untuk pengujian struktur mikro lalu tambahkan larutan nital.	 Gambar 2.15 Spesimen hasil polishing	- Amplas
6	Periksa dan amati struktur mikro spesimen (5) dengan <i>metallurgy microscope</i> (6).	 Gambar 2/16 Metallurgy Microscope	- Tissue

2.6.2 Pengujian Kekerasan

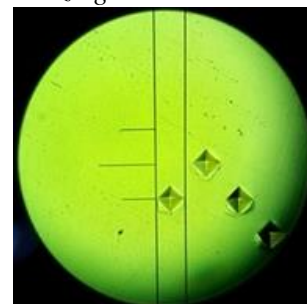
Pengujian kekerasan yang dilakukan pada spesimen penelitian terdiri dari pengujian kekerasan makro dan pengujian kekerasan mikro. Pengujian kekerasan makro dilakukan

dengan metode *Rockwell B* dan *Rockwell C* sesuai dengan standar ASTM E18 (*Standard Test Method for Rockwell Hardness and Rockwell Superficial Hardness of Metallic Materials*) menggunakan *Rockwell Hardness Tester*. Metode *Rockwell B* menggunakan indenter berbentuk bola baja $\phi 1/16''$ dengan beban 100 kgf. Pengujian dengan *Rockwell B* digunakan pada pengujian kekerasan material awal. Selanjutnya, metode *Rockwell C* menggunakan indenter berupa intan berbentuk piramida dengan beban 150 kgf. Pengujian kekerasan *Rockwell C* digunakan pada pengujian kekerasan material hasil proses *pack carburizing* seperti pada Gambar 2.17.



Gambar 2.17 Rockwell

Pengujian kekerasan mikro mengacu pada standar ASTM E384 serta ASTM E92-82 (*Standard Test Method or Vickers Hardness of Metallic Materials*) menggunakan *Vickers Hardness Tester* dengan beban 200kgf. Pengujian kekerasan mikro merupakan pengujian distribusi kekerasan. Indentor yang digunakan adalah berbentuk piramida dengan sudut 136° . Hasil penekanan indenter *Vickers* berbentuk bujur sangkar berdiagonal seperti terlihat pada Gambar 2.18. Panjang diagonal diukur dengan skala pada mikroskop dengan mengatur arah *horizontal* dan *vertical*. Pengujian kekerasan *Vickers* digunakan pada pengujian kekerasan material hasil proses *pack carburizing*.



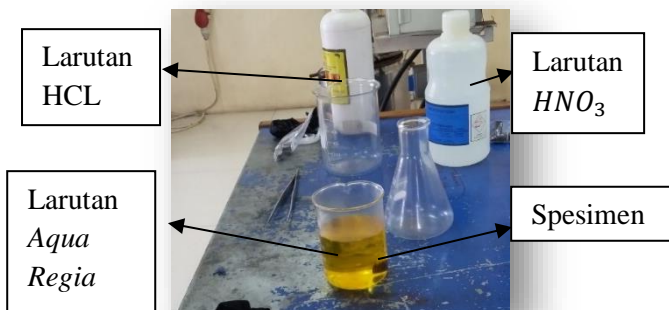
Gambar 2.18 Hasil Penekanan Indentor Vickers

Pada proses pengujian kekerasan *Vickers*, spesimen uji dipotong menggunakan mesin gerinda potong spesimen. Selanjutnya, spesimen yang telah dimounting kemudian

dihaluskan menggunakan ampelas 180 sampai dengan 1500 dan dipolish dengan menambahkan cairan alumina sampai permukaan spesimen mengkilap. Selanjutnya, pengujian kekerasan dan distribusi kekerasan spesimen dilakukan menggunakan *Rockwell Hardness Tester* dan *Micro Hardness Tester*.

2.6.3 Pengujian Laju Korosi

Tahapan berikutnya yaitu pengujian korosif, untuk pengujian korosif ini ke-empat spesimen dimasukkan ke dalam gelas ukur berisikan larutan korosif (*aqua regia*) dengan komposisi $3HCL + HNO_3$. Larutan ini sangat korosif dan dijadikan larutan untuk pengujian laju korosi pada ke-empat spesimen. Larutan *aqua regia* biasa dipergunakan untuk melarutkan emas dan platina, dikarenakan sifat larutan ini sangat korosif. Penelitian ini dilakukan di Lab. *Heat Treatment* Politeknik Manufaktur Negeri Bandung dengan melarutkan ke-empat spesimen pada larutan tersebut dan ditahan selama 1 jam untuk tiap spesimen, ditunjukkan seperti pada Gambar 2.19.



Gambar 2.19 Larutan Korosif (*Aqua Regia*)

Adapun tahapan pengujian laju korosi tertera pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Tahapan Pengujian Laju Korosi

No	Proses	Gambar	Alat Bantu
1	Masukan 50 ml larutan HNO_3 pekat (1) ke dalam gelas ukur (2).	 Gambar 2.20 Larutan HNO_3	- Masker - Sarung Tangan - Majun
2	Tambahkan 150 ml larutan HCL pekat (3) ke dalam gelas ukur (2).	 Gambar 2.21 Larutan HCL	- Masker - Sarung Tangan - Majun
3	Taruh spesimen (5) ke dalam larutan korosif (<i>aqua regia</i>) (4).	 Gambar 2.22 Spesimen ke larutan	- Masker - Sarung Tangan - Majun - Pinset

4	Tahan waktu perlarutan dalam <i>aqua regia</i> (4) untuk masing-masing spesimen (5) selama 1 jam	 Gambar 2.23 Spesimen terlarut	- Masker - Majun
5	Setelah 1 jam angkat spesimen (5) dari gelas ukur (2) kemudian tiriskan di majun (6).	 Gambar 2.24 Spesimen terlarut	- Masker - Majun - Pinset - Sarung Tangan
6	Bersihkan spesimen (5) setelah proses pelarutan.	 Gambar 2.25 Spesimen dibersihkan	- Masker - Majun - Pinset
7	Ukur berat spesimen (5) dengan menggunakan timbangan digital (7).	 Gambar 2.26 Menimbang spesimen	- Timbangan digital
8	Lakukan prosedur tersebut kesemua spesimen (8).	 Gambar 2.27 Pelarutan spesimen	- Masker - Sarung Tangan - Majun - Pinset

2.7 Perhitungan Laju Korosi

Perhitungan laju korosi menggunakan metode kehilangan berat mengacu pada M.G. Fontana, (1987) "Corrosion Engineering" hal 14 dan 171 s.d. 174 dengan data-data seperti berikut :

Tabel 2.5 Selisih berat spesimen sesudah proses korosi

	Selisih berat sesudah proses korosi (miligram)
<i>Hardening</i>	12940-12270 = 670
Sebelum carburizing	12830-12400 = 430
Carburizing 2 jam	13060-12660 = 400
Carburizing 3 jam	12040-11680 = 360
Carburizing 4 jam	12640-12330 = 310

K (*Konstanta Factor*) yang digunakan yaitu 8.76×10^4 .

D (*Densitas Spesimen*) karena menggunakan baja karbon menengah EMS 45 maka bernilai $7.9 \frac{gr}{cm^3}$.

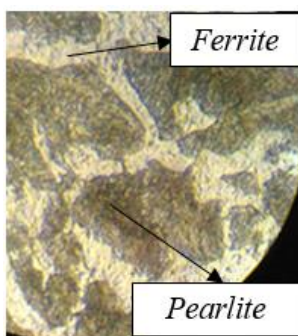
Luas permukaan tabung = $(2 \times \text{Luas Alas}) + \text{Luas Selimut}$

$$\begin{aligned}
 &= (2 \times \pi r^2) + 2 \pi r t \\
 &= (2 \times \pi \times 6^2) + \\
 &\quad 2 \times \pi \times 6 \times 15 \\
 &= 226.2 \text{ mm}^2 + 565.49 \\
 &\quad \text{mm}^2 \\
 &= 791.69 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kemudian untuk T (Time) dengan larutan *aqua regia* adalah 1 jam.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengujian Struktur Mikro dan Kekerasan Material Awal



Gambar 3.1 Struktur Mikro Baja EMS 45

Pada Gambar 3.1 struktur mikro spesimen awal EMS 45 dengan perbesaran 2000x menunjukkan adanya *ferrite* dan batas butir *pearlite*. *Pearlite* merupakan kombinasi besi- α dan karbon ($\alpha + \text{Fe}_3\text{C}$). Karakteristik fasa ini adalah keras sehingga menyumbangkan karakteristik tersebut pada *ferrite*.

Tabel 3.1 Hasil Uji Kekerasan Spesimen Awal EMS 45

Pengujian Ke-	Hasil Pengujian (HRB)
1	92.8
2	93.6
3	94.1
4	94
5	93.3
Rata - rata	93.6

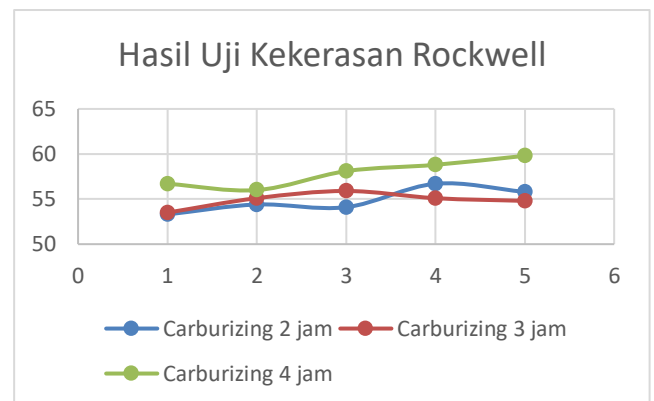
Setelah proses pengujian kekerasan selesai dilakukan terhadap spesimen awal EMS 45 yang ditunjukkan pada Tabel 4.1, maka diperoleh rata-rata kekerasan sebesar 93.6 HRB atau setara dengan 211 HV. Hal ini

menunjukkan bahwa material yang diuji merupakan baja karbon medium yang mempunyai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan baja karbon rendah St 37 dan biasanya baja ini digunakan untuk industri mekanik.

3.2 Hasil Pengujian Kekerasan Rockwell Spesimen *Carburizing* dan *Quenching*

Tabel 3.2 Hasil Pengujian Kekerasan Rockwell Spesimen *Carburizing* dan *Quenching*

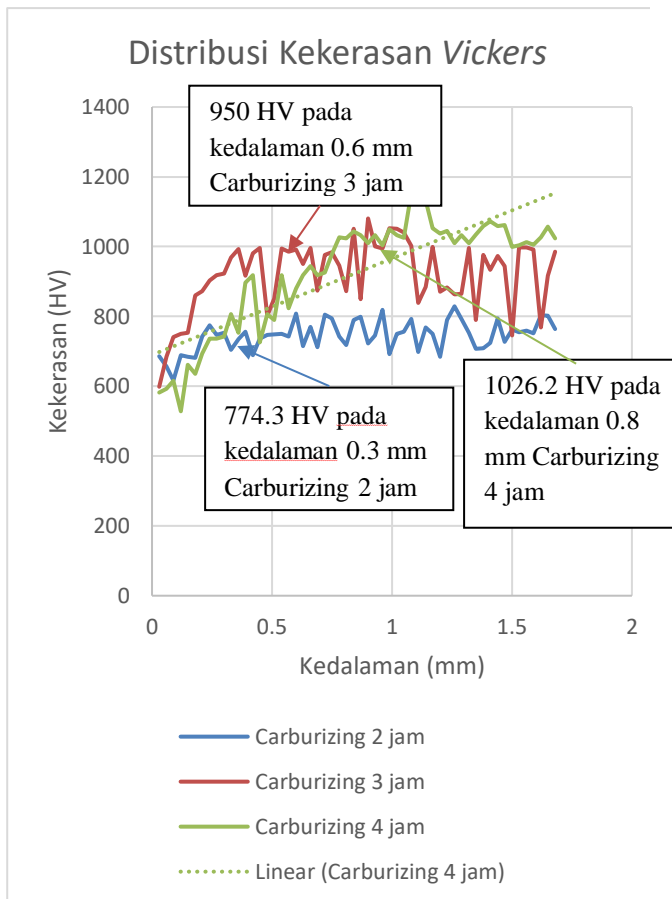
	Carburizing 2 jam	Carburizing 3 jam	Carburizing 4 jam
Pengujian 1	53.3	53.5	56.7
Pengujian 2	54.4	55.1	56
Pengujian 3	54.1	55.9	58.1
Pengujian 4	56.7	55.1	58.8
Pengujian 5	55.8	54.8	59.8
	54.86	54.88	57.88



Grafik 3.1 Hasil Uji Kekerasan Rockwell Spesimen *Carburizing* dan *Quenching*

Berdasarkan Tabel 3.2 serta Grafik 3.1, lamanya *holding time* berpengaruh pada kekerasan spesimen hal ini disebabkan oleh banyaknya penyerapan karbon yang masuk ke dalam spesimen. Berdasarkan hal tersebut perlakuan austenit pada spesimen tentu meningkatkan kekerasan namun mempercepat laju korosi, berbeda dengan perlakuan austenit dengan penambahan atom karbon, dimana selain meningkatkan nilai kekerasan pada spesimen juga memperlambat laju korosi pada spesimen.

3.3 Hasil Pengujian Distribusi Kekerasan Vickers Proses Carburizing dan Quenching

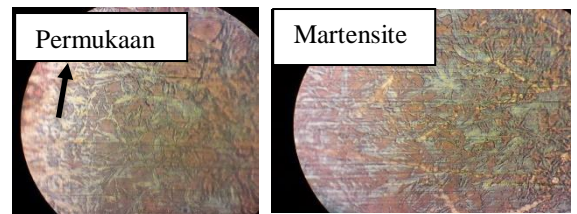


Grafik 3.2 Distribusi Kekerasan Vickers Hasil Proses Carburizing dan Quenching

Berdasarkan Grafik 3.2, merupakan data distribusi kekerasan pada spesimen uji hasil proses *pack carburizing* yang dilakukan pada 56 titik pengujian dengan jarak antar pengujian sebesar 0.03 mm.

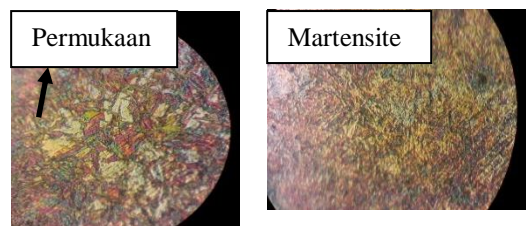
Selain itu, pada Grafik 3.2 terlihat bahwa kenaikan gradien distribusi kekerasan semakin jelas terlihat yang dikarenakan *holding time* pada proses *carburizing* selama 4 jam. Spesimen mengalami *decarburizing* yang didukung dengan data titik kekerasan terendah pada permukaan spesimen bernilai 528.3 HV, kemudian pada proses penyisipan atom karbon data ini sesuai dengan *effective case depth* yang ditetapkan ASM Vol. 4 dimana untuk *carburizing* dengan *holding time* 4 jam serta temperatur 925°C bernilai 0.8 mm. Melihat data tersebut dapat diketahui bahwa atom karbon yang bersumber dari media arang batok kelapa berdifusi pada permukaan spesimen dengan kedalaman 0.8 mm.

3.4 Hasil Uji Struktur Mikro Proses Carburizing dan Quenching



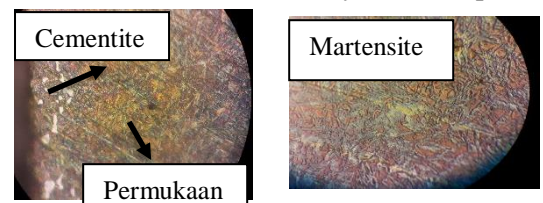
Gambar 3.2 Struktur Mikro bagian permukaan Carburizing 2 jam skala perbesaran 100x

Pada Gambar 3.2 untuk spesimen carburizing dengan *holding time* 2 jam dapat dilihat bahwa struktur mikro permukaan spesimen terjadi difusi atom karbon dari media arang batok kelapa ke dalam permukaan spesimen. Kemudian untuk struktur yang terbentuk adalah *martensite* yang bersifat keras dan getas.



Gambar 3.3 Struktur Mikro bagian permukaan Carburizing 3 jam skala perbesaran 100x

Pada Gambar 3.3 untuk spesimen *carburizing* dengan *holding time* 3 jam dapat dilihat bahwa struktur mikro permukaan spesimen terjadi difusi atom karbon dari media arang batok kelapa ke dalam permukaan spesimen. Kemudian struktur mikro untuk inti spesimen ini ditunjukkan dengan perbesaran 100x, dimana struktur yang terbentuk sangat berbeda dengan Gambar 3.1 dimana strukturnya masih rapih.



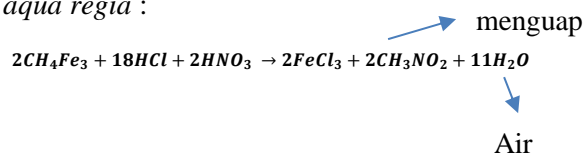
Gambar 3.4 Struktur Mikro bagian permukaan Carburizing 4 jam

Pada Gambar 3.4 untuk spesimen carburizing dengan *holding time* 4 jam dengan perbesaran 50x dapat dilihat bahwa struktur mikro permukaan spesimen terbentuk

perlakuan *carburizing* laju korosifnya adalah $0.069 \frac{mm}{hour}$, berbeda dengan spesimen yang mendapatkan perlakuan *carburizing*, misalnya *carburizing* dengan *holding time* 2 jam laju korosifnya $0.064 \frac{mm}{hour}$ mulai turun, kemudian *carburizing* dengan *holding time* 3 jam laju korosifnya $0.057 \frac{mm}{hour}$, semakin menurun dan yang terakhir *carburizing* dengan *holding time* 4 jam laju korosifnya $0.050 \frac{mm}{hour}$ mengalami penurunan pula.

Hal ini bisa terjadi dikarenakan penambahan karbon pada suhu *austenite* pada spesimen yang dilanjutkan dengan *quenching* atau disebut proses *carburizing*. Karbon merupakan bahan yang inert, yang dimaksudkan dengan inert adalah tidak larut dalam air, asam maupun basa, serta merupakan pelarut organik dalam waktu tertentu. Dengan adanya karbon ini dalam pengujian korosif, karbon berfungsi sebagai inhibitor. Inhibitor adalah zat yang menghambat atau menurunkan laju reaksi kimia. Sifat inhibitor berlawanan dengan katalis yang mempercepat laju reaksi. Semakin lama proses *carburizing* dilakukan maka pemerataan karbon pada spesimen pun semakin merata dan kedalamannya pun semakin dalam.

Berikut reaksi yang terjadi antara karbon dan *aqua regia* :



Setelah reaksi tersebut terjadi, maka reaksi selanjutnya Fe akan bereaksi dengan *aqua regia* seperti reaksi pertama.

3.6 Perubahan Volume Hasil Uji Korosi

Untuk melihat perubahan volume yang terjadi maka digunakanlah rumusan $\rho = \frac{m}{v}$, dimana massa jenis untuk spesimen ini adalah $7.9 \frac{gr}{cm^3}$ kemudian massa dalam satuan gram yang diambil dari berat spesimen dan volume yang akan dicari untuk melihat perubahan volume setelah proses uji korosi.

Tabel 3.4 Data Selisih Volume dalam satuan mm^3

	Selisih berat sesudah proses korosi (gram)	Selisih Volume (mm^3)	Laju Korosi ($\frac{mm}{hour}$)
<i>Hardening</i>	$12.94-12.27 = 0.67$	84.81	0.107
Sebelum <i>carburizing</i>	$12.83-12.40 = 0.43$	54.43	0.069
<i>Carburizing</i> 2 jam	$13.06-12.66 = 0.40$	50.63	0.064
<i>Carburizing</i> 3 jam	$12.04-11.68 = 0.36$	45.47	0.057
<i>Carburizing</i> 4 jam	$12.64-12.33 = 0.31$	39.24	0.050

Mengacu pada Tabel 3.4 dapat dilihat permukaan yang terkorosi oleh larutan uji korosif *aqua regia* ditampilkan dengan nilai selisih volume, dimana untuk spesimen *hardening* volume permukaan yang terkorosi bernilai $84.81 mm^3$ sangat banyak dibandingkan dengan pengujian *carburizing* 4 jam dengan nilai volume permukaan yang terkorosi bernilai $39.24 mm^3$.

4. Simpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan pada bab sebelumnya dapat dilihat bahwa pengaruh lamanya proses *carburizing* terhadap laju korosi dapat dihitung dengan data-data berikut

Tabel 4.1 Berat spesimen proses perhitungan korosi

	Berat sebelum proses korosi (miligram)	Berat sesudah proses korosi (miligram)	Berat selisih spesimen sebelum dan sesudah korosi (miligram)
<i>Hardening</i>	12940	12270	$12940-12270 = 670$
Sebelum <i>carburizing</i>	12830	12400	$12830-12400 = 430$
<i>Carburizing</i> 2 jam	13060	12660	$13060-12660 = 400$
<i>Carburizing</i> 3 jam	12040	11680	$12040-11680 = 360$
<i>Carburizing</i> 4 jam	12640	12330	$12640-12330 = 310$

Konstanta faktoryang digunakan 10.

Densitas spesimen untuk baja karbon medium adalah $7.9 \frac{gram}{cm^3}$.

Luas permukaan spesimen $7.92 cm^2$.

Waktu pengujian 1 jam.

Dari data-data tersebut dengan perhitungan menggunakan metode kehilangan berat maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Laju korosi yang terjadi pada spesimen *hardening* adalah laju yang paling cepat dengan nilai $0.107 \frac{mm}{hour}$ kemudian dilanjutkan dengan spesimen tanpa proses *carburizing* dengan nilai $0.069 \frac{mm}{hour}$. Hal ini sesuai dengan tinjauan pustaka penelitian dimana spesimen

yang mendapat perlakuan panas pada suhu *austenite* yang dilanjutkan dengan proses pendinginan cepat akan mempercepat laju korosinya serta dikarenakan pula tidak adanya inhibitor dari zat korosi tersebut (salah satunya atom karbon).

2. Laju korosi yang terjadi pada spesimen dengan proses *carburizing* selama 2 jam adalah $0.064 \frac{mm}{hour}$, dapat terlihat mulai terjadi penurunan laju korosi, kemudian untuk proses *carburizing* selama 3 jam adalah $0.057 \frac{mm}{hour}$ inipun semakin turun dan yang terakhir laju korosi untuk proses *carburizing* selama 4 jam adalah $0.050 \frac{mm}{hour}$, data laju korosi spesimen terakhir adalah laju korosi yang paling lambat. Hal ini dikarenakan karena adanya karbon yang berbahan inert dan bersifat sebagai inhibitor dimana dapat memperlambat reaksi korosi dan pembentukan bintik-bintik kecokelatan (Fe_2O_3) pun semakin mengurang, tidak merata di seluruh permukaan seperti pada uji spesimen pertama tanpa perlakuan proses *carburizing*.

Daftar Pustaka

- [1] Arai, Tohru, dkk. 1991. *ASM Handbook Volume 4 Heat Treating*. Amerika Serikat : ASM International
- [2] Journal Korosi & Material, INDOCOR : 2000
- [3] R. Kohar. 2013. *Laju dan Bentuk Korosi pada Baja Karbon Menengah yang mendapat Perlakuan Panas pada Suhu Austenit*. Palembang: Universitas Tridinanti Palembang
- [4] *Chemical Engineer Book of Sriwijaya University*, 2013
- [5] M.G. Fontana, 1987. *Corrosion Engineering* hlm. 14, 171-174. Mc Graw Hill, New York.
- [6] Amaliah, Fitriliani. 2016. *Pembuatan Pegas Tekan dari Material Low Carbon Steel St37 Sebagai Alternatif Pegas Tekan Standar pada Konstruksi Mould Melalui Proses Karburasi Padat*. Bandung: Politeknik Maufaktur Negeri Bandung
- [7] Pandji. Yusyidki F. 2017. *Mekanisme Pelurusan Benda Keras dan Analisis Material Kepala Pemukul yang sesuai pada Mesin Straightening*. Bandung: Politeknik Maufaktur Negeri Bandung
- [8] Vander Voort. George F, *Metallography: Principle and Practice*, McGraw Hill, 1984