

# LAJU KOROSI PADA BAJA KARBON MENENGAH DALAM LINGKUNGAN AIR LAUT YANG TELAH MENGALAMI PERLAKUAN QUENCHING DAN TEMPER DENGAN PROGRAM VISUAL BASIC 6.0

Ir. Helmy Alian, MT

Jurusian Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya  
Jl. Raya Palembang – Prabumulih Km. 32 Indralaya 30662

## Abstrak

*Baja karbon menengah berpotensi untuk dikeraskan (hardening) dengan cara quench, dimana dalam proses tersebut material baja yang memiliki kadar karbon relatif tinggi dipanaskan hingga suhu austenit, ditahan (holding time) lalu dilakukan proses pendinginan tiba-tiba kedalam media pendingin yang memiliki laju pendinginan cepat seperti air. Untuk menurunkan kegetasannya dilakukan temper yang dapat merubah strukturnya menjadi martensit temper. Perlakuan panas ini akan mempengaruhi laju korosi di lingkungan air laut.*

*Pengujian dilakukan dengan mempersiapkan enam spesimen, dua spesimen tidak diberikan perlakuan panas dan empat lainnya, masing-masing dua diberikan perlakuan panas yang berbeda-beda yakni quench media air dan temper. Kemudian keenam spesimen tersebut direndam dalam larutan yang mendekati komposisi kimia air laut yaitu 3,5% NaCl + 96,5% H<sub>2</sub>O. Lama pengujian spesimen adalah 72 jam.*

*Adapun hasil pengujian laju korosi pada baja karbon menengah tanpa perlakuan memiliki rata-rata 0,0904058 mm/tahun, pada baja karbon menengah yang diberi proses quench media air memiliki rata-rata 0,0771515 mm/tahun, pada baja karbon menengah yang diberi proses temper memiliki laju korosi rata-rata 0,0834941 mm/tahun.*

*Keywords:*hardening, korosi,natrium klorida

## 1. Pendahuluan

### Latar Belakang

Baja adalah salah satu jenis logam yang paling banyak digunakan dalam bidang teknik. Penggunaan baja dapat disesuaikan dengan kebutuhan karena banyak sekali macamnya dengan sifat dan karakter yang berbeda-beda. Baja dipergunakan di dalam bidang yang luas bukan saja dipakai untuk keperluan material pesawat terbang, mobil, kapal laut, konstruksi juga dipakai untuk peralatan-peralatan sederhana. Hanya sayangnya mutu logam akan menurun akibat adanya suatu hubungan sehingga menyebabkan daya guna suatu logam tersebut tidak maksimal. Salah satu faktor yang banyak menurunkan mutu logam itu adalah korosi.

Dengan mengacu kepada kerugian-kerugian yang ditimbulkan akibat korosi ini, ternyata kebutuhan penanggulangannya sangat diperlukan walaupun dalam

banyak hal korosi tidak dapat dihindarkan namun dapat dan berusaha untuk kita kendalikan.

Oleh karena itu, pemahaman tentang korosi dan pengetahuan yang cukup mengenai cara pengendaliannya dirasakan sangatlah penting, sehingga nilai daya guna pemanfaatan logam akan maksimum.

Dengan melihat alasan dasar tersebut, disini penulis mencoba akan meneliti tentang pengaruh proses *quench* dan *temper* pada baja karbon menengah terhadap kekerasan dan laju korosi..

## 2. Dasar Teori

### Formasi Terbentuknya Martensit

Akibat pendinginan cepat dari temperatur austenit didalam pendinginan cara Quenching dengan air menyebabkan karbon tidak dapat berdifusi keluar dan terperangkap didalam larutan padat lewat jenuh yang selanjutnya mendorong pembentukan fase martensit dengan mekanisme transformasi geser.



Transformasi geser terjadi karena pergerakan atom-atom secara simultan akibat tegangan geser yang timbul oleh pendinginan cepat pada austenit jenuh. Akibatnya permukaan austenit yang bertransformasi tersebut akan berotasi membentuk orientasi terendiri dan memberikan efek deformasi plastis disekelilingnya.

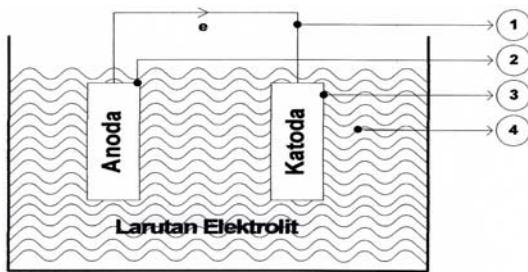
Pembentukan martensit tergantung pada komposisi karbon yang dikandung. Jika kandungan karbon tidak mencukupi maka martensit tidak dapat terbentuk. Kandungan karbon mempengaruhi bentuk martensit.

#### Pengertian Korosi

Korosi adalah penurunan mutu logam akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungannya.

Penurunan mutu logam tidak hanya melibatkan reaksi kimia namun juga reaksi elektrokimia, yaitu antara bahan-bahan bersangkutan terjadi perpindahan elektron. Karena elektron adalah sesuatu yang bermuatan negatif, maka pengangkutannya menimbulkan arus listrik. Dalam banyak hal korosi menyebabkan penurunan daya guna suatu komponen atau peralatan yang dibuat dari logam seperti peralatan pabrik, peralatan kimia, pembuatan jembatan dan sebagainya.

Peristiwa korosi tidak akan terjadi dengan sendirinya melainkan ada faktor-faktor tertentu yang menyebabkan timbulnya peristiwa korosi. Faktor tersebut dapat menimbulkan terjadinya peristiwa korosi pabila komponen-komponen tersebut terjadi hubungan satu sama lain yang menimbulkan terjadinya aliran elektron. Faktor yang mendasari korosi tersebut dapat dilihat dalam suatu rangkaian sel korosi basah.



**Gambar 1. Sel Korosi Basah Sederhana**

Keterangan :

1. Hubungan arus listrik
2. Anoda
3. Katoda
4. Larutan Elektrolit

Dari gambar 1 dapat dilihat bahwa antara anoda dan katoda dihubungkan oleh suatu kawat yang menghantarkan arus listrik yang terjadi, akibat reaksi oksidasi pada anoda, jika antara anoda dan katoda terdapat beda potensial atau selisih energi bebas. Reaksi tersebut adalah teraksi korosi.

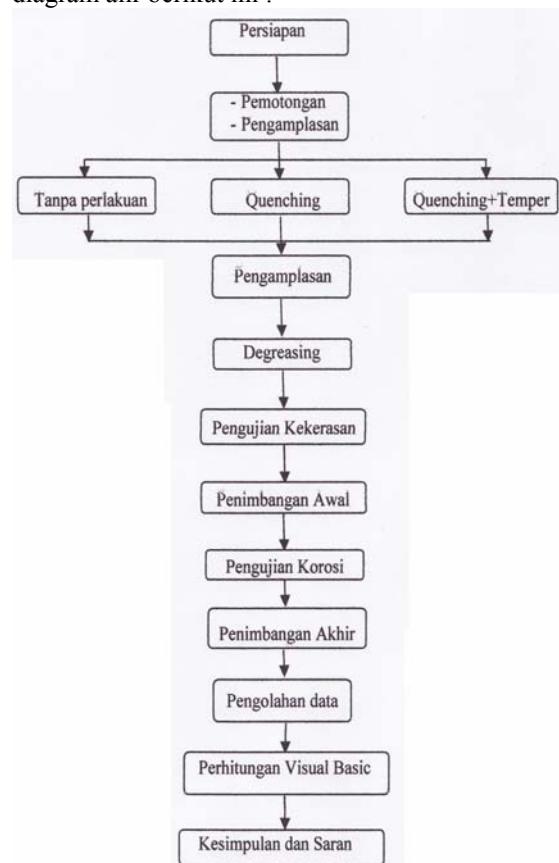
Dari rangkaian sel korosi terdapat empat faktor yang mempengaruhi terjadinya korosi yaitu anoda, katoda dalam lingkungan elektrolit dan hubungan listrik antara dua elektroda. Bila salah satu faktor dihilangkan, maka reaksi korosi tidak dapat berlangsung.

Korosi dapat diklasifikasikan berdasarkan morfologi yang ditimbukannya. Atau berdasarkan tempat kejadiannya. Hingga saat ini belu ada angka yang membatasi jumlah bentuk korosi, namun pada umumnya terdapat sembilan bentuk pokok korosi yang meliputi bentuk-bentuk berikut ini :

1. Korosi merata
2. Korosi celah
3. Korosi erosi
4. Korosi sumuran
5. Korosi retak tegang
6. Korosi batas butir
7. Korosi selektif
8. Korosi galvanik

#### 3. Metoda Penelitian

Penelitian dilakukan dengan metode eksperimental dan penggunaan program komputer. Metodologi penelitian selengkapnya dapat dilihat pada diagram alir berikut ini :



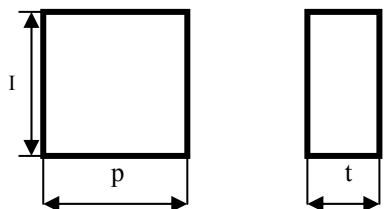
**Gambar 2. Diagram Alir Penelitian**



### Tahapan persiapan

Spesimen yang akan digunakan dalam percobaan ini adalah baja karbon menengah sebanyak enam buah.

Sebelum melakukan pengujian, spesimen diberi dimensi terlebih dahulu.



**Gambar 3. Dimensi Spesimen**

Dalam rangka melakukan penelitian ini penulis menggunakan buah baja menengah. Dimana dalam pengujinya, masing-masing spesimen akan diberikan perlakuan berbeda. Wadah larutan yang digunakan dalam pengujian ini adalah berupa cawan yang terbuat dari bahan *Pyrex* (seperti kaca) sehingga dapat memudahkan dalam melakukan pengamatan.

Larutan yang digunakan dalam melakukan penelitian ini, antara lain adalah larutan garam (3,5% NaCl + 96,5% Air (H<sub>2</sub>O)) yang digunakan sebagai elektrolit dalam proses korosi dan larutan etanol yang digunakan pada proses *degreasing*. Larutan-larutan tersebut disiapkan sesuai dengan tahapan proses yang dilakukan.

### Tahapan Pengujian

Dalam percobaan ini spesimen yang telah disiapkan dan telah bersih akan diberikan proses perlakuan panas (*heat treatment*) kecuali untuk spesimen A yang merupakan spesimen tanpa perlakuan tidak diberikan proses *heat treatment*. Adapun tujuan dari perlakuan ini adalah untuk mengetahui kualitas bahan yang sesungguhnya, karena dalam proses *heat treatment* akan menyebabkan terjadinya perubahan fasa.

*Quenching* merupakan proses perlakuan panas, dimana logam dipanaskan mencapai temperatur 800° – 900° C kemudian dicelupkan kejut pada media *quench* yang dalam pengujian ini menggunakan Air. Pada pengujian ini, yang diberi perlakuan *quench* adalah spesimen B dan spesimen C diberikan perlakuan lanjutan yaitu ditemper dengan suhu 300° sampai 600°C lalu didinginkan dengan pendinginan udara.

Metode Rockwell menggunakan dalamnya bekas penekanan sebagai ukuran kekerasan material. Bahan yang dipakai adalah 60 Kg. Indentor yang digunakan adalah kerucut intan dengan sudut 120°. Pengukuran cara

Rockwell dapat berlangsung lebih cepat karena skala Rockwell langsung ditunjukkan pada dial indikator. Pengujian korosi yang dilakukan pada spesimen dalam penelitian ini adalah dengan merendam spesimen yang masing-masing telah diberi perlakuan berbeda ke dalam larutan 3,5% NaCl + 96,5% Air (H<sub>2</sub>O). Spesimen yang akan diuji korosi tersebut, sebelumnya dibersihkan terlebih dahulu lalu dikorosikan dengan merendam spesimen ke dalam larutan 3,5% NaCl + 96,5% Air (H<sub>2</sub>O) selama 72 jam ( tiga hari).

### 4. Analisa Data Dan Pembahasan

Pengujian kekerasan yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode Rockwell kerucut intan, adapun beban yang digunakan adalah 60 Kg. Pada masing-masing spesimen dilakukan pengujian kekerasan dengan metode Rockwell sebanyak 5 titik. Adapun data yang diperoleh dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 1. Data Hasil Pengujian Kekerasan Spesimen A (Baja Karbon Menengah Tanpa perlakuan)**

Titik	HRC
1	68,5
2	69
3	69
4	69,5
5	68
<b>Σ</b>	<b>344</b>

**Tabel 2. Data Hasil Pegujian Kekerasan Spesimen B (Baja Karbon Menengah Quench Media air)**

Titik	HRC
1	78
2	79
3	79,5
4	78,5
5	79
<b>Σ</b>	<b>394</b>

**Tabel 3. Data Hasil Pengujian Kekerasan Spesimen C (Baja Karbon Menengah Quenching + Temper )**



Titik	HRC
1	76
2	75,5
3	76
4	76,5
5	77
$\Sigma$	<b>381</b>

**Tabel 4. Data Hasil Pengukuran Dimensi Spesimen**

Spesimen	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)
Tanpa perlakuan (A1 & A2)	29	28,5	10
Quenching (B1 & B2)	29,5	29	9,5
Quenching + Temper (C1 & C2)	29	28,5	10

#### Data Hasil Pengujian Korosi

Salah satu cara menyatakan laju korosi adalah dengan menghitung massa persatuan waktu, kedalaman penetrasi persatuan waktu. Laju korosi dapat dinyatakan dalam millimeter per tahun. Diketahui bahwa kehilangan massa spesimen adalah kehilangan volume dikalikan dengan massa jenis spesimen, yakni :

$$\Delta V = \frac{\Delta W}{\rho} \left( \text{mm}^3 \right)$$

Dimana :

$\rho$  = massa jenis baja karbon menengah = 0,00785 gr/mm<sup>3</sup>

$\Delta W$  = kehilangan massa spesimen

$$\Delta W = W_0 - W_1$$

Diketahui bahwa volume spesimen yang hilang adalah luas permukaan spesimen yang terekspos (A) dikalikan dengan kedalaman penetrasi.

$$t = \frac{\Delta V}{A} \left( \text{mm} \right)$$

Dimana :

$t$  = kedalaman penetrasi

$\Delta V$  = kehilangan volume

$A$  = luas permukaan spesimen yang terekspos

$$A = 2(p \times l) + 2(l \times t) + 2(p \times t)$$

$p$  = panjang (mm)

$l$  = lebar (mm)

$$t = \text{tinggi (mm)}$$

Diketahui rumus laju korosi adalah sebagai berikut :

$$r = \frac{t}{T} \left( \text{mm/tahun} \right)$$

diketahui bahwa 1 tahun = 8760 jam, waktu pencelupan adalah 72 jam.

Maka,

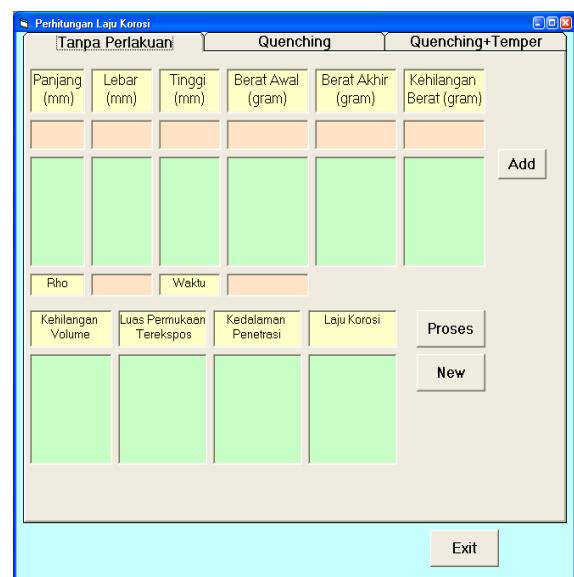
$$T = \frac{72}{8760} = 0,0082192 \text{ tahun}$$

Dengan memasukkan data hasil pengujian kekerasan pada program Visual Basic yang telah dibuat maka diperoleh data hasil pengujian kekerasan.

#### Tabel 5. Data Hasil Perhitungan Kekerasan

Spesimen	HRC rata-rata
Tanpa Perlakuan	68,8
Quench Media Air	78,8
Quench + Temper	76,2

Dengan memasukkan data hasil pengujian pada program Visual Basic maka diperoleh data hasil laju korosi pada baja karbon menengah di lingkungan air laut.



**Gambar 6. Interface Perhitungan Laju Korosi Tanpa Perlakuan**



**Tabel 6. Data Hasil Pengujian Korosi Spesimen A (Baja Karbon Menengah Tanpa perlakuan)**

Spesimen	Laju Korosi (mm/tahun)	Laju Korosi rata-rata (mm/tahun)
A <sub>1</sub>	0,0890235	
A <sub>2</sub>	0,0917882	0,0904058

**Gambar 7. Interface Perhitungan Laju Korosi Quench**

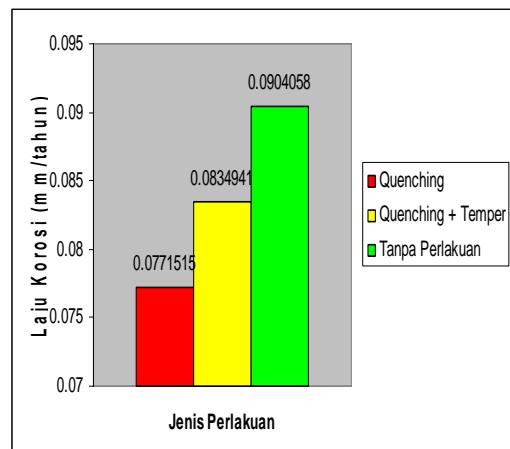
**Tabel 7. Data Hasil Pengujian Korosi Spesimen B (Baja Karbon Menengah Quench)**

Spesimen	Laju Korosi (mm/tahun)	Laju Korosi rata-rata (mm/tahun)
B <sub>1</sub>	0,0790734	
B <sub>2</sub>	0,0752296	0,0771515

**Gambar 8. Interface Perhitungan Laju Korosi Quench + Temper**

**Tabel 8. Data Hasil Pengujian Korosi Spesimen C (Baja Karbon Menengah Quench + Temper)**

Spesimen	Laju Korosi (mm/tahun)	Laju Korosi rata-rata (mm/tahun)
C <sub>1</sub>	0,0840470	
C <sub>2</sub>	0,0829412	0,0834941



**Gambar 9. Grafik Laju Korosi Baja Karbon Menengah di Lingkungan Air Laut selama 72 Jam.**



### Pembahasan

Pada pengujian kekerasan yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa spesimen yang mengalami proses *quench* media air (spesimen B) memiliki angka kekerasan Rockwell (HRC) yang lebih tinggi dibandingkan dengan spesimen yang lain. Dimana spesimen tanpa perlakuan memiliki fasa ferit dan perlit. Karena adanya ferit yang bersifat lunak, maka spesimen tanpa perlakuan memiliki sifat lebih lunak dibandingkan dengan spesimen yang di *quench* maupun spesimen yang di *temper*. Dengan proses *quench* media pendingin air akan terbentuk fasa martensit pada struktur spesimen tersebut. Proses fasa martensit yang terbentuk terjadi karena saat melakukan perlakuan panas dengan suhu mencapai daerah austenit yang kemudian dilakukan perlakuan panas dengan suhu mencapai daerah austenit yang kemudian dilakukan holding time. Lalu dilakukan proses pendinginan cepat sehingga terbentuk fasa martensit dimana perubahan mulai terjadi dari permukaan menuju ke pusat. Akibat pencelupan yang cepat sehingga tidak ada waktu yang cukup bagi atom-atom karbon yang telah larut pada austenit untuk mengadakan difusi membentuk semeentit dan ferit. Adapun fasa austenit yang memiliki bentuk FCC (*Face Centered Cubic*) akan menjadi BCT (*Base Centered Tetragonal*) pada martensit. Adapun sifat martensit adalah keras dan getas. Karena sifat yang getas akan membuat material menjadi rapuh maka dilakukan perlakuan lanjutan yaitu *temper*. *Temper* dilakukan bertujuan untuk menurunkan sifat getas dan menaikkan sifat tangguh pada spesimen.

Setelah dilakukan perhitungan laju korosi, dapat diketahui bahwa spesimen tanpa perlakuan mengalami laju korosi lebih cepat dibandingkan dengan spesimen yang di *quench* maupun spesimen yang di *temper*. Hal ini terjadi karena pada spesimen tanpa perlakuan memiliki struktur mikro yang kurang seragam. Dan juga dipengaruhi oleh adanya tegangan sisa seperti akibat proses permesinan dimana baja karbon menengah akan memiliki tegangan sisa dari penggerolan pada plat tersebut. Pada spesimen yang ditemper memiliki laju korosi yang lebih rendah dibandingkan dengan spesimen tanpa perlakuan, karena dengan perlakuan *temper* akan mengurangi tegangan sisa. Akan tetapi laju korosi lebih tinggi bila dibandingkan dengan spesimen yang di *quench* karena ikatan fasa martensit *temper* lebih renggang.

Pada proses *quench* laju korosinya lebih rendah dibandingkan dengan yang spesimen tanpa perlakuan dan spesimen yang di *temper* disebabkan oleh fasa tunggal pada proses *quench* yaitu martensit yang memiliki beda potensial antar selnya sangat rendah dibandingkan spesimen yang lain. Dan itu membuat laju korosi menjadi lebih rendah dibandingkan spesimen yang lain.

### 5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

- Berdasarkan data yang diperoleh dapat diketahui bahwa pada proses *quench* media air yang diberikan pada baja karbon menengah membuat tingkat kekerasan lebih tinggi yaitu 78,8 HRC dibandingkan dengan spesimen tanpa perlakuan dengan 68,8 HRC dan spesimen yang di *temper* dengan 76,2 HRC. Hal ini terjadi karena pada spesimen yang di *quench* terbentuk fasa martensit yang bersifat keras dan getas. Dan pada spesimen yang di *temper* memiliki kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan spesimen tanpa perlakuan.
- Laju korosi pada baja karbon menengah tanpa perlakuan memiliki rata-rata 0,0904058 mm/tahun, pada baja karbon menengah yang diberi proses *quench* media air ini memiliki rata-rata 0,0771515 mm/tahun dan pada baja karbon menengah yang diberi proses *temper* memiliki laju korosi rata-rata 0,0834941 mm/tahun.
- Laju korosi pada baja karbon menengah dengan spesimen tanpa perlakuan terlihat lebih tinggi bila dibandingkan dengan spesimen yang di *temper* maupun spesimen yang di *quench*. Dan spesimen dengan perlakuan panas *quench* memiliki laju korosi yang lebih rendah dibandingkan dengan spesimen tanpa perlakuan dan spesimen yang di *temper*.

### Daftar Pustaka

- [1] Mars G. Fontana, Norbert D. Greene, *Corrosion Engineering*, Second Edition, McGraw-Hill, Inc, USA, 1978.
- [2] Herbert H. Uhlig, R Winston Revie, *Corrosion And Corrosion And Control*, Thrirs Edition, John Wiley & Sons, Inc, USA. 1985.
- [3] Robert B. Ross, *Metalic Meterials Specification Hand Book*, Fourt Edition, Clays Ltd, St. Ives,1992.
- [4] Dillon C.p, *Corrosion Control In The Chemical Proses Industries*, McGraw Hill, Inc, USA, 1986.
- [5] Michael Purba, Soetopo Hidaya, Sarwono Hadi, *Ilmu Kimia Untuk SMA Kelas II*, Edisi Kedua,Erlangga, Jakarta,1994.
- [6] Kirk-Othmer, *Encyclopedia of Chemical Tecnologi*, Third Edition, Vol. 3 & 7, McGraw-Hill,inc, USA.

