

# ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN INHIBITOR PADA MEDIA NaCl TERHADAP LAJU KOROSI DAN KETANGGUHAN *HARDENED*-AISI 4140

Abdul Azis Mukhlis<sup>1</sup>, Iftika Philo Wardani<sup>2</sup>, Frizka Vietanti<sup>3</sup>  
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya<sup>1,2,3</sup>  
e-mail: aziz02630@gmail.com

## ABSTRACT

*Corrosion is a physics phenomenon that it will inevitably occur in all metal, for this reason, many efforts are conducted to control the corrosion process in metals. Its technique is by using inhibitors to the corrosion medium. In this study, the effect of adding inhibitors are investigated to sodium nitrite 2% and phosphoric acid 2% on NaCl. AISI 4140 was hardened by quenching in water and salt water. The heating the material up to 900 °C and quench-in water and salt water, calculated the corrosion rate presented by weighloss method. In addition, impact testing is to determine the toughness of the material. From the result, it was found that inhibitors to the corrosion media of materials that quenched to the water had a lower corrosion rate comparing to materials that quenched to the salt water. It also obtained that phosphoric acid inhibitor showed the best effect on the corrosion rate; where inhibitor decrease the corrosion rate to water-quenched materials and salt-water-quenched materials at 471.67 mpy to 181.42 mpy, and 653.09 mpy to 181.42 mpy respectively. Further, the addition of inhibitors reduces the toughness of the material to 2% and 3% at phosphoric acid and sodium nitrite inhibitors, respectively when those inhibitors applied by-water-quenched steel. The toughness 4%-decreasing is resulted at material in saltwater-quenched steel.*

**Kata kunci:** AISI 4140, corrosion rate, inhibitor, quenching, toughness

## ABSTRAK

Korosi merupakan fenomena yang pasti akan terjadi pada material logam, untuk itulah banyak dilakukan upaya dalam mengontrol proses korosi pada material logam. Salah satu cara untuk mengontrol korosi adalah dengan pemberian inhibitor pada media korosi. Pada penelitian kali ini penulis melakukan penelitian pengaruh dari pemberian inhibitor berupa sodium nitrit 2% dan asam fosfat 2% pada media korosi NaCl. Pada penelitian kali ini digunakan material AISI 4140 yang sebelumnya dikeraskan dengan *quenching* pada air dan air garam. Proses penelitian ini dilakukan dengan memanaskan material hingga 900°C kemudian di*quenching* pada media air dan air garam, baru selanjutnya dilakukan pengujian laju korosi menggunakan metoda weighloss. Selain pengujian laju korosi dilakukan pula pengujian dampak untuk mengetahui ketangguhan material. Dari penelitian yang dilakukan didapatkan bahwa penambahan inhibitor pada media korosi material yang di*quenching* dengan air mempunyai laju korosi lebih rendah bila dibandingkan dengan material yang di*quenching* dengan air garam. Selain itu diketahui pula bahwa inhibitor asam fosfat mempunyai efek memperlambat laju korosi paling baik, dimana laju korosi ini dapat turun dari 471.67 mpy hingga 181.42 mpy pada material yang di*quenching* dengan air, dan 653.09 mpy ke 181.42 mpy pada material yang di*quenching* dengan air garam. Dari penelitian ini juga diketahui bahwa penambahan inhibitor menurunkan ketangguhan material, sebesar 2% dan 3% pada penambahan inhibitor asam fosfat dan sodium nitrit pada baja yang di*quenching* dengan media air, serta penurunan ketangguhan sebesar 4% pada baja yang di*quenching* dengan air garam

**Kata kunci:** AISI 4140, inhibitor, ketangguhan, laju korosi, *quenching*

## PENDAHULUAN

Baja AISI 4140 telah lama digunakan secara luas sebagai part mesin industri maupun part dalam dunia otomotif. Walaupun saat ini juga banyak dikembangkan material alternative berupa polimer, komposit, maupun keramik, namun penggunaan material baja masih menempati urutan pertama sebagai material komponen kerangka. Material ini selayaknya material logam lainnya juga mempunyai kekurangan, yaitu sifatnya yang mudah terkorosi. Untuk itulah banyak dilakukan upaya dalam mengontrol korosi pada baja, salah satunya adalah dengan penambahan inhibitor [1].

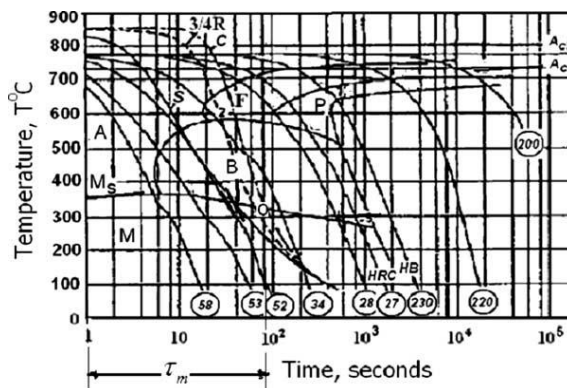
Salah satu alasan material baja digemari adalah sifatnya yang dapat berubah dengan perlakuan panas. Salah satu pemanfaatan perlakuan panas adalah sebagai *hardening* atau pengerasan material. Pengerasan material ini dapat dilakukan dengan cara meng*quenching* material sehingga diperoleh struktur martensit yang mempunyai kekerasan tinggi [2].

Pada dunia otomotif, selain kekuatan dan kekerasan, sifat ketangguhan suatu material juga sangat berpengaruh besar terhadap performa suatu kendaraan. Ketangguhan ini digunakan untuk mengetahui seberapa baik logam tersebut dalam menyerap beban impact, hal ini tentunya informasi yang berguna dalam mengetahui respon material saat mengalami tabrakan [3].

## TINJAUAN PUSTAKA

Baja AISI 4140 merupakan baja paduan rendah yang memiliki komposisi kimia 0.40 %C, dan unsur paduan 0.103% Cr dan 0.15% Mo. Baja AISI 4140 banyak dijumpai pada shaft, gear, bolts, tools join, piston pin dan lain-lain [4]. Baja AISI 4140 digunakan pada komponen yang membutuhkan ketangguhan dan kekerasan yang tinggi.

Kenaikan kekerasan ini umumnya didapat dengan perlakuan panas. Proses laku panas ini dengan memanaskan material hingga diatas temperature kritisnya. Sehingga struktur mikronya berubah menjadi austenite,. Kemudian material ini didinginkan dengan cepat (*quenching*). Sehingga struktur austenite akan berubah menjadi martensit. Struktur martensit ini mempunyai kekuatan dan kekerasan yang sangat tinggi [5]. Berdasarkan Gambar 1, temperature kritis  $A_{c1}$  AISI 4140 berada di sekitar 800°C. Diatas temperature  $A_{c1}$  ini maka struktur mikro material akan berubah menjadi austenite, dimana bila dilakukan pendinginan yang melebihi CCR-nya maka akan didapat struktur mikro berupa martensit yang mempunyai kekeran tinggi.



Gambar 1. CCT Diagram AISI 4140

Berdasarkan penelitian sebelumnya struktur mikro baja sangat berpengaruh terhadap laju korosi baja tersebut. Baja dengan struktur mikro martensit lebih tahan korosi baja perlit dan ferrit [6]. Perhitungan laju korosi menggunakan metoda weigh-loss seperti yang terlihat pada persamaan 1.

$$\text{Laju Korosi (mpy)} = \frac{K \times W}{A \times T \times D} \quad (1)$$

Dimana nilai K adalah konstanta laju korosi, yaitu 3.45 x 10<sup>6</sup>, W (g), adalah berat logam yang hilang karena terkorosi, A (cm<sup>2</sup>), adalah luas area, T (jam), adalah lama waktu pengkorosian, dan D (g/cm<sup>3</sup>), adalah densitas benda uji [7].

## METODE

Material benda kerja AISI 4140 digunakan berbentuk flatbar dengan dimensi 55 x 10 x 10 mm. Penelitian dimulai dengan dipanaskan hingga temperatur 900°C selama 40 menit. Spesimen tersebut kemudian dibagi menjadi 2 bagian dan di-*quenching* di 2 media yang berbeda. Bagian yang pertama dicelupkan ke air aquades sebanyak 1000 ml, sedangkan bagian yang kedua dicelupkan ke campuran air garam dengan komposisi 80% aquades dan 20% garam. Selanjutnya spesimen dидiamkan di dalam media *quenching* hingga mencapai temperature kamar. Spesimen yang telah dingin dikeringkan. Dan langkah berikutnya menimbang spesimen awal sebelum pengkorosian. Spesimen dicelupkan ke media korosi berupa larutan NaCl 30%. Larutan-larutan NaCl yang diberi inhibitor-inhibitor masing-masing asam fosfat 2%, dan sodium nitrit 2%. Pengkorosian spesimen dilakukan selama 7 hari. Kemudian material tersebut dikeluarkan dari media korosi, dikeringkan, dan kemudian ditimbang berat akhirnya. Selanjutnya spesimen diuji ketangguhannya dengan menggunakan pengujian dampak dengan metoda charpy.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

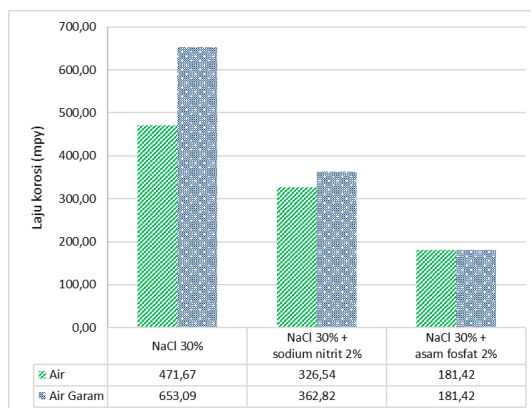
### Pengaruh penambahan inhibitor terhadap laju korosi baja AISI 4140

Berdasarkan penelitian yang dilakukan penulis didapatkan hasil pengukuran berat spesimen seperti pada Tabel 1

Tabel 1. Pengukuran massa awal dan akhir spesimen

Media <i>Quenching</i>	Media Korosi	Rata-rata Massa awal (gram)	Rata-rata Massa akhir (gram)	W (gram)
Air	NaCl 30%	41,33	37,00	4,33
	NaCl 30% + sodium nitrit 2%	41,67	38,67	3,00
	NaCl 30% + asam fosfat 2%	40,00	38,33	1,67
Air garam	NaCl 30%	41,00	35,00	6,00
	NaCl 30% + sodium nitrit 2%	40,00	36,67	3,33
	NaCl 30% + asam fosfat 2%	42,33	40,67	1,67

Dengan menggunakan persamaan 1 maka laju korosi pada baja AISI 4140 dapat dilihat pada Gambar 2.



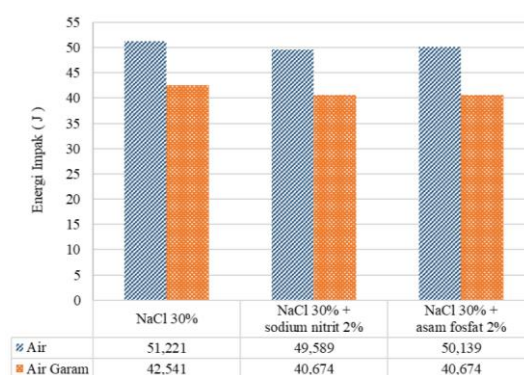
Gambar 2. Pengaruh penambahan inhibitor terhadap laju korosi

Berdasarkan Gambar 2 diatas diketahui bahwa penambahan inhibitor berupa sodium nitrit dan asam fosfat menurunkan laju korosi baja AISI 4140 pada media NaCl. Efek itu ditunjukkan pada baja yang di-*quenching* dengan air maupun baja yang di-*quenching* dengan air garam. Dari Gambar 2 juga dapat diketahui bahwa proses *hardening* dengan menggunakan air mempunyai laju korosi yang lebih rendah dibandingkan dengan *hardening* dengan menggunakan media air garam. Hal ini larutan air menyebabkan laju pendinginan lebih cepat dibandingkan air garam. Sehingga struktur martensit yang terbentuk lebih banyak, laju korosi lebih rendah dibandingkan dengan baja yang di-*quenching* ke air garam.

Inhibitor asam fosfat mempunyai daya hambat korosi lebih besar dibandingkan dengan inhibitor sodium nitrit. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2, laju korosi AISI 4140 didalam inhibitor asam fosfat berkisar 181.42 mpy pada media *quenching* air maupun air garam. Sedangkan pada inhibitor sodium nitrit menyebabkan laju korosi baja AISI 4140 326.54 mpy dan 362.84 mpy masing-masing pada *quenching* air dan *quenching* air garam. Dapat dilihat bahwa penambahan inhibitor asam fosfat menghambat laju korosi sebesar 62-72% lebih baik dari baja AISI 4140 tanpa inhibitor. Sedangkan penambahan inhibitor berupa sodium nitrit mampu menghambat 30-44%.

### Pengaruh penambahan inhibitor terhadap kekerasan baja AISI 4140

Berdasarkan pengujian dampak yang dilakukan dengan menggunakan metoda charpy didapatkan hasil seperti Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh penambahan inhibitor terhadap ketangguhan material

Dari Gambar 3 diatas diketahui bahwa energi yang dapat diserap oleh material yang di-*quenching* ke media air lebih besar bila dibandingkan dengan baja yang di-*quenching* dengan menggunakan air garam. Hal ini dikarenakan pada baja yang di-*quenching* dengan air akan menghasilkan struktur martensit lebih banyak dibandingkan dengan baja yang di-*quenching* dengan menggunakan air garam, sehingga nilai ketangguhan baja tersebut menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan baja yang di-*quenching* dengan media air garam.

Dari Gambar 3 juga diketahui bahwa penambahan inhibitor menurunkan nilai ketangguhan material. Penurunan ketangguhan material berkisar dari 2 % hingga 4%. *Quenching* baja AISI 4140 dengan air, penambahan inhibitor asam fosfat mengurangi ketangguhannya sebesar 2%, dan inhibitor sodium nitrit sebesar 3%. Pada spesimen yang di-*quenching* air garam, baik inhibitor berupa asam fosfat dan sodium nitrit masing-masing 4%.

### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa penambahan inhibitor menurunkan laju korosi dan ketangguhan baja AISI 4140. Pada spesimen yang di-*quenching* dengan air mempunyai laju korosi yang lebih rendah dibandingkan media air

garam. Penambahan inhibitor asam fosfat korosi lebih baik dibandingkan inhibitor sodium nitrit. Penurunan ketangguhan pada baja akibat inhibitor tidak terlalu tinggi; perbedaannya berkisar sekitar 1%.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. M. Sari, S. Handani, and Y. Yetri, “pengendalian laju korosi baja st-37 dalam medium asam klorida dan natrium klorida menggunakan inhibitor ekstrak daun teh (*Camelia sinensis*),” *J. Fis. Unand*, vol. 2, no. 3, 2013.
- [2] W. Suherman, *Ilmu Logam I*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2003.
- [3] A. Wiranata, A. Arief, and H. S. B. Rochardjo, “Evaluasi Frame Sepeda saat Tabrakan Dengan Metode Ekplisit Elemen Hingga,” *Met. J. Sist. Mek. dan Termal*, vol. 3, no. 1, pp. 29–39, 2019.
- [4] N. Rafid Rizqullah, “ANALISA PENGARUH VARIASI TEMPERATUR KARBURISASI TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEDALAMAN Pengerasan pada Baja Paduan Rendah AISI 4140,” ITN Malang, 2022.
- [5] W. D. Callister, D. G. Rethwisch, and others, *Materials science and engineering: an introduction*, vol. 9. Wiley New York, 2018.
- [6] W. Handoko, F. Pahlevani, and V. Sahajwalla, “Enhancing Corrosion Resistance and Hardness Properties of Carbon Steel through Modification of Microstructure.,” *Mater. (Basel, Switzerland)*, vol. 11, no. 12, Nov. 2018, doi: 10.3390/ma11122404.
- [7] Anon, “G1-90, Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens.,” *ASTM Spec. Tech. Publ.*, vol. 90, no. Reapproved, pp. 505–510, 1985.