

PENGARUH ASAM NITRAT TERHADAP LAJU KOROSI BAJA TAHAN KARAT AUSTENITIK 304 UNTUK KEPERLUAN KONSTRUKSI

Drs. M.O.S Aritonang, M.Pd* dan Iqbal Fahri, S.Pd

Abstrak

The purpose of this research is to investigate corrosion rate of austenitic stainless steel type 304 attack nitric acid 65% with austenitic stainless steel type 304 attack nitric acid 85% for construction importance. The research was conducted in Material Research Association of Industry Ministry DKI Jakarta Laboratory. The methodology used in this research was experiment with two types of treatments. Those are; first group is austenitic stainless steel type 304 attack nitric acid 65% and the second group is austenitic stainless steel type 304 attack nitric acid 85%. The amount of all tested instruments are 10 pieces from two types of treatments. For discern influence of corrosion toward mechanical properties of austenitic stainless steel type 304 particularly tensile strength, executed strength testing toward two group austenitic stainless steel type 304 attack nitric acid. Besides, executed also strength testing toward one group austenitic stainless steel type 304 as control group. Based on the research, the findings show that austenitic stainless steel type 304 attack nitric acid 65% has corrosion rate 3,751 mm/year at the average and austenitic stainless steel type 304 attack nitric acid 85% has corrosion rate 6,404 mm/year at the average. The data from the research was tested by average test two tails (t -test), one tail test, the left tail with $\alpha = 0,01$, and from the analysis can be got $t_{count} = -11,53$, the score is smaller than $t_{Table} = -2,90$ which H_0 in rejection area. Descending quality of austenitic stainless steel type 304 toward corrosion attack, followed also by descending tensile strength of austenitic stainless steel type 304. Before corrosion austenitic stainless steel has tensile strength 60,107 kgf/mm². After corrosion with nitric acid 65% tensile strength austenitic stainless steel type 304 become 57,329 kgf/mm². Such again, after corrosion with nitric acid 85% tensile strength austenitic stainless steel type 304 become 55,349 kgf/mm².

Kata Kunci: baja tahan karat, asam nitrat, laju korosi.

PENDAHULUAN

Baja tahan karat jenis Austenitik 304 merupakan salah satu jenis baja tahan karat yang paling tahan terhadap karat jika dibandingkan dengan jenis-jenis yang lain. Ketahanan terhadap karat pada baja tahan karat tersebut disebabkan adanya unsur khrom yang lebih dari 12%.ⁱ

Baja tipe ini sangat populer karena sifat mampu las (*weldability*) yang lebih baik dan tendensi terjadinya *presipitasi* karbida khrom lebih rendah sebab hal tersebut dapat menurunkan sifat tahan karat sehingga dapat mendorong terjadinya korosi batas butir.ⁱⁱ

Baja ini berstruktur *austenitik* (berada pada fasa austenit), tidak bersifat magnetik, dan *non hardenable* (tidak dapat dikeraskan dengan perlakuan panas). Baja jenis ini mudah dikerjakan panas, tetapi agak sulit dikerjakan dingin karena dapat mengalami pengerasan. Pengerjaan panas dilakukan dengan cara pengelasan, sedangkan pengerjaan dingin dilakukan dengan cara mencelup cepat baja yang telah dipanaskan di dalam air.

Baja tahan karat austenitik jika dipanaskan pada temperatur 1050°C dan dicelupkan cepat di dalam air akan membuatnya stabil berfasa austenitik. Deformasi akibat pengerjaan dingin pada temperatur kamar (biasanya diatas 750°C), akan menyebabkan terjadinya pengerasan regangan (*Strain Hardening*) disamping itu juga terjadi transformasi fasa dari austenit (FCC) menjadi fasa martensit (BCC).

Kelemahan lainnya apabila dilakukan pengelasan atau bekerja pada rentang temperatur 550°C – 850°C dan diekspos pada media korosif, maka akan terjadi peristiwa sensitisasi.ⁱⁱⁱ Pada kondisi ini akan terbentuk senyawa khrom karbida pada batas butir, sehingga di sekitar batas butir tidak akan terbentuk lapis lindung khrom oksida, sehingga akan terserang korosi batas butir (*Intergranular Corrosion*).

Dengan demikian dalam kondisi tertentu, baja tahan karat dapat menjadi mudah terserang korosi dan kadang juga dapat terjadi perubahan fasa, yaitu dari fasa austenit menjadi fasa martensit. Hal ini disebabkan karena perlakuan-perlakuan tertentu pada baja tahan karat tersebut.

Terjadinya korosi batas butir maupun terjadinya perubahan fasa adalah merupakan indikasi menurunnya kemampuan baja tahan karat jenis austenitik 304 terhadap serangan korosi, terutama terhadap lingkungan yang sangat

korosif terhadap baja tahan karat.

Pengaruh asam pada daerah industri, akibat larutan-larutan asam yang lemah sebagai hasil dari kondensasi uap dari udara yang bersenyawa dengan uap yang mengandung asam, menyebabkan ketahanan karat pada baja tahan karat Austenitik 304 menurun. Pemakaian larutan asam nitrat dapat secara signifikan mereduksi ketahanan korosi pada baja tahan karat bila prosentase konsentrasi larutannya mencapai dan atau di atas 60% dengan suhu rata-rata 100°C.

SNI menetapkan penggunaan asam nitrat 65% untuk menilai ketahanan baja tahan karat Austenitik terhadap korosi batas butir.

Laju korosi semakin meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi larutan sehingga dapat mencapai batasan yang tidak dapat diterima penggunaannya (*unacceptable*, > 5 mm/yr). Bila konsentrasi larutan HNO₃ mencapai dan atau melebihi 85% dengan suhu rata-rata 100°C, maka laju korosi akan terus meningkat dari nilai 0,5 menuju ke nilai 1 (dan atau lebih tinggi dari itu) yang menandakan ketahanan korosi baja tahan karat terus mengalami penurunan.

Kondisi tersebut tentu dapat merugikan pemakai baja tahan karat Austenitik 304 untuk keperluan konstruksi. Akibat buruk ini tentunya tidak hanya menyangkut masalah yang berkaitan dengan segi ekonomi, namun juga terkait dengan masalah jiwa manusia.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah nilai laju korosi baja tahan karat Austenitik 304 yang dikorosikan dengan asam nitrat 65% lebih kecil daripada nilai laju korosi baja tahan karat Austenitik 304 yang dikorosikan dengan asam nitrat 85%.

Metode Penelitian

Metode yang akan dipergunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen di laboratorium. Standar pengujian didasarkan pada ASTM A 262-93a atau SNI 07-3112-1992.

1. Disain Penelitian

Disain penelitian yang akan dipergunakan adalah baja tahan karat Austenitik 304 yang berbentuk pelat dengan ukuran sebagai berikut: lebar

(W) 12,5 mm, panjang ukur (L) 50 mm, panjang bagian paralel (P) 60 mm, jari-jari bahu (R) 20 mm, lebar bagi (B) 20 mm, dan tebal 3 mm. Disain benda uji didasarkan pada SNI 07-0371-1989.

2. Variabel Penelitian

Pada penelitian ini terdapat dua variabel, yaitu:

- a. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi persentase asam nitrat yaitu 65% dan 85%.
- b. Variabel terikat penelitian ini adalah nilai laju korosi batas butir pada baja tahan karat Austenitik 304.

3. Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan berdasarkan prosedur berikut ini:

- a. Benda uji dipanaskan pada temperatur 675⁰C. Kemudian ditahan selama 1 jam, dan dicelup cepat ke dalam air.
- b. Penimbangan benda uji.
- c. Pemasangan 5 benda uji pada mesin uji tarik untuk mengetahui nilai uji tarik sebelum dikorosikan.
- d. Pengkorosian 10 benda uji dengan komposisi asam nitrat (HNO₃) yang berbeda yaitu 65% dan 85% (masing-masing 5 benda uji) selama 48 jam dalam 5 periode (9,6 ; 19,2 ; 28,8 ; 38,4 ; dan 48 jam) dengan pergantian larutan setiap periode.
- e. Pada setiap periode benda uji dibersihkan dengan pelarut bebas klor seperti sabun atau aseton, dan selanjutnya dikeringkan serta ditimbang dengan ketelitian 0,001 gram.
- f. Benda uji yang telah dikorosikan diuji tarik.
- g. Hasil uji diamati, dan kemudian dilakukan pembahasan dan disimpulkan.

Teknik Pengambilan Contoh

Populasi yang diambil dalam penelitian ini adalah nilai laju korosi batas butir pada baja tahan karat Austenitik 304 dengan menggunakan komposisi asam nitrat yang berbeda yaitu 65% dan 85%. Sampel yang akan dipergunakan dalam penelitian ini sebanyak 15 buah, 5 buah

dipergunakan untuk uji tarik serta 10 buah untuk uji korosi batas butir dan uji tarik.

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Dapur pemanas dengan temperatur maksimum 800°C.
2. Labu erlenmeyer 1 liter dilengkapi dengan kondensor tipe jari atau kondensor refluks vertikal.
3. Pemegang benda uji.
4. Pemanas listrik yang dapat menjaga larutan uji selalu mendidih selama periode pengujian.
5. Mesin uji tarik.
6. Neraca analitik dengan ketelitian 0,001 gram.
7. Format isian pengumpulan data.

Hasil Penelitian

Pada penelitian ini telah dilakukan beberapa buah perlakuan terhadap benda uji. Untuk kelompok pertama adalah baja tahan karat Austenitik 304 yang dikorosikan dengan asam nitrat (HNO₃) 65% dan kelompok kedua adalah baja tahan karat Austenitik 304 yang dikorosikan dengan asam nitrat (HNO₃) 85%.

Hasil pengujian-pengujian tersebut secara lengkap dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian Korosi Batas Butir Baja Tahan Karat Austenitik 304

NOMOR URUT	NOMOR BENDA UJI			HASIL PENGUJIAN KOROSI BATAS BUTIR (mm/tahun)	
				DENGAN HNO ₃ 65%	DENGAN HNO ₃ 85%
1	6	3	7	3,350	5,822
2	7	4	8	3,645	6,364
3	8	5	10	3,673	6,430
4	9	2	9	3,862	6,443
5	10	1	6	4,226	6,962
RATA - RATA				3,571	6,404

Dari hasil pengujian korosi batas butir dengan media korosi asam nitrat (HNO_3) 65% pada baja tahan karat Austenitik 304 didapat nilai terendah 3,35 mm/tahun dan nilai tertinggi 4,226 mm/tahun. Nilai rata-rata laju korosinya adalah 3,751 mm/tahun. Nilai simpangan baku adalah 0,32 dan nilai varians adalah 0,1024.

Nilai terendah untuk laju korosi batas butir dengan media korosi asam nitrat (HNO_3) 85% adalah 5,822 mm/tahun. Nilai tertingginya adalah 6,962 mm/tahun. Nilai rata-rata laju korosinya adalah 6,404 mm/tahun. Nilai simpangan baku adalah 0,404 dan nilai varians adalah 0,1632.

Untuk memperkaya penelitian, dua kelompok benda uji yang telah terkorosi diuji tarik. Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh korosi batas butir terhadap sifat mekanik baja tahan karat Austenitik 304 terutama kuat tariknya. Hasil uji tarik secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 2.

Baja tahan karat Austenitik 304 sebelum mengalami korosi batas butir memiliki kuat tarik rata-rata 60,107 kgf/mm^2 . Setelah mengalami korosi batas butir dengan media korosi asam nitrat 65% mengalami penurunan nilai menjadi 57,330 kgf/mm^2 .

Tabel 2. Hasil Pengujian Tarik Baja Tahan Karat Austenitik 304

NOMOR BENDA UJI			HASIL PENGUJIAN TARIK BAJA TAHAN KARAT AUSTENITIK 304 (kgf/mm^2)		
			TANPA KOROSI	TERKOROSI HNO_3 65%	TERKOROSI HNO_3 85%
A	1	6	57,922	60,107	53,581
B	2	7	61,323	57,067	56,344
C	3	8	61,171	58,41	55,027
D	4	9	59,2	57,952	57,34
E	5	10	60,917	53,113	54,451
RATA-RATA			60,107	57,330	55,349

Hal yang sama pun terjadi apabila baja tahan karat Austenitik 304 terkorosi asam nitrat dengan konsentrasi larutan 85%. Kekuatan tarik baja

tahan karat Austenitik 304 semakin menurun menjadi 55,349 kgf/mm².

Pengujian Persyaratan Analisis

Untuk memenuhi persyaratan dalam pengujian hipotesis, terlebih dahulu dilakukan pengujian normalitas dan homogenitas varians.

1. Uji Normalitas.

Analisa yang digunakan untuk menguji normalitas data adalah uji Lilliefors. Data yang dianalisa adalah data nilai laju korosi baja tahan karat Austenitik 304 yang terkorosi asam nitrat (HNO₃) dengan konsentrasi larutan 65% dan data nilai laju korosi baja tahan karat Austenitik 304 yang terkorosi asam nitrat (HNO₃) dengan konsentrasi larutan 85%.

Hasil pengujian normalitas dari data nilai laju korosi Austenitik 304 dengan asam nitrat (HNO₃) 65% menghasilkan $L_o = 0,1948$ dengan n sampel = 5, pada taraf nyata (α) = 0,01 diperoleh nilai $L_{Tabel} = 0,405$, dengan kriteria pengujian apabila $L_o < L_{Tabel}$ maka data berdistribusi normal, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa populasi kelompok berdistribusi normal.

Hasil pengujian normalitas dari data nilai laju korosi Austenitik 304 dengan asam nitrat (HNO₃) 85% menghasilkan $L_o = 0,2641$ dengan n sampel = 5, pada taraf signifikan (α) = 0,01 diperoleh nilai $L_{Tabel} = 0,405$ dengan kriteria pengujian $L_o < L_{Tabel}$ maka data berdistribusi normal dengan demikian dapat disimpulkan bahwa populasi kelompok berdistribusi normal.

2. Uji Homogenitas.

Analisis statistik yang digunakan untuk menguji homogenitas adalah uji kesamaan dua varians (uji F). Data yang diuji adalah laju korosi batas butir dari masing-masing kelompok sampel. Dari perhitungan diperoleh $F_{Hitung} = 1,59$, dengan taraf nyata (α) = 0,01 dari daftar distribusi F dengan dk pembilang = 4 dan dk penyebut = 4 didapat $F_{0,01(4,4)} = 15,98$ dan $F_{0,99(4,4)} = 0,063$ sehingga nilai F berada diantara $F_{0,99(4,4)} < F_{Hitung} < F_{0,01(4,4)}$, maka dapat disimpulkan varians dari kedua kelompok homogen.

Pengujian Hipotesis

Untuk membuktikan hasil pengujian maka data di analisa dengan menggunakan uji kesamaan dua rata-rata (uji t), uji satu pihak, pihak kiri dengan hipotesis: $H_o : \mu_1 = \mu_2$

Artinya tidak ada perbedaan antara kedua nilai laju korosi pada baja tahan karat Austenitik 304. $H_1 : \mu_1 < \mu_2$, Artinya nilai rata-rata laju korosi antara yang menggunakan asam nitrat sebesar 65 % lebih kecil dibandingkan dengan nilai korosi batas butir yang menggunakan asam nitrat 85 % pada baja tahan karat Austenitik 304.

Dengan taraf signifikan (α) = 0,01 dimana $t_{\text{Hitung}} = -11,53$ dan $t_{\text{Tabel}} = -2,90$ berarti $t_{\text{Hitung}} < t_{\text{Tabel}}$ maka H_0 ditolak, sehingga nilai korosi batas butir baja tahan karat Austenitik 304 yang menggunakan asam nitrat 65% lebih kecil daripada nilai korosi batas butir baja tahan karat Austenitik 304 yang menggunakan asam nitrat 85%.

Semakin besar presentase asam nitrat (HNO_3) yang dipakai sebagai media korosi pada baja tahan karat Austenitik 304, maka semakin besar pula nilai rata-rata laju korosinya. Hal ini berarti ketahanan baja tahan karat Austenitik 304 terhadap korosi semakin menurun sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Klasifikasi Laju Korosi

Relative Corrosion Resultante	mpy	Approximate metric equivalent			
		mm/yr	$\mu\text{m}/\text{yr}$	nm/hr	pm/sec
Outstanding	< 1	<0,02	<25	<2	<1
Excellent	1-5	0,02-0,1	25-100	2-10	1-5
Good	5-20	0,1-0,5	100-500	10-50	5-20
Fair	20-50	0,5-1	500-1000	50-150	50-200
Poor	50-200	1-5	1000-5000	150-500	50-200
Unacceptable	200+	5+	5000+	500+	200+

Sumber: M.G. Fontana, Corrosion Engineering (New York : Mc. Graw Hill Company Inc., 1986), hal. 133.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Semakin besar presentase asam nitrat (HNO_3) yang dipakai sebagai media korosi pada baja tahan karat Austenitik 304, maka semakin besar pula nilai rata-rata laju korosinya. Hal ini berarti ketahanan baja tahan karat Austenitik

304 terhadap korosi semakin menurun sebagaimana ditunjukkan pada tabel 3.

2. Baja tahan karat Austenitik 304 bila terekspos asam nitrat sebesar 65% akan menyebabkan baja tahan karat Austenitik 304 memiliki ketahanan yang minim dari serangan korosi. Dalam pengertian yang lain, bahwa pengeksposan asam nitrat 65% pada baja tahan karat Austenitik 304 merupakan batasan minimal memburuknya ketahanan baja tahan karat Austenitik 304 terhadap korosi.
3. Baja tahan karat Austenitik 304 bila terekspos asam nitrat sebesar 85% akan menyebabkan baja tahan karat Austenitik 304 tidak lagi memiliki ketahanan dari serangan korosi. Dalam pengertian yang lain, bahwa pengeksposan asam nitrat 65% pada baja tahan karat Austenitik 304 merupakan batas maksimal (titik ultimate/ambang batas) memburuknya ketahanan baja tahan karat Austenitik 304 terhadap korosi.
4. Menurunnya kualitas baja tahan karat Austenitik 304 terhadap serangan karat, diikuti pula oleh menurunnya salah satu sifat mekanik baja tahan karat Austenitik 304 yaitu kuat tarik.

Berdasarkan kesimpulan, maka akan dikemukakan beberapa saran yang perlu disampaikan antara lain:

1. Pemakaian baja tahan karat Austenitik 304 untuk keperluan konstruksi hendaknya memperhatikan temperatur dan pengaruh asam yang bekerja di sekitar konstruksi.
2. Peneliti berharap dapat dilakukan penelitian lanjutan yang mengkaji perbandingan antara baja tahan karat Austenitik 304 yang dikorosikan dengan asam nitrat tanpa pembakaran (*furnace*) dan baja tahan karat Austenitik 304 yang dikorosikan dengan asam nitrat dengan pembakaran. Dengan demikian, dapat dilihat seberapa besar pengaruh temperatur memicu terjadinya korosi batas butir.
3. Dalam proses pemanasan benda uji selama pengkorosian, sebaiknya digunakan kompor gas daripada kompor listrik. Berdasarkan pengalaman penelitian, kompor listrik memiliki tingkat kestabilan yang rendah dalam pengontrolan temperatur. Sehingga tingkat kecelakaan dalam penelitian meningkat.

Daftar Pustaka

- Brown, Donald V.. *Basic Metallurgy* (Singapore : Delmar Publisher Inc.), 1981.
- Beumer, B. J. M.. *Ilmu Bahan Logam* (Jakarta : Bharata Karya Aksara), 1985.
- Dasmala, Asrul. *Studi Tentang Mekanika Korosi Baja Karbon dalam Medium Air Laut di Indonesia LMN – LIPI Bandung (tidak dipublikasikan, Teknik Mesin IKIP Jakarta)*, 1986.
- Davis and Associates. *ASM Specialty Handbook : Stainless Steel* (ASM International Handbook Committee, January), 1996.
- Faisal, Heny. *Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Korosi Tegangan dan Sifat Mekanik Dari Baja Tahan Karat Austenitik 316* (tidak dipublikasikan, PPS UI), 1993.
- Fontana, M. G.. *Corrosion Engineering* (New York : Mc Graw Hill Company Inc.), 1986.
- Gruber, S.. *Pengetahuan Bahan dalam Pengerjaan Logam*, terjemahan Eddy D. H. (Bandung : Penerbit Angkasa), 1994.
- Husein, Suryadi Hasan. *Efek Korosi Akibat Deformasi Terhadap Sifat Mekanik Baja Anti Karat Austenitik AISI 304* (tidak dipublikasikan, PPS UI), 1996.
- Saito, S., dan Surdia, Tata. *Pengetahuan Bahan Teknik* (Jakarta : Pradnya Paramita), 1985.
- Shigley, J. E., dan Michell, L. D.. *Perencanaan Teknik Mesin Jilid I*, terjemah Gandhi, H. (Jakarta : Erlangga), 1994.
- Sulaiman, A.. *Korosi Baja Pada Struktur Bangunan* (Jakarta : Kumpulan Makalah LIPI), 1983.
- Sedriks, J. A.. *Corrosion Of Stainless Steel* (New York : John Willey & Son), 1996.
- SNI 07-3112-1992. *Uji Asam Nitrat untuk Deteksi Kerentanan Baja Terkorosi Antar Butir Baja Tahan Karat Austenitik* (DSN), 1996.
- Sudjana, *Metode Statistika* (Bandung : Tarsito), 1996.
- Trethewey, K. R. dan Chamberlin, J.. *Korosi Untuk Mahasiswa dan Rekayasawan*, terjemahan Alex Tri K. W. (Jakarta : Gramedia), 1991.
- Van Vlack, L. H.. *Ilmu dan Teknologi Bahan*, terjemahan Sriatie Djaprie (Jakarta : Erlangga), 1991.