

ISSN 1410 - 8569

M A J A L A H
ILMIAH TEKNIK

VOL. 13 NO. 2, MEI 2011



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS AL WASHLIYAH (UNIVA)
M E D A N

ILMIAH TEKNIK

SUSUNAN TIM REDAKTUR :

Penasehat : Rektor Universitas Al-Washliyah (UNIVA) Medan

Penanggung Jawab : Dekan Fakultas Teknik UNIVA Medan

Dewan Redaksi :

Ketua : Ir. Hasbullah Panggabean. MT

Sekretaris : Gimelliya Saragih, ST.

Anggota Redaksi : 1. Ir. H. Abdul Jabbar Mirja Rambe, M.Eng
2. Ir. H. Aliman Saragih, M.Si
3. Ir. H.M. Noor El Husein, MT
4. Ir. Zulkifli, MT
5. Dr. Ir. Misdawati, M.Si
6. Ir. Muksin Rasyid. MT
7. Ir. Abdul Hakim Butar-Butar, MT
8. Ir. H. Syafriman Rivai
9. Ir. Ida Delianti Agustina. MT
10. Ir. Rena Arifah
11. Arlen Sembiring, ST
12. Awalluddin Sitorus, S.S, ST., M.Pd

Administrasi & Distribusi : 1. Dra. Nur Asyiah Siregar
2. Abdillah, ST
3. Malisa Wulandari Lubis.
4. M. Ali Brantas Saragih, ST

Diterbitkan Oleh : **Fakultas Teknik Universitas Al Washliyah (UNIVA) Medan**

Alamat Redaksi :

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS AL-WASHLIYAH (UNIVA)

Jl. Sisingamangaraja Km. 5,5 No. 10 C Telp. 061-7870166 Medan 20147

DAFTAR ISI

| | |
|--|---------|
| Pengaruh Alkil Alkohol Bercabang Terhadap Titik Kabut, Titik Tuang dan Angka Setana Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit dan Minyak Jarak <i>(Eko K, Sitepu, Juliati Br. Tarigan)</i> | 1 - 12 |
| Karakteristik Komposit Fiber Folium Ananas Satifus dan Talk Sebagai Filler Matrik Polyester untuk Plat Mal Pencetak Gypsum <i>(Riswan)</i> | 13 - 21 |
| Pengaruh Pelapisan Logam dengan Nikel dan Khoromium secara Electroplating terhadap laju Korosi Low Carbon Steel <i>(Gimelliya Saragih)</i> | 22 - 26 |
| Analisa Electroda pada Pengelasan Shielded Metal ARC Welding (SMAW)..... <i>(Erma Yulia)</i> | 27 - 31 |
| Upaya Penurunan Konsentrasi CO pada Emisi Pembakaran Briket Cangkang Kemiri..... <i>(Bisrul Hapis Tambunan)</i> | 32 - 36 |
| Karakteristik Perpindahan Kalor Aliran Kantung (Air-Udara) Aliran Searah dalam pipa yang di Panaskan pada Fluks Kalor Seragam <i>(Kunarto)</i> | 37 - 42 |
| Analisa Jenis-Jenis Korosi pada Baja Tahan Karat <i>(Saut Purba)</i> | 43 - 46 |
| Aplikasi Perlindungan Korosi Menggunakan Arus Tanding <i>(Hasbullah Panggabean)</i> | 47 - 51 |

ANALISA JENIS-JENIS KOROSI PADA BAJA TAHAN KARAT

Oleh :

Saut Purba

Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Unimed

Abstrak

Baja Tahan Karat (*Stainless Steel/SS*) termasuk logam yang tahan korosi, tetapi *SS* secara mendasar bukanlah logam mulia yang hampir tidak mengalami korosi seperti emas (*Au*) dan platina (*Pt*). *SS* masih mengalami korosi, korosi yang terjadi pada *SS* relatif kecil. Daya tahan *SS* terhadap serangan korosi karena lapisan yang tidak terlihat (*Invisible layer*) yang terjadi akibat oksidasi *SS* dengan oksigen yang akhirnya membentuk lapisan pelindung anti korosi (*protective layer*). Jenis-jenis korosi yang biasanya menyerang Material *SS* antara lain *Uniform Corrosion*, *Pitting Corrosion*, *Intergranular Corrosion*, *Crevice Corrosion* dan *Galvanic Corrosion*. Tulisan ini akan menguraikan proses korosi pada *Stainless Steel (SS)* secara umum dan menganalisa jenis-jenis korosi pada *SS* serta penyebabnya, agar konsumen dapat memilih *SS* yang sesuai dengan kebutuhan aplikasi di lapangan.

Kata kunci : Korosi, *Stainless Steel*

1. PENDAHULUAN

Stainless Steel (SS) secara mendasar bukanlah logam mulia seperti halnya emas (*Au*) & Platina (*Pt*) yang hampir tidak mengalami korosi karena pengaruh kondisi lingkungan, sementara *SS* masih mengalami korosi. Daya tahan korosi *SS* disebabkan lapisan yang tidak terlihat (*invisible layer*) yang terjadi akibat oksidasi *SS* dengan oksigen yang akhirnya membentuk lapisan pelindung anti korosi (*protective layer*). Sumber oksigen bisa berasal dari udara maupun air. Material lain yang memiliki sifat sejenis antara lain Titanium (*Ti*) dan juga Aluminium (*Au*).

Secara umum *protective layer* yang terbentuk dari reaksi kromium + oksigen secara spontan membentuk krom-oksida. Jika lapisan oksida *SS* digores/terkelupas maka *protective layer* akan segera terbentuk secara spontan, tentunya jika kondisi lingkungan tetap menjadi penyebab kerusakan *protective layer* tersebut. Pada keadaan dimana *protective layer* tidak dapat lagi terbentuk, maka korosi akan terjadi. Banyak media yang dapat menjadi penyebab korosi, seperti halnya udara, cairan/larutan yang bersifat asam/basa, gas-gas proses (misal gas asap hasil buangan ruang bakar atau reaksi kimia lainnya), logam yang berlainan jenis dan saling berhubungan dan sebagainya.



Gambar 1. Pembentukan Spontan Lapisan oksida

Meskipun alasan utama penggunaan *stainless steel* yang tepat adalah ketahanan korosinya, tetapi pemilihan *Stainless Steel* yang tepat mesti disesuaikan dengan aplikasi yang tepat pula. Pada umumnya, korosi menyebabkan beberapa masalah seperti :

1. Terbentuknya lubang lubang kecil/halus pada tangki dan pipa-pipa sehingga menyebabkan kebocoran cairan ataupun gas.
2. Menurunnya kekuatan material disebabkan penyusutan/pengurangan ketebalan/volume material sehingga 'strength' juga menurun, akibatnya dapat terjadi retak, bengkok, patah dan sebagainya.
3. Dekorasi permukaan material menjadi tidak menarik disebabkan kerak karat ataupun lubang-lubang

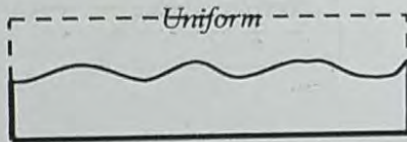
4. Terbentuknya karat-karat yang mungkin mengkontaminasi zat atau material lainnya, hal ini sangat dihindari khususnya pada proses produksi makanan.

2. PEMBAHASAN

Jenis-jenis Korosi Pada *Stainless Steel*

Uniform Corrosion

Uniform corrosion terjadi disebabkan rusaknya seluruh atau sebagian *protective layer* pada SS sehingga SS secara merata akan berkorang/aus (Gambar 2). Korosi ini terjadi umumnya disebabkan oleh cairan atau larutan asam kuat maupun alkali panas. Asam hidroklorit dan asam hidrofleur adalah lingkungan yang perlu dihindari SS apalagi dikombinasikan dengan temperatur serta konsentrasi yang cukup tinggi.



Pitting Corrosion

Korosi berupa lubang-lubang kecil sebesar jarum, dimana dimulai dari korosi lokal (bukan seperti uniform corrosion). *Pitting corrosion* awalnya terlihat kecil di permukaan SS tetapi semakin membesar pada bagian dalam SS (Gambar 3).

Korosi ini terjadi pada beberapa kondisi di lingkungan dengan PH rendah, temperature moderat, serta konsentrasi klorida yang cukup tinggi (misal NaCl atau garam di air laut). Pada konsentrasi klorida yang cukup tinggi, awalnya ion-ion klorida merusak *protective layer* pada permukaan SS terutama permukaan yang cacat. Timbulnya cacat ini dapat disebabkan oleh kotoran sulfida, retak-retak kecil akibat penggerindaan, pengelasan, penumpukan kerak, penumpukan larutan padat dsb. Proses kimia yang terjadi saat pitting korosi ini dapat dilihat dalam Gambar 4.

Umumnya SS berkadar Krom (Cr), Molybdenum (Mo) dan Nitrogen (N) yang tinggi cenderung lebih tahan terhadap pitting corrosion. Pada industri petrokimia korosi

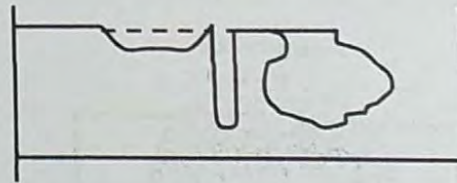
ini sangat berbahaya karena menyerang permukaan dan penampakan visualnya sangat kecil, sehingga sulit untuk diatasi dan dicegah terutama pada pipa-pipa bertekanan tinggi.

Ketahanan material terhadap pitting korosi jenis ini diformulasikan sbb :

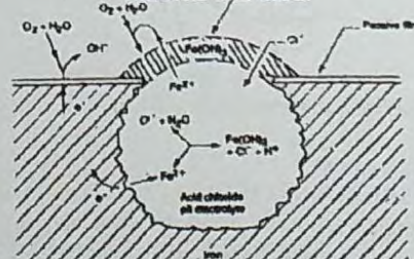
$$PREN = \%Cr + (3,3 \times \%Mo) + (16 \times \%N)$$

Satu hal yang menyebabkan *pitting corrosion* sangat serius bahwa ketika lubang kecil terbentuk, maka lubang ini akan terus cenderung berkembang (lebih besar dan dalam) meskipun kondisi SS tersebut sangat tertutup atau tidak dapat tersentuh sama sekali. Oleh karena itu dalam mendesain material untuk lingkungan kerja yang besar kemungkinan terjadinya pitting corrosion digunakan nilai PREN, sebagai acuan. Contohnya bila dibandingkan antara SS austenitik seperti 304, 316L, dan SS super-austenitik seperti UR 6B. SS 304 memiliki komposisi (dalam %): <0,015 C, 18,5 Cr, 12 Ni sedangkan untuk SS 316L memiliki komposisi : <0,030 C, 17,5 Cr, 13,5 Ni, 2,6 Mo. SS super-austenitik UR 6B memiliki komposisi : <0,020 C, 20 Cr, 25 Ni, 4,3 Mo, dan 0,13 N. Dengan komposisi yang berbeda maka UR B6 memiliki ketahanan akan pitting korosi paling kuat sedangkan 304 memiliki ketahanan *pitting corrosion* yang terlemah. Contoh besaran angka PREN tersebut dapat dilihat pada tabel SS Tira.

Pitting



Gambar 3. Ilustrasi *pitting corrosion* pada material SS1

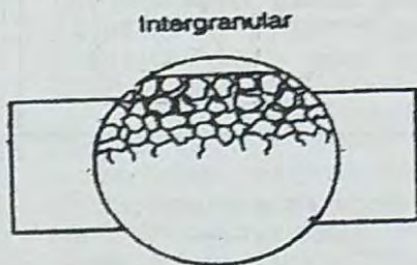


Gambar 4. Skema proses kimia yang terjadi saat *pitting corrosion* menyerang dan terus merusak logam SS.1

Intergranular Corrosion

Korosi ini disebabkan ketidaksempurnaan mikrostruktur SS. Ketika austenitic SS berada pada temperatur 425-850 oC (temperatur sensitasi) atau ketika dipanaskan dan dibiarkan mendingin secara perlahan (seperti halnya sesudah welding atau pendinginan setelah annealing) maka karbon akan menarik krom untuk membentuk partikel kromium karbida (chromium carbide) di daerah batas butir (grain boundary) struktur SS.

Formasi kromium karbida yang terkonsentrasi pada batas butir akan menghilangkan/mengurangi sifat perlindungan kromium pada daerah tengah butir. Sehingga daerah ini akan dengan mudah terserang oleh korosi (Gambar 7). Secara umum SS dengan kadar karbon < 2 % relatif tahan terhadap korosi ini. Ketidaksempurnaan mikrostruktur ini diperbaiki dengan menambahkan unsur yang memiliki afinitas (daya tarik) terhadap karbon lebih besar untuk membentuk karbida, seperti Titanium (misal pada SS 321) dan Niobium (misal pada SS 347). Cara lain adalah dengan menggunakan SS berkadar karbon rendah yang di tandai indeks 'L' - *low carbon steel*- (misal 316L atau 304L). SS dengan kadar karbon tinggi juga akan tahan terhadap korosi jenis ini asalkan digunakan pada temperatur tinggi pula (misal 304H, 316H, 321H, 347H, 30815/Sirius S15,310/Sirius 310 dan juga 314/Sirius 314.)

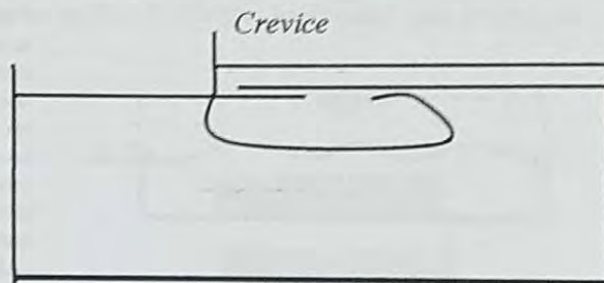


Gambar 5. Ilustrasi korosi pada butir akibat terjadinya sensitasi krom (Cr).

Crevice Corrosion

Korosi jenis ini sering terjadi di daerah dengan kondisi oksidasi terhadap krom (Cr) SS sangat rendah atau bahkan tidak ada sama sekali (miskin oksigen). Sering pula terjadi akibat desain konstruksi

peralatan yang tidak memungkinkan terjadinya oksidasi tersebut misal celah antara gasket/packing, celah yang terbentuk akibat pengelasan yang tidak sempurna, sudut-sudut yang sempit celah/ sudut antara 2 atau lebih lapisan metal, celah antara mur/baut dsb. Praktis korosi ini terjadi di daerah yang sangat sempit (celah, sudut, takik dsb) (Gambar 5). *Crevice Corrosion* dapat dipandang sebagai *pitting corrosion* yang lebih hebat dan terjadi pada temperatur di bawah *temperature moderate* yang bisa menyebabkan *pitting corrosion*. Cara untuk menghindari masalah ini, salah satunya dengan membuat desain peralatan lebih terbuka bagi semua aplikasi, walaupun kenyataannya sangat sulit untuk semua aplikasi.



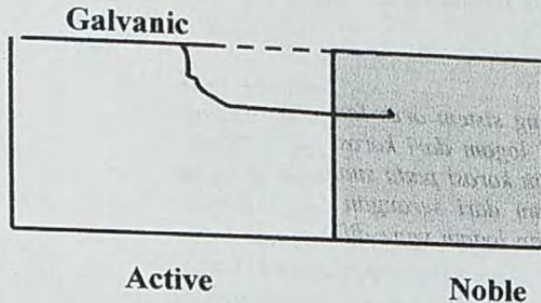
Gambar 6. Ilustrasi *crevice corrosion* yang menyerang saat 2 material bertemu dan membentuk celah sempit, sehingga terjadi perbedaan kandungan oksigen yang menyebabkan korosi.

Galvanic Corrosion

Galvanic corrosion terjadi disebabkan sambungan dissimilar material. Dua material yang berbeda terhubung secara elektris misal baut dengan mur, paku keling dengan body tangki, hasil las dengan benda kerja dan atau terendam dalam larutan elektrolit, sehingga dissimilar material tersebut menjadi semacam sambungan listrik. Mekanisme ini disebabkan satu material berfungsi sebagai anoda dan yang lainnya sebagai katoda sehingga terbentuk satu jembatan elektrokimia (Gambar 7). Dengan terjadinya hubungan elektrik tersebut maka logam yang bersifat anoda (less noble) akan lebih mudah terkorosi. *Galvanic corrosion*

ini tergantung pada : „perbedaan ke-muliaan dissimilar material“.

Ratio luas permukaan *dissimilar* material, dan konduktifitas larutan



Gambar 7. Ilustrasi terjadinya korosi antara dua logam yang berbeda jenis keaktifanya

3. KESIMPULAN

Dari uraian diatas, dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain:

1. *Stainless steel* tahan terhadap korosi karena adanya lapisan yang tidak terlihat (*visible layer*) yang terjadi akibat oksidasi SS dengan oksigen pada SS
2. *Uniform corrosion* pada terjadi disebabkan rusaknya seluruh atau sebagian *prototive layer* pada SS sehingga SS secara merata akan terkikis.
3. *Pitting corrosion* pada SS terjadi dilingkungan dengan Ph rendah, tempratur modorat dan konsentrasib klorida yang cukup tinggi.
4. *Intergranular corrosion* pada SS terjadi disebabkan ketidaksempurnaan mikrostruktur SS, ketika austenit SS pada tempratur (425 - 850)^oC (sesudah *welding* atau pendinginan setelah *annealing*)
5. *Crevice corrosion* pada SS terjadi didaerah yang kondisi oksidasi sangat rendah terhadap Cr (krom) karena disain konstruksi yang tidak memungkinkan terjadinya tersebut (adanya celah)
6. *Galvanic corrosion* pada SS terjadi karena sambungan *dissimilar* 2 material yang berbeda tersambung secara elektrik seperti hasil *welding* dengan benda kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Cubberlly, W.H., Er Unterweiser, P.M., 1996 *Metal Hand Book*, Vol.3, United States, American Society
- Kartiman,H, 2001, *Korosi dan Perlindungannya*, Lhokseumawe Aceh, Modul Teknisi Inspeksi
- Nugroho, D., 2005, *Stainless Steel Logam Tahan Korosi*, Bandung, Badan Tenaga Nuklir Nasional.
- Suratman, R R.S., 1995, *Dasar-dasar Mekanisme Korosi*, Bandung, ITB.
- Tatang, A dan Yani, A, 2005, *Teknologi Perlindungan Logam*, Jakarta, BPPT.
- Tresder, R.S., 1990, *Corrosion Engineer,s Reference Book*, USA NACE