

STUDI KARAKTERISTIK LIMBAH *RUST REMOVER* XYZ

Ferry Budhi Susetyo

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta

e-mail : fbudhi@unj.ac.id

ABSTRAK

Rust remover XYZ adalah produk yang relatif aman, efektif serta tidak berbahaya bagi lingkungan. Produk ini juga tidak memberikan efek pada plastik, karet dan PVC. Produk ini berbahan dasar air (water based) bekerja pada pH 6,0 sampai 7,1 (*Rust Remover XYZ Technical Data Sheet*). Untuk itu maka akan dilakukan penelitian secara akademisi guna mengetahui kandungan limbah dari *rust remover XYZ*.

Langkah yang pertama adalah mempersiapkan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini ada dua macam, yang pertama adalah pelat besi berkarat yang belum diketahui jenisnya. Kemudian yang kedua limbah hasil dari rendaman pelat besi berkarat tersebut. Pelat besi yang berkarat dengan ketebalan 1,2 mm kemudian dipotong dengan dimensi 31 mm x 29 mm. Analisis XRF dilakukan pada pelat besi berkarat guna mengetahui unsur-unsur apa saja yang terdapat pada pelat tersebut. Kemudian limbah hasil perendamaan pelat besi berkarat tersebut kemudian dilakukan analisis XRF.

Unsur-unsur pada pelat besi berkarat yang terdeteksi oleh XRF adalah Al 2,09 %, Si 4,33 %, S 0,23 %, Ca 1,04 %, Mn 0,07 %, Fe 92,19 %. Unsur-unsur pada waste *rust remover XYZ* yang terdeteksi oleh XRF adalah P 26,03 %, S 12,44 %, Ca 0,38 %, Mn 0,98 %, Fe 59,96 %, dan Zr 0,21 %.

Kata kunci: *rust remover, XRF, Limbah, karat*

1. PENDAHULUAN

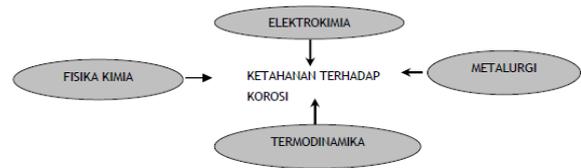
Korosi merupakan fenomena kerusakan suatu material akibat material tersebut bereaksi secara kimia dengan lingkungan yang tidak mendukung. Korosi dapat berlangsung apabila semua komponen sel elektrokimia tersedia yaitu anoda, katoda sirkuit eksternal (penghubung antara anoda dan katoda), sirkuit internal (elektrolit). Katoda (+) dan anoda (-) adalah logam yang sejenis atau berlainan yang mempunyai perbedaan potensial. Apabila salah satu dari komponen tersebut di atas tidak ada, maka korosi tidak akan berlangsung. Lingkungan yang tidak mendukung yang dapat menyebabkan korosi dapat berupa kadar pH yang rendah, banyaknya kandungan unsur klorida bebas, sulfat dan beberapa faktor lingkungan lainnya. (Ashadi, 2002)

Korosi menjadi penyebab utama kerusakan material yang umumnya terbuat dari logam sehingga menimbulkan kerugian. Korosi dapat berlangsung apabila semua komponen sel elektrokimia tersedia yaitu tersedianya katoda dan anoda serta elektrolit dalam kadar yang cukup. Dengan adanya elektrolit maka akan terjadi perpindahan elektron dari anoda menuju katoda akibat perbedaan potensial antara

keduanya. Korosi secara umum mempunyai pengertian sebagai kerusakan yang terjadi pada material yang terjadi akibatnya adanya reaksi kimia. (Sulistyoweni W, 2002)

Rust remover akan menghilangkan seluruh karat dari permukaan logam. Terdapat tiga metode dari *rust remover* yaitu: *rust remover* berbahan dasar asam (*acid base*), *shoot blasting* dan *rust remover XYZ*. Metode pertama adalah menghilangkan karat dengan menggunakan *rust remover acid base*, metode ini memiliki kekurangan yaitu memerlukan tambahan biaya dalam penggunaannya seperti memerlukan alat pelindung diri. Kemudian yang kedua adalah metode *sand blasting*, metode ini dapat melemahkan properties dari material karena aplikasinya dengan benturan mekanis melalui media pasir silika. Metode *sand blasting* juga akan mengurangi ketebalan dari permukaan material yang dibersihkan serta menyebabkan permukaan menjadi kasar. Kedua metode penghilangan karat yaitu metode *rust remover acid base* dan metode *sand blasting* berbahaya bagi kesehatan serta membutuhkan prosedur yang khusus dalam pengolahan limbahnya. (GDP *Rust Remover XYZ Sales Kit*, 2006)

Rust remover XYZ adalah produk yang relatif aman, efektif serta tidak berbahaya bagi lingkungan. Produk ini juga tidak memberikan efek pada plastik, karet dan PVC. Produk ini berbahan dasar air (*water based*) bekerja pada pH 6,0 sampai 7,1 (*Rust Remover XYZ Technical Data Sheet*). Untuk itu maka akan dilakukan penelitian secara akademisi guna mengetahui unsur-unsur plat besi berkarat sebelum direndam *rust remover XYZ* dan unsur-unsur pada *waste rust remover XYZ*



Gambar 2.1. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Proses Korosi Pada Logam (Fontana, 1986)

2. TEORI DASAR

2.1 Korosi Pada Logam

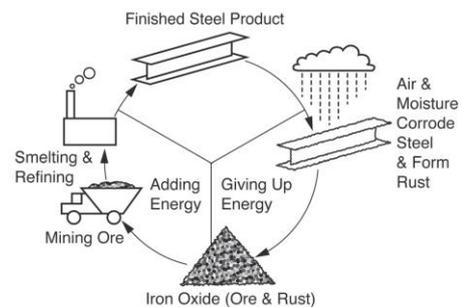
2.1.1 Pendahuluan

Korosi adalah reaksi kimia atau reaksi elektrokimia antara logam dan lingkungannya yang mengakibatkan penurunan kualitas dari material dan sifatnya. Dengan beberapa pengecualian unsur logam ditemukan pada ikatan kimia alamiah dengan elemen lainnya. Sebagai contoh, besi pada umumnya ditemukan di alam dalam bentuk *iron ore* seperti *iron oxide*. Bentuk kombinasi ini memiliki energi kimia yang rendah dan sangat stabil. Besi dapat dihasilkan dari *iron ore* melalui proses peleburan temperatur tinggi. Panas yang ditambahkan ketika peleburan akan memecah ikatan antara besi dan oksigen. Sebagai hasilnya, logam dan logam lainnya digunakan dalam aplikasi struktur memiliki energi yang tinggi jika dibandingkan dengan kondisi aslinya serta relatif tidak stabil. (Jenkins, 2005)

Proses korosi yang terjadi pada material yang terbuat dari bahan logam disebabkan karena adanya proses pelepasan elektron pada logam (anoda) yang kemudian elektron tersebut diterima oleh logam lain (katoda). Proses tersebut terjadi apabila adanya zat yang bersifat sebagai elektrolit yang berfungsi sebagai penghantar listrik. Korosi adalah suatu fenomena yang kompleks yang terjadi tidak hanya pada material yang terbuat dari metal namun korosi secara umum diketahui terjadi pada permukaan metal yang disebut *general corrosion*. Seiring dengan perkembangan zaman dan pengetahuan maka para ahli metalurgi telah mempunyai cara bagaimana membuat suatu unsur yang mempunyai ketahanan diri terhadap serangan korosi. Kemampuan suatu bahan untuk dapat tahan dari proses korosi tergantung dari beberapa faktor, seperti yang terlihat pada Gambar 2.1. (Sulistiyoweni W, 2002)

2.1.2 Kenapa Material Terkorosi (Jenkins, 2005)

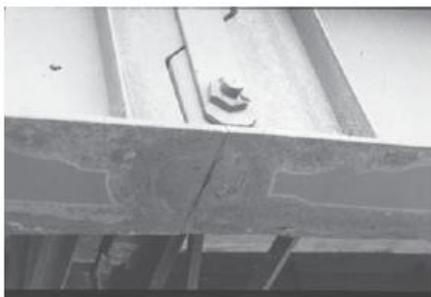
Korosi merupakan proses alamiah. Seperti air mengalir ke permukaan yang lebih rendah, seluruh proses alamiah akan bergerak ke arah energi yang lebih rendah. Jadi besi dan baja memiliki kecenderungan untuk bergabung dengan elemen kimia lainnya untuk bergerak ke energi yang lebih rendah. Besi dan baja akan sering berikatan dengan oksigen, membentuk *iron oxide* atau karat memiliki susunan kimia yang sama dengan *iron ore*. Gambar 2.2. menunjukkan ilustrasi dari siklus dari pemurnian korosi dari besi dan baja. Ketika karat terbentuk dari besi atau struktur baja, logam akan kehilangan dari permukaannya, mengurangi *cross section* dan kekuatan.



Gambar 2.2. Siklus Korosi (Jenkins, 2005)

Beberapa logam seperti emas dan platina memiliki level energi yang rendah saat dalam bentuk logam jika dibandingkan ketika digabungkan dengan unsur kimia lainnya. Logam tersebut kadang ditemukan di alam dalam bentuk logam dan tidak cenderung bergabung dengan unsur kimia lainnya. Kedua logam tersebut sangat *resistant* dengan korosi dalam kondisi lingkungan alami. Material tersebut kebal terhadap korosi dari lingkungan alami.

Logam dan paduan lain ketika dalam kondisi energi yang tinggi mereka dalam bentuk logam resistan terhadap korosi yang terbentuk lapisan pasif (biasanya oksida) pada permukaan. Lapisan tersebut terbentuk melalui proses alami yang menyerupai korosi dan biasanya tidak terlihat dengan menggunakan mata telanjang. Stainless steel, paduan aluminium dan titanium adalah logam yang memiliki kondisi energi tinggi pada saat berbentuk logam. Namun relatif resistan pada korosi disebabkan oleh bentuk lapisan pasif pada permukaannya. Bagaimanapun khususnya pada kasus stainless steel dan paduan aluminium lapisan ini tidak kebal pada seluruh lingkungan natural dan dapat rusak pada satu atau lebih lingkungan khusus. Kerusakan lapisan pasif sering berlangsung sangat cepat, korosi yang terlokalisir disebabkan oleh aktifitas elektrokimia bagian dari permukaan yang tetap pasif. Gambar 2.3. menunjukkan korosi terlokalisir dan sangat cepat.



Gambar 2.3. Korosi Ringan Pada Jembatan Baja Paduan Ketika Proteksi Lapisan Luar Telah Hilang. (Jenkins, 2005)

2.1.3 Mengukur Korosi (Jenkins, 2005)

Banyak cara-cara yang digunakan untuk mengukur korosi:

a. Mengukur Pengurangan Berat

Pengukuran pengurangan berat adalah cara yang paling banyak dilakukan untuk mengukur korosi. Mula-mula sampel dibersihkan untuk melepas seluruh kontaminan. Setelah dibersihkan kemudian diukur berat mula-mula. Kemudian dilakukan proses pengkorosian dan dibersihkan kembali dan diukur kembali berat selama periode waktu tertentu. Jika

tidak terjadi korosi maka tidak akan terjadi pengurangan berat.

b. Mengukur Dimensi Sampel

Dimensi dari sampel diukur sebelum dan sesudah proses korosi. Jika tidak ada perubahan dengan dimensinya berarti tidak ada korosi yang terjadi.

c. Observasi Visual

Bahkan jumlah kecil korosi dapat segera terlihat karena kasarnya permukaan.

d. Analisis Kimia

Deposit pada permukaan dan lingkungan diperiksa produk korosinya. Jika deposit pada permukaan dan lingkungan hasilnya negatif untuk produk korosinya dapat diasumsikan tidak terjadi korosi.

2.2 Rust Remover XYZ

2.2.1 Chelating Agent

(<http://en.wikipedia.org/wiki/Chelating>)

Chelates adalah senyawa kimia yang membentuk senyawa yang mudah larut, molekul kompleks dengan beberapa ion logam, menonaktifkan ion dalam larutan sehingga tidak dapat bereaksi dengan unsur lainnya atau ion yang membentuk presipitasi atau endapan. (ASTM A380, 2000).

Hampir semua pameran biokimia kemampuan untuk melarutkan logam tertentu kation. Dengan demikian, protein, polisakarida, dan asam *polynucleic* adalah ligan *polydentate* sangat baik untuk ion logam banyak. Selain *chelators adventif*, beberapa biomolekul diproduksi secara spesifik mengikat logam tertentu. *Histidin*, *malat* dan *phytochelatin* adalah *chelators* khas digunakan oleh tanaman.

Hampir semua fitur *metalloenzymes* logam yang *chelated*, biasanya untuk peptida atau kofaktor dan kelompok prostetik. *Chelating agent* tersebut meliputi porfirin cincin di *hemoglobin* dan zat hijau. Banyak spesies mikroba menghasilkan pigmen yang larut dalam air yang berfungsi sebagai *chelating agent*, disebut *siderophores*. Sebagai contoh, jenis *pseudomonas* diketahui mensekresikan *pyocyanin* dan *pyoverdin* yang mengikat besi. *Enterobactin* diproduksi oleh *E. coli*, adalah *chelating agent* kuat yang dikenal.

Dalam geologi, kimia pelapukan dihubungkan dengan *chelating agent* organik, seperti peptida dan gula, bahwa ekstrak ion logam dari mineral dan batuan. Banyak logam kompleks di lingkungan dan di alam terikat dalam suatu bentuk cincin *chelate*, umpamanya dengan asam humat atau protein. Maka *chelates* logam relevan dengan mobilisasi logam dalam tanah, penyerapan dan akumulasi logam ke tanaman dan mikro organisme. Selektif *chelation* dari logam berat relevan untuk bioremediasi, contohnya penghapusan Cs dari limbah radioaktif.

Chelators digunakan dalam analisis kimia, sebagai pelunak air, dan merupakan bahan dalam banyak produk komersial seperti shampo dan makanan pengawet. Asam sitrun digunakan untuk melunakkan air di sabun dan binatu deterjen. Sebuah *chelator* sintesis umum adalah EDTA. Fosfonat juga dikenal *chelating agent*. *Chelators* digunakan dalam program pengolahan air dan khususnya di *steam engineering*, seperti sistem pengolahan air boiler: *Chelant* sistem Pengolahan Air.

Terapi *chelation* adalah penggunaan *chelating agent* untuk detoksifikasi beracun agen logam seperti air raksa, arsenikum, dan memimpin dengan mengkonversi mereka ke bentuk kimia inert yang dapat dikeluarkan tanpa interaksi lebih lanjut dengan tubuh, dan telah disetujui oleh *U. S. Food and Drug Administration* pada tahun 1991. *Chelation* juga digunakan sebagai pengobatan untuk autisme, meskipun praktik ini kontroversial karena dukungan ilmiah yang lemah untuk kemanjurannya, kurangnya persetujuan FDA, dan kadang-kadang - mematikan efek samping. Meskipun mereka dapat bermanfaat dalam kasus-kasus keracunan logam berat, *chelating agent* juga bisa berbahaya. CDC AS melaporkan bahwa penggunaan disodium EDTA bukan kalsium EDTA telah mengakibatkan korban jiwa karena *hypocalcemia*.

Katalis homogen sering *chelated* kompleks. Sebuah contoh yang khas adalah *ruthenium (II) klorida chelated* dengan BINAP yang digunakan dalam [Novori asymmetric hydrogenation](#) dan *asymmetric isomerization*. Yang terakhir ini memiliki penggunaan praktis dari pembuatan sintetik (-) menthol.

2.2.2 Atribut Produk Rust Remover XYZ

(GDP Rust Remover XYZ Sales Kit, 2006)

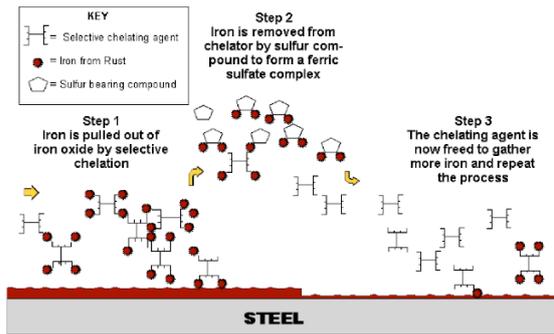
Rust remover XYZ merupakan terobosan revolusioner yang memiliki keuntungan secara

signifikan melalui proses yang antik. Metode seperti acid treatment dan media blasting merupakan metode yang cukup lama dan dapat membahayakan bagi pengguna dan barang yang akan dihilangkan karatnya, memerlukan perlengkapan khusus serta memerlukan penanganan khusus dalam limbahnya. Keuntungan dari *rust remover XYZ* adalah:

1. Dapat menghilangkan karat ringan selama lima menit perendaman
2. *Non-toxic* dan *non-corrosive*
3. Tidak berbau pekat
4. *Non-flammable* dan tidak mengandung *Volatile Organic Compounds* (VOC)
5. Mudah digunakan, hanya rendam bagian yang berkarat ke dalam cairan pada temperatur ruangan
6. Tidak memerlukan perlengkapan khusus dalam penggunaannya serta aman bagi kulit
7. *Biodegradable* dan *water soluble*
8. Tidak akan bereaksi pada logam yang tidak berkarat
9. Tidak akan member efek pada plastik, PVC dan cat tertentu
10. Dapat dibuang langsung pada saluran pembuangan air
11. Dapat menjadi *inhibitor* dalam waktu yang relatif sedikit

2.2.3 Cara Kerja Rust Remover XYZ (GDP Rust Remover XYZ Sales Kit, 2006)

Rust remover XYZ bekerja melalui selektif *chelating agent* pada pH 6,0 sampai 7,1 (netral). Proses ini dimana molekul sintesis dalam jumlah besar membentuk ikatan dengan logam dan menahan mereka dalam larutan seperti yang terlihat pada Gambar 2.4. Kebanyakan *chelating agent* mengikat berbagai macam metal. Unsur aktif dalam *rust remover XYZ* mengikat besi secara eksklusif. Unsur aktif tersebut dapat melepas besi dari *iron oxide* tetapi terlalu lemah untuk melepas besi dari baja, dimana baja memiliki ikatan yang lebih kuat. Sekali *chelating agent* melepas besi kemudian molekul organik *sulfur* menarik besi jauh dari *chelator* dan membentuk *ferritic sulfate* kompleks. *Chelating agent* yang bebas dapat kembali melepas besi dari karat.



Gambar 2.4. Cara kerja *rust remover XYZ* (GDP *Rust Remover XYZ Sales Kit*, 2006)

2.2.4 Cara Menggunakan *Rust Remover XYZ* (GDP *Rust Remover XYZ Sales Kit*, 2006)

Rust remover XYZ adalah *water based* yang aman efektif dan mudah digunakan. Merupakan cairan dapat masuk ke dalam celah (*crevice*) maupun lubang (*pitting*). Ada empat tahapan untuk menggunakan *rust remover XYZ*, yaitu.

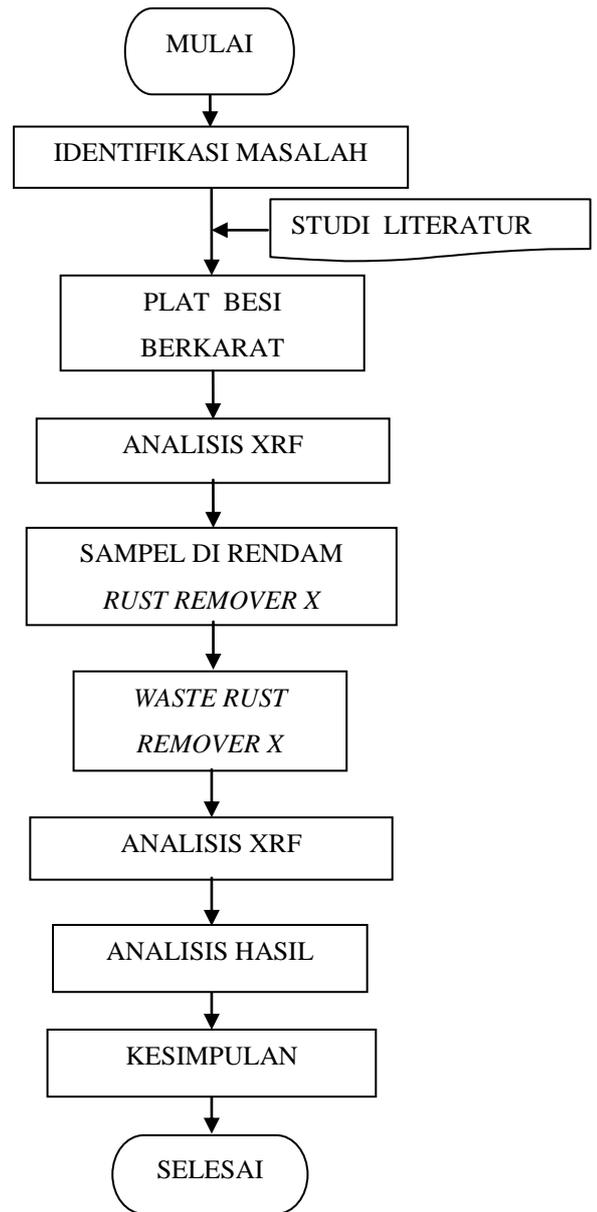
1. Tuang cairan *rust remover XYZ* ke dalam wadah.
2. Rendam bagian yang berkarat ke dalam cairan tersebut.
3. Setelah selesai kemudian bilas dengan air dan biarkan kering. Jika masih terlihat ada karat maka rendam kembali hingga karat tersebut hilang.

Untuk *mencegah* muncul karat ringan maka rendam atau semprot cairan *rust remover XYZ* yang baru, hal ini dapat mencegah timbulnya karat ringan selama waktu yang relatif sedikit.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini berisikan langkah-langkah dalam melakukan penelitian dari awal hingga selesai dengan tujuan untuk mendapatkan sistematika pelaksanaan penelitian secara lebih jelas dan terarah.

Alur proses penelitian *ini* dapat dilihat secara lengkap dan jelas pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Bagan Alur Proses Penelitian

4. ANALISIS HASIL

4.1 Hasil XRF Plat Besi Berkarat

Setelah dilakukan karakterisasi dengan menggunakan XRF kemudian didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil XRF Pelat Besi Berkarat

No	Komposisi Kimia	wt %	at/mole (%)
1	Al	2,0862	2,9350
2	Si	4,3333	10,3455
3	S	0,2348	1,0505
4	Ca	1,0415	2,6642
5	Mn	0,0672	0,1108
6	Fe	92,1892	82,8115

Berdasarkan tabel di atas terlihat bahwa unsur Fe memiliki persentase berat yang paling besar, yang kemudian diikuti oleh Si, Al, Ca, S dan Mn. Namun perlu dilakukan karakterisasi dengan menggunakan XRD untuk mengetahui fasa atau senyawa yang ada.

4.2 Hasil XRF Waste Rust Remover XYZ

Waste dari rust remover XYZ dilakukan karakterisasi dengan menggunakan XRF dengan hasil pada tabel 4.1.

Tabel 4.2. Hasil XRF Waste Rust Remover XYZ

No	Komposisi Kimia	wt %	at/mole (%)
1	P	26.0263	36.0387
2	S	12.4400	16.6401
3	Ca	0,3762	0,4026
4	Mn	0,9854	0,7693
5	Fe	59.9633	46.0511
6	Zr	0,2089	0,0982

Berdasarkan tabel 4.2. terlihat ada enam unsur yang dideteksi oleh XRF dimana terdapat tiga unsur yang terbesar yaitu, Fe, P dan S. Dari ketiga unsur yang besar relatif tidak berbahaya jika kita buang langsung ke saluran air, bahkan fosfor (P) dalam konsentrasi yang

relatif tidak terlalu banyak dapat berfungsi menjadi pupuk.

5. KESIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian serta analisis hasil dan pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Unsur-unsur pada plat besi berkarat yang terdeteksi oleh XRF adalah Al 2,09 %, Si 4,33 %, S 0,23 %, Ca 1,04 %, Mn 0,07 %, Fe 92,19 %.
2. Unsur-unsur pada waste rust remover XYZ yang terdeteksi oleh XRF adalah P 26,03 %, S 12,44 %, Ca 0,38 %, Mn 0,98 %, Fe 59,96 %, dan Zr 0,21 %.

REFERENSI

- [1] Anonim. "Rust Remover XYZ Technical Data Sheet" Harris International Laboratories, Inc
- [2] Anonim. (2006) "GDP Rust Remover XYZ Sales Kit" Harris International Laboratories, Inc
- [3] Ashadi, Henki W., W, Sulistyoweni, Gusniani, Irma (2002). "Pengaruh Unsur Unsur Kimia Korosif Terhadap Laju Korosi Tulangan Beton II. Di Dalam Lumpur Rawa".
- [4] ASTM A380 (2000) "Standard Practice for Cleaning, Descaling, and Passivation of Stainless Steel Parts, Equipment, and Systems" Chelation <http://en.wikipedia.org/wiki/Chelating>
- [5] Fontana, M.G. (1986) "Corrosion Engineering", McGraw Hill, New York.
- [6] G., Wyckoff R. W. (1963), "Second edition. Interscience Publishers, New York, New York Sample at T = 298 K Body centered cubic, bcc, structure", Crystal Structures 1, 7-83
- [7] H. E., King, C. T., Prewitt, (1982) "High-pressure and high-temperature polymorphism of iron sulfides (FeS) Sample: T = 294 K, P = 0.0001 GPa", Acta Crystallographica, Section B 38, 1877-1887
- [8] H., Fjellvag, F., Gronvold, S., Stolen, C., Hauback B. (1996) "On the crystallographic and magnetic structures of nearly stoichiometric iron monoxide Locality: synthetic Sample: T = 298 K",

- Journal of Solid State Chemistry 124, 52-57
- [9] Jenkins, James F., Drisko, Richard W. (2005) "Bridge Construction Manual"
- [10] K., Kihara, (1990) "An X-ray study of the temperature dependence of the quartz structure Sample: at T = 298 K", European Journal of Mineralogy 2, 63-77
- [11] T., Nagai, H., Kagi, T., Yamanaka, (2003) "Variation of hydrogen bonded O...O distances in goethite at high pressure Sample at P = 0 GPa", American Mineralogist 88, 1423-1427
- [12] W., Sulistyoweni, Ashadi, Henki W., Wicaksono, Andri Krisnadi (2002). "Pengaruh Unsur Unsur Kimia Korosif Terhadap Laju Korosi Tulangan Beton I. Di Dalam Air Rawa"