

Analisis Kegagalan Korosi pada Tangki Penyimpan Air Panas Terbuat dari Baja Nirkarat

Tjokorda Gde Tirta Nindhia^{1,2)*}, I Putu Widya Semara²⁾,
I Wayan Putra Adnyana³⁾, I Putu Gede Artana³⁾

¹⁾Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Udayana University, Bali-Indonesia, 80361
nindhia@yahoo.com

²⁾ Grup Riset Industri Manufaktur dan Permesinan, Univ. Udayana, Jimbaran, Bali, 80361

³⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Univ. Udayana, Jimbaran, Bali, 80361

Abstrak

Suatu tangki penyimpanan air panas yang dalam kasus ini terbuat dari baja nirkarat (*stainless steel*) mengalami kegagalan karena korosi terutama pada bagian sambungan las. Korosi juga terjadi pada bagian bawah tangki. Tanki telah digunakan kurang lebih di bawah satu tahun namun sudah mengalami korosi parah terutama pada bagian sambungan las dan juga mengalami korosi pada bagian bawah. Penelitian ini bertujuan mengetahui penyebab terjadinya korosi. Penelitian dilakukan dengan menggunakan teknik pengamatan metalografi langsung dilapangan dengan menggunakan mikroskop metalurgi portable. Hasil pengujian menunjukkan korosi terjadi akibat korosi galvanik yaitu sambungan dua jenis logam nirkarat yang berbeda dan diperparah dengan terjadinya korosi *pitting*. Pengujian dengan menggunakan sinar X fluoresensi juga membuktikan bahwa pelat bagian bawah tangki dan pelat bagian samping dan atas ternyata memiliki kandungan yang berbeda. Untuk mengatasi hal ini maka teknik pengelasan harus ditingkatkan dengan menggunakan logam pengisi yang tepat

Kata kunci: tanki, air panas, korosi, baja nirkarat, galvanik, *pitting*

Abstract

Hot water storage tank that was made from stainless steel was investigated in this case. The tank was found failure in service due to corrosion in welded section. Corrosion also was found at the bottom part of the storage tank. The tank was used for no longer than one year but unfortunately severe corrosion was found. The purpose of this research is to find the reason why the tank easily corroded especially at the bottom part and at the welding section. The research was carried out by conducting metallographic examination directly in situ by utilizing portable metallographic microscope. It is found from investigation that the corrosion was happen due to galvanic corrosion. Investigation by using X ray fluorescence also agree that the composition of the bottom part of the tank was different with the wall, and upper section. The welding filler also was found not correctly prepared that make pitting corrosion to occur. It is suggested to conduct advance research to investigate the correct composition for the filler during welding.

Key word: Tank, hot water, corrosion, stainless steel, galvanic, pitting

1. PENDAHULUAN

Korosi merupakan kerusakan material akibat reaksi dengan lingkungan. Korosi dapat menimbulkan berbagai masalah seperti timbulnya lubang-lubang kecil yang menyebabkan kebocoran cairan atau gas, juga menyebabkan penurunan kekuatan bahan karena luas potongan melintang menjadi berkurang akibat korosi. Disamping itu korosi menyebabkan turunya kualitas kenampakan permukaan. Kerugian utama akibat korosi adalah timbulnya karat yang dapat mencemari produk khususnya untuk produk makanan dan minuman [1].

Ketersediaan air panas tidak dapat dihindari oleh pengusaha industri di bidang perhotelan. Sebagian besar wisatawan mancanegara berasal dari daerah subtropis yang terbiasa menggunakan air hangat saat membersihkan diri atau berendam. Untuk penghematan dibidang energi, air dipanaskan terlebih dahulu dalam jumlah yang besar dan ditampung dalam suatu tangki penyimpanan air panas untuk menjamin terpenuhinya kebutuhan. Air yang ditampung dalam penyimpanan mendekati suhu didih air sehingga tidak banyak material yang dapat digunakan untuk tangki penyimpanan air panas. Selama ini proses penyimpanan banyak dilakukan dalam tangki terbuat dari bahan baja nirkarat (*stainless steel*) khususnya dari jenis 304. Baja nirkarat 304 merupakan salah satu jenis baja nirkarat dari jenis austenitik (*austenitic stainless steel*) yang memiliki fase tunggal dengan struktur kubus terpusat ruang (*face centered cubic, fcc*). Struktur ini bisa terbentuk dari

* Penulis korespondensi, HP: 08179405539,
Email: nindhia@yahoo.com

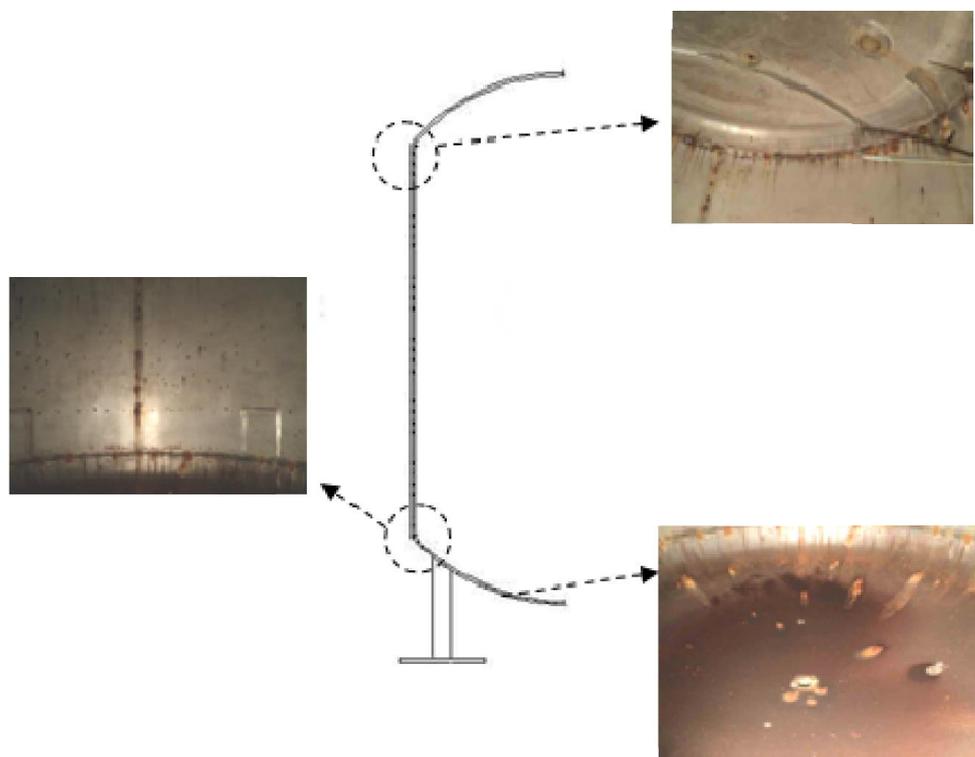
kesetimbangan kondisi pemaduan yang menyebabkan fase austenit menjadi stabil pada suhu ruang [2]

Karena ukuran tangki yang besar, maka proses manufaktur saat pembuatannya tidak bisa terlepas dari proses pengelasan. Juga proses pembuatan bahan pelat baja nirkarat tidaklah mudah jika dibandingkan dengan membuat baja karena baja nirkarat mengandung berbagai bahan tambahan yang secara teoritis susah dipertahankan kehomogenannya.

Tulisan ini mengetengahkan suatu kegagalan akibat korosi pada tangki air panas (Gambar 1 dan 2) yang terbuat dari baja nirkarat. Tangki ditemukan sudah mengalami korosi pada bagian bawah dan pada bagian sambungan las. Tabung digunakan belum sampai satu tahun namun sudah menimbulkan berbagai masalah korosi pada bagian-bagiannya. Dari bagian luar tabung tidak terlihat korosi yang terjadi. Penelitian ini bertujuan meneliti penyebab terjadinya korosi pada tangki penyimpan air panas yang terbuat dari baja nirkarat 304 dan memberikan saran-saran untuk pencegahan pada produksi tabung lebih lanjut.



Gambar 1 Tangki air panas terbuat dari baja nirkarat yang mengalami kegagalan korosi pada bagian dalam tabung



Gambar 2. Bagian-bagian tangki yang mengalami kegagalan akibat korosi

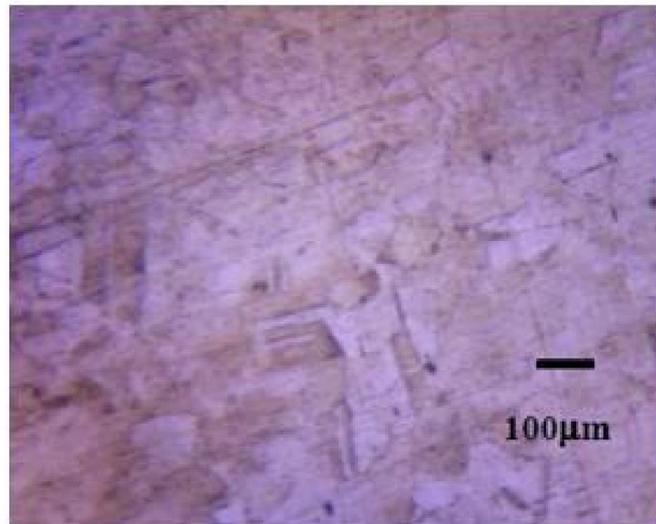
2. METODE

Tangki air terdiri dari tiga bagian yaitu bagian penutup bawah, bagian tabung tengah dan penutup atas. Ketiga bagian tersebut diamati struktur mikronya dengan menggunakan mikroskop metalurgi portable sehingga tidak perlu memotong bagian tabung dan tabung masih tetap bisa digunakan. Pada bagian yang akan diamati dilakukan proses penggerindaan, pemolesan dan proses etsa untuk memperoleh struktur mikro logam yang digunakan. Dari struktur mikro yang diperoleh kemudian diidentifikasi jenis baja nirkarat yang digunakan apakah sesuai dengan struktur mikro baja nirkarat 304 sesuai spesifikasi saat pembelian .

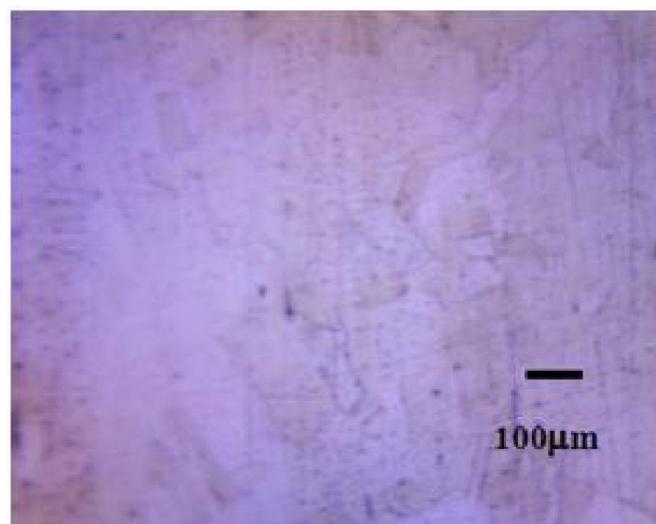
Pengujian metalurgi las dilakukan pada bagian las dengan menggunakan mikroskop metalurgi portable dan dianalisis kualitas pengelasan dan diidentifikasi struktur mikro yang diperoleh. Cacat-cacat pengelasan yang ditemukan diidentifikasi dan dicari hubungannya dengan korosi yang terjadi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

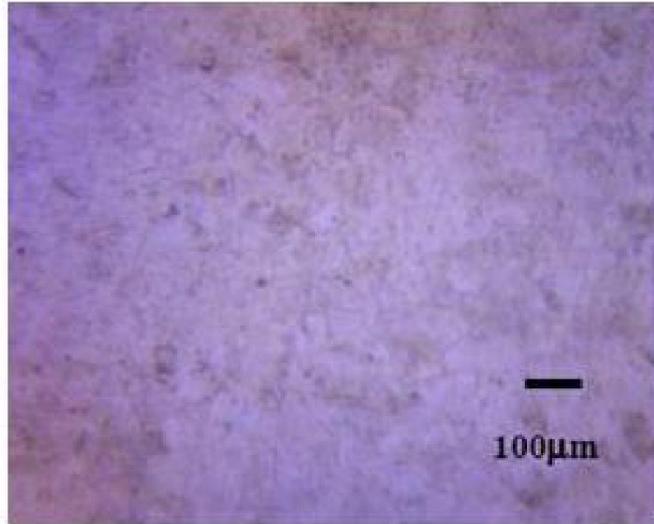
Gambar 3 merupakan hasil dari pengujian struktur mikro pada bagian atas tangki. Struktur mikro ini mendekati struktur mikro yang dimiliki oleh baja nirkarat dari jenis 316. Baja nirkarat 316 adalah juga merupakan baja nirkarat austenitik seperti 304, namun dengan tambahan unsure Mo sehingga memiliki sifat lebih tahan terhadap korosi *pitting* [2]. Dengan demikian dapat dipastikan bahwa bagian atas tangki tidak terbuat dari baja nirkarat 304. Bagian tengah tangki ternyata memiliki struktur mikro yang serupa dengan bagian atas tangki yaitu memiliki struktur mikro yang mendekati baja nirkarat 316 seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Foto struktur mikro dari bahan pada bagian atas tangki



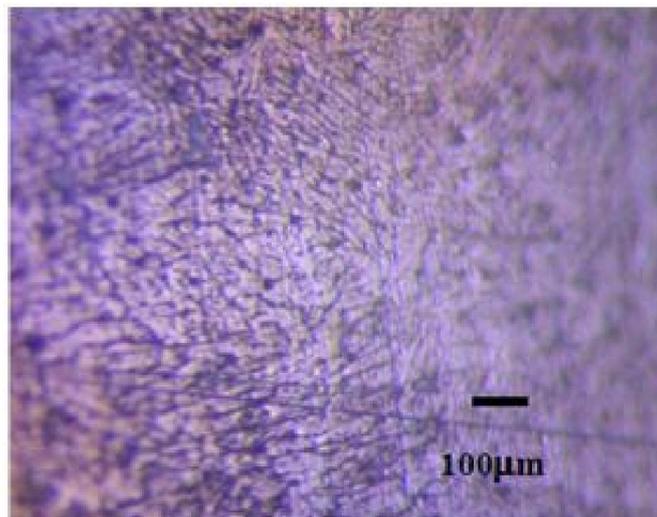
Gambar 4 Foto struktur mikro dari bahan pada bagian tengah tangki



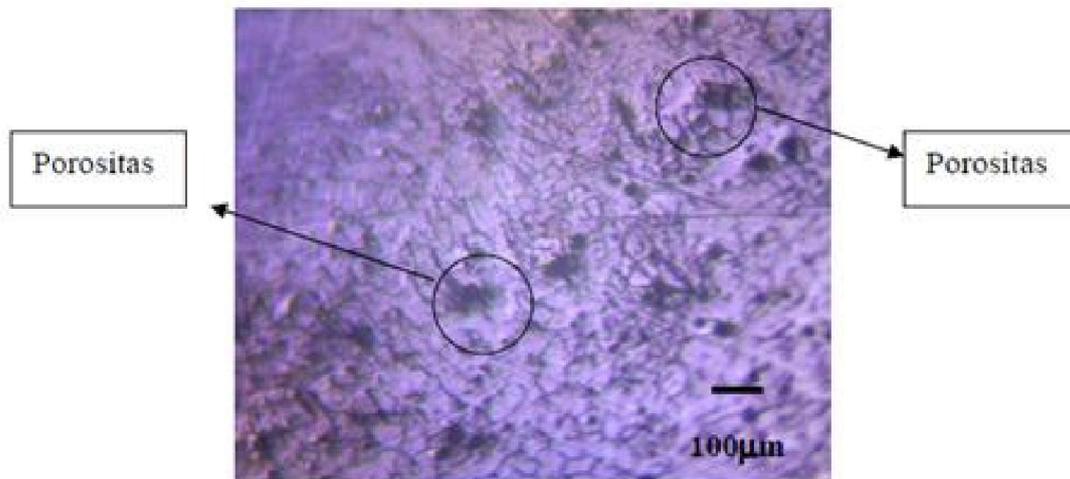
Gambar 5 Foto struktur mikro dari bahan pada bagian bawah tangki

Namun tidak demikian halnya pada material yang digunakan pada bagian penutup bawah tangki, diperoleh dari hasil pengujian dengan mikroskop ternyata menggunakan bahan yang sesuai dengan spesifikasi saat pembelian yaitu dari jenis baja nirkarat 304. Dengan demikian jelaslah mengapa pada bagian bawah tangki terjadi kasus korosi yang parah yaitu diakibatkan oleh korosi galvanik yaitu korosi yang diakibatkan karena penyambungan atau menghubungkan 2 jenis logam yang berbeda pada lingkungan elektrolit. Menyambung dua jenis baja nirkarat dari jenis yang berbeda dapat mengarah ke jenis korosi yang lebih parah lagi yaitu retak korosi akibat tegangan (*stress corrosion cracking*) [3].

Hasil pengujian struktur mikro pada daerah lasan memberikan informasi bahwa daerah lasan membentuk struktur mikro yang mendekati struktur mikro logam cor dari baja nirkarat 316 seperti Gambar 6.



Gambar 6 Foto struktur mikro bagian las. Struktur mikro ini mendekati bentuk dari struktur mikro baja nirkarat 316 tuang atau cor



Gambar 7 Porositas pada daerah las yang dapat berupa korosi *pitting* dan juga korosi *crevice*

Dengan demikian dapat dipastikan bahwa bagian las (*weldment*) ternyata terbentuk menjadi baja nirkarat 316 dan menjadi berbahaya jika digunakan untuk mengelas baja nirkarat 304 karena menyebabkan terjadinya korosi. Jika diamati lebih teliti lagi maka akan ditemukan bagian-bagian yang poros di daerah las seperti terlihat pada Gambar 8. Porositas tersebut merupakan bentuk dari korosi *pitting* [4, 5, 6] yang diakibatkan oleh fluks saat pengelasan.

Pengujian dengan menggunakan sinar X fluoresensi seperti tersaji pada Tabel 1 memberi informasi bahwa ketiga bagian tidak terbuat dari bahan baja nirkarat yang sama, dan cocok dengan pengamatan struktur mikro dimana hanya bagian bawah yang terbuat dari baja nirkarat 304 yang ditandai dengan tidak adanya unsur Mo pada paduan seperti tampak pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil pengujian Sinar X fluoresensi

Kandungan Unsur	Kandungan Unsur Pada Bagian tanki (%)		
	Penutup atas	Tengah	Penutup Bawah
Mo	0.11	0.12	-
Ni	8.45	8.11	8.4
Fe	70.69	70.33	70.78
Mn	1.16	1.11	1.37
Cr	18,64	18.97	18.41
Hr	-	0.34	-

4. SIMPULAN

Dengan memperhatikan hasil pengujian dan pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa tangki mengalami korosi akibat penggunaan baja nirkarat dari jenis yang berbeda sehingga terjadi korosi galvanik. Sedangkan korosi pada bagian las terjadi karena perbedaan jenis logam pengisi dengan logam yang dilas yang memicu terjadinya korosi galvanik. Penggunaan fluks las yang salah menimbulkan korosi *pitting* yang berbentuk lubang-lubang kecil yang menyebabkan timbul porositas berukuran kecil.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada PT. Dewata Vulcanindo Suryajaya melalui staf : I Gusti Ngurah Bagus Santosa yang memberikan dukungan baik dana penelitian dan peralatan untuk keperluan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kadry, S., Corrosion Analysis of Stainless Steel, European Journal of Scientific Research, Vol.22 No.4, pp.508-516, 2008.
- [2] Davis, J.R., Corrosion of Weldments, ASM International, Materials Park, OH,2006
- [3] Łabanowski, J., Stress corrosion cracking susceptibility of dissimilar stainless steels welded joints, Volume 20 Issues 1-2 January-February, 2007
- [4] Zatkalíková, V., Bukovina, M., Škorík, V., dan Petreková, L, Pitting Corrosion of AISI 316Ti Stainless steel with Polished Surface, Materials Engineering, Vol. 17, No. 2, 2010

- [5] Zatkalíková, V. dan Liptáková, T., Pitting Corrosion of Stainless Steel at The Various Surface Treatment, *Materials Engineering - Materiálové inžinierstvo* 18, 115-120, 2011
- [6] Schweitzer, P.A., *Fundamental of Metallic Corrosion: Atmospheric and Media of Metals*, CRC Press Taylor & Francis Group, USA, 2007