

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

M3-014 ANALISA FILM PASIF BAJA 316L DALAM LINGKUNGAN KOROSIF AIR LAUT SINTETIK DENGAN BAKTERI *DESULFOVIBRIO VULGARIS*

Johannes Leonard

Jurusan Teknik Mesin
Universitas Hasanuddin

Kampus Unhas Tamalanrea, Makassar 90225, Indonesia

Phone: +62-411-588400, FAX: +62-411-588400, E-mail: johannesleonard55@yahoo.com

Abstrak

Teknik analisis permukaan dengan metode SEM dilengkapi dengan SDAX, menentukan modifikasi film pasif yang melengket pada antarmuka baja 316L dan lingkungan, Dua media telah digunakan sebagai lingkungan untuk mempelajari fenomena pengaruh waktu perendaman pada korosi sumuran dengan keberadaan bakteri *Desulfovibrio vulgaris*. Lingkungan tersebut adalah air laut sintetik menurut ASTM (ALS) dan larutan yang sama yang disemaikan dan diinokulasi dengan bakteri (ALS+DV).

Dapat dikatakan bahwa air laut sintetik memicu pembentukan dan stabilisasi lapisan pasif. Lapisan ini kurang atau lebih bersifat protektif tergantung dari waktu perendaman selama enam minggu. Tanpa keberadaan bakteri (biofilm), resistansi baja terhadap korosi hanya disebabkan sifat-sifat metalurginya. Dalam lingkungan sintetik terokulasi, terdapat efek bakteri terhadap biokorosi. Keberadaan bakteri nampaknya menaikkan karakteristik protektif film.

Suatu modifikasi pada antarmuka metal dan media diperoleh dengan perendaman dan dengan inokulasi bakteri *Desulfovibrio vulgaris*. Sulfur yang diproduksi bakteri memicu destabilisasi film pasif. Film yang dijumpai diperkaya dengan sulfur dan jumlah oksigen yang ada berkurang. Dalam air laut sintetik, pasifitas baja naik seiring waktu perendaman. Baja menjadi lebih resistan terhadap korosi sumuran. Dalam lingkungan sintetik inokulasi dengan bakteri, baja kurang resistan terhadap korosi umum atau celah.

Kata kunci : Biofilm, korosi sumuran, bakteri *Desulfovibrio vulgaris*, pasifitas.

Introduksi

Korosi biologik, dalam wujudnya pada sebagian besar kasus yang terjadi, ditandai dengan serangan lokal. Tipe degradasi umumnya adalah pembentukan sumuran dan korosi celah. Kerusakan metal disertai selanjutnya penampakan biofilm dan deposit yang mengandung produk korosi berupa karat untuk bakteri fero, dan endapan hitam sulfur oleh bakteri pereduksi sulfat. Dalam lingkungan air laut, sejumlah faktor membuat biofilm mikrobial berkembang pada permukaan metal. Parameter-parameter tersebut berkaitan dengan lingkungan, biofilm, dan permukaan metal.

Bakteri pereduksi sulfat tipe *Desulfovibrio vulgaris* merupakan bagian dari jenis *desulfovibrio*. Varitas *vulgaris* telah diidentifikasi oleh Posgate dan Campbell. Bakteri ini amat aktif bergerak karena adanya

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

ekor polar serta termasuk jenis Gram negatif. Hal terakhir ini khususnya menarik karena nampaknya memegang peranan dalam proses korosi biologik, terutama konsumasi hydrogen.

Pengukuran karakteristik sifat-sifat antarmuka yang terjadi anatar material dan lingkungan dalam bentuk lapisan pasif dan/atau biofilm. Untuk mengenal dengan baik hubungan antara keadaan alami film ini dan sifat-sifatnya, dibutuhkan analisis yang efektif.

Metode eksperimental

Dalam penelitian ini digunakan sebagai material uji adalah baja tahan karat 316L dan strukurnya telah diamati melalui mikroskop optik setelah dipolis dan dietsa kimia (Gbr. 1).

Spesimen berbentuk sirkular dengan diameter 10 mm direndam dalam media dan waktu yang berbeda. Lingkungan dengan air laut sintetik menurut metode ASTM (ALS) dan air laut sintetik dengan bakteri *Desulfovibrio vulgaris* (ALS+DV). Interval pengukuran adalah satu minggu. Perendaman dilakukan dalam sel yang diatur dengan thermostat sirkulasi air. (Gbr. 2 dan 3). Deaerasi dan sterilisasi dilaksanakan dan temperatur konstan diatur menurut kondisi lingkungan. Untuk lingkungan dengan bakteri, dimasukkan lingkungan kultur suatu proporsi bakteri 2 hingga 5 % per satuan volume larutan. Untuk bakteri yang masih aktif, perlu ditambahkan media kultur pekat steril serta elemen nutritif ke dalam media. Lingkungan ini harus diperbarui setiap dua minggu untuk menjaga agar bakteri tetap hidup.

Untuk pengamatan permukaan dilakukan pada specimen yang diambil dari sel perendaman setiap minggu. Selanjutnya untuk analisis, sampel-sampel tersebut diberi perlakuan proses fiksasi, kemudian dehidrasi, dan pengeringan serta metalisasi. Teknik analisis permukaan dilakukan untuk mengamati berbagai tipe kontras topografi permukaan dan komposisi fasa. Metode pengamatan dilakukan pada Scanning Electron Microscope yang dipasangkan dengan suatu Spectroscopic Dispersive Analyse X-ray.

Hasil dan Pembahasan

Pada pengamatan dengan SEM yang dilakukan pada permukaan specimen yang direndam selama enam minggu dalam semua lingkungan, dapat dilihat bahwa pada permukaan baja dalam ALS tak mengandung materi organik (Gbr. 4). Sementara ddengan keberadaan bakteri dalam lingkungan ALS+DV, mengandung banyak materi organik (Gbr. 5). Pada gambar antarmuka metal dan endapan , bakteri melengket oleh perantaraan lapisan viskos (lendir). Kandungan ini terdiri dari polisakarida yang dihasilkan bakteri dalam kedua lingkungan ini. Sehubungan dengan pengamatan korosi sumuran dengan SEM dan EDAX, terlihat perbedaan morfologi korosi dari baja. Bentuk geometri sumuran yang terjadi dalam kedua lingkungan ini kurang lebih berbentuk melingkar. Mikrografi yang diperoleh dalam lingkungan ALS dengan atau tanpa bakteri menunjukkan zona serangan yang kecil secara individual sekeliling suatu sumuran. Dalam lingkungan tanpa baketri, nampaknya khlor pada antarmuka metal dan film, dan dengan bakteri dalam lingkungan, terdapat jumlah kecil sulfur (Gbr. 7 dan 8)

Dapat dikatakan bahwa air laut sintetik memicu pembentukan dan stabilisasi lapisan pasif. Lapisan ini atau lebih bersifat protetektif tergantung dari waktu perendaman. Hal ini mengartikan bahwa lingkungan sintetik pada awal minggu keenam perendaman pembentukan suatu lapisan pasif protetif, dan bahwa tanpa keberadaan bakteri (biofilm) pada permukaan baja, dapat dikatakan bahwa resistansi baja terhadap

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

korosi hanya disebabkan sifat-sifat metalurginya. Dalam lingkungan sintetik terokulasi, hasil-hasil pengamatan menunjukkan secara efektif terdapat efek bakteri terhadap biokorosi. Keberadaan bakteri nampaknya menaikkan karakteristik protektif film (Gbr. 6).

Kesimpulan

Dua media telah digunakan untuk mempelajari fenomena pengaruh waktu perendaman pada korosi sumuran dengan keberadaan bakteri *Desulfovibrio vulgaris* dari baja tahan karat 316L. Lingkungan tersebut adalah air laut sintetik menurut ASTM dan larutan yang sama yang disemaikan dan diinokulasi dengan bakteri. Hasil-hasil berbeda yang ditemukan dari kedua media ini dapat memperlihatkan pengaruh perendaman dan keberadaan bakteri pada proses korosi dalam lingkungan laut. Dapat dikatakan bahwa perbedaan kolonisasi pada permukaan baja menunjukkan sifat-sifat korosi yang berbeda. Keberadaan film polimerik yang peranannya lebih bersifat melindungi material terhadap korosi sambil menahan perubahan. Selanjutnya, metabolit prinsipalnya, ion-ion sulfur, merupakan efek inverse pada kandungan material terhadap korosi.

Korosi dengan keberadaan bakteri sulfato-reduktris nampaknya tidak terkait dengan proses biologik tersendiri, tetapi memunculkan mekanisme klasik yang mempengaruhi karakteristik psiko kimia permukaan, dan modifikasi komposisi media dipicu oleh metabolisme bakteri tersebut. Suatu modifikasi pada antarmuka metal dan media diperoleh dengan perendaman dan dengan inokulasi bakteri *Desulfovibrio vulgaris*.

Hasil keseluruhan menunjukkan bahwa kenaikan waktu perendaman dalam media laut sintetik cukup efektif menaikkan resistansi korosi sumuran baja tahan karat, tetapi dengan perubahan mekanisme aksi. Sebaliknya, dalam media mengandung bakteri resistansi ini cenderung menjadi stabil. Sulfur yang diproduksi bakteri memicu destabilisasi film pasif. Film yang dijumpai diperkaya dengan sulfur dan jumlah oksigen yang ada berkurang. Dalam air laut sintetik, pasifitas baja naik seiring waktu perendaman. Baja menjadi lebih resistan terhadap korosi sumuran. Dalam lingkungan sintetik inokulasi dengan bakteri, baja kurang resistan terhadap korosi umum atau celah.

Daftar Pustaka

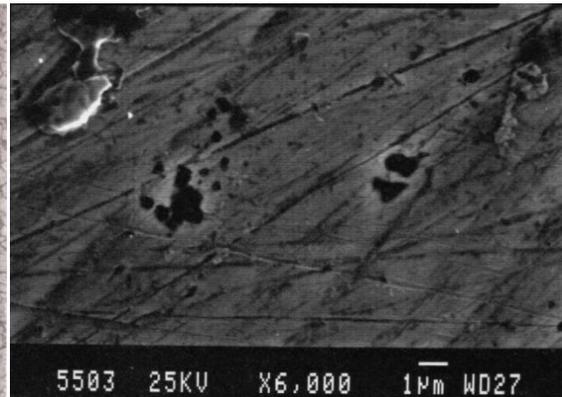
1. R.E. Tatnall, 1985, Proc. NACE-8 int. conf. Biologically Induced Corrosion, Gaithersburg, NACE, Houston, Texas
2. W.A. Hamilton, 1985, Ann. Rev. Microbiol., p.195-217.
3. J. Guezennec, 1990, Materiaux ewt Technique, Decembre p. 3-8.
4. B. Little, P. Wagner, D. Duquette., 1988, Corrosion, 5 , p.270-274.

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009



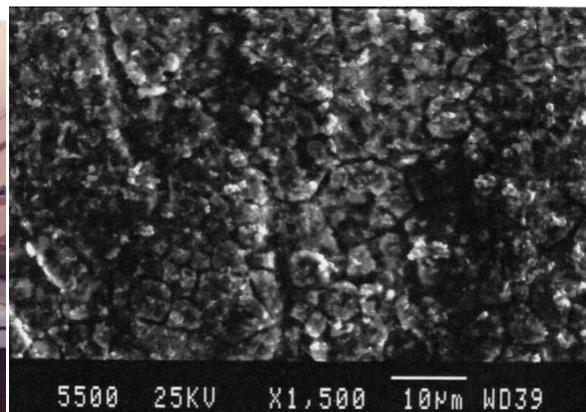
Gambar 1. Struktur mikro baja 316L



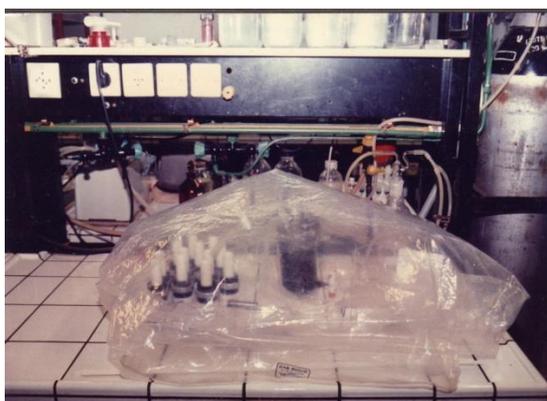
Gambar 4. Morfologi lapisan pasif baja dalam lingkungan ALS



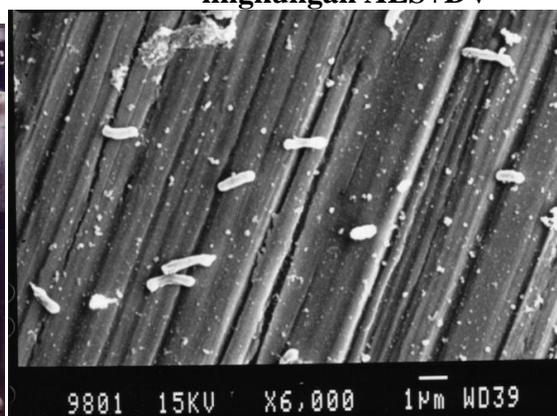
Gambar 2. Bejana Perendaman Spesimen



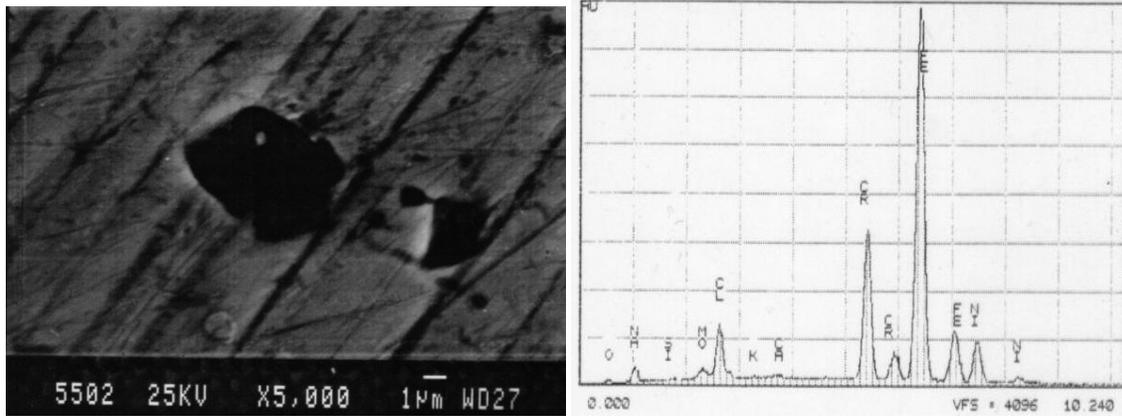
Gambar 5. Morfologi lapisan pasif baja dalam lingkungan ALS+DV



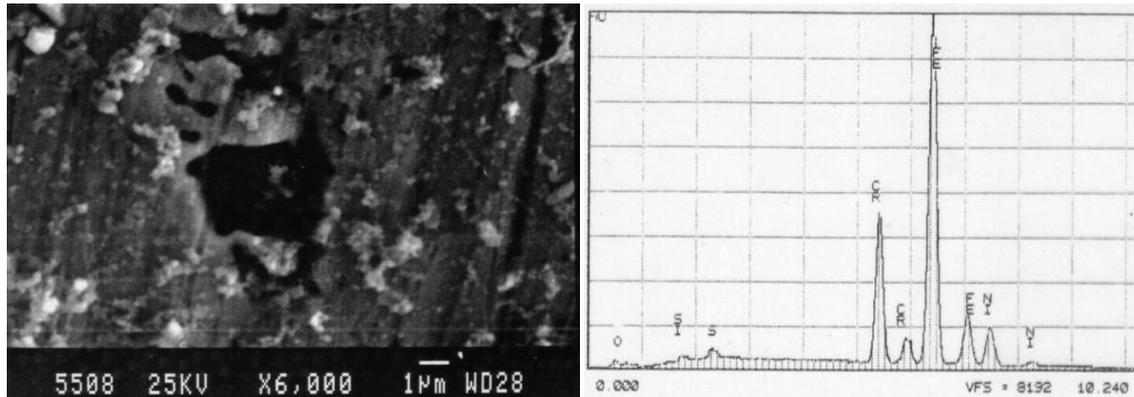
Gambar 3. Pemindahan Spesimen Anaerobik dalam lingkungan ALS+DV



Gambar 6. Morfologi bakteri pada permukaan baja



Gambar 7. Analisis korosi sumuran dalam lingkungan ALS



Gambar 8. Analisis korosi sumuran dalam lingkungan ALS+DV