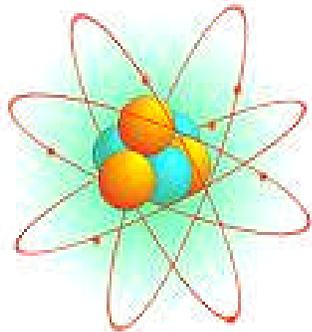


ISSN:



# PROSIDING Seminar Fisika dan Aplikasinya 2009

Surabaya, 3 Nopember 2009



Diselenggarakan oleh  
Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

Pendukung Acara:



# DAFTAR ISI

Pengantar		i
Kata Sambutan Ketua Jurusan Fisika FMIPA ITS		ii
Daftar Isi		iii
Makalah dalam Prosiding:		
<b>NAMA</b>	<b>JUDUL ARTIKEL</b>	<b>HALAMAN</b>
Agus Purwanto	Sumur Potensial Dengan Satu Dimensi Ekstra	TEO01
Nurhadi, Agus Purwanto	Mekanika Kuantum Supersimetri dan Penerapannya bagi Sumur Potensial Tak Hingga Satu Dimensi	TEO02
Intan F Hizbullah, Agus Purwanto	Neutrino, Partikel Dirac Atau Majorana?	TEO03
Heru Sukamto, Agus Purwanto	Model Standar dengan Dimensi Ekstra versi Kaluza-Klein	TEO04
Latifah E, Purwanto A.	Gaya Casimir Pada Pelat Dielektrik Dengan Teori Lifshitz Temperatur Nol	TEO05
Bagus K. Lencana, Agus Purwanto	Aplikasi Program Matematica Untuk Model Kosmologi Standar	TEO06
Yohanes Dwi Saputra dan Agus Purwanto	Mesin Panas Kuantum Berbasis Sumur Potensial Satu Dimensi	TEO07
Elang Jaka Sobirin, Satwiko Sidopekso, Toto Winata	Pengaruh Daya RF Terhadap Sifat Listrik Lapisan Tipis A-Si:H Yang Ditumbuhkan Dengan Metode HWC-VHF-PECVD	MAT01
Diah Hari Kusumawati, Woro Setyarsih, dan Francisca Dunita, M. Zainul Asrori, Darminto	Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat Terhadap Konduktivitas Listrik Polianilin Hasil Elektropolimerisasi	MAT02
Frida U. Ermawati	Radical Formation In X-Irradiated Amino Acids And Its Relation To Their Crystal Structures	MAT03
Nur Fadhillah, Frida Ulfah Ermawati, Suminar Pratapa	Fitting Dan Refinement Puncak Difraksi Sinar-X Pada Bahan Paduan Aluminium Dan Magnesium Dengan Menggunakan Metode Rietveld Software Rietica	MAT04
Reny Triana Mayasari, Frida U. Ermawati, Suminar Pratapa	Pencocokan Tak Linier Pola Difraksi Sinar-X Pelet Aluminium Akibat Perlakuan Panas Dengan Metode Rietveld Menggunakan Software Rietica	MAT05
M. Zainul Asrori, I Gusti Bagus Astu Pradhana, Darminto	Fabrikasi Nanokomposit PANI/HCl/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> Sebagai Material Konduktif – Magnetik	MAT06
Suminar Pratapa, Lusi Susanti, Malik Anjelh Baqiya, Sri Yani Purwaningsih	Perbandingan Penghalusan Pola Difraksi Sinar-X Menggunakan Rietica Dan MAUD: Kasus Serbuk Ytria Nanokristal	MAT07
Ayi Bahtiar, Annisa Aprilia	Karakteristik Dioda Bulk-Heterojunction Polimer Poli(3-Heksiltiofen) : Metanofuleren (P3HT:PCBM)	MAT08
Malik A. Baqiya, Mashuri, Eddy Yahya, Triwikantoro, Darminto	Potensi Pasir Besi Alam Sebagai Bahan Dasar Sintesis Partikel Nano Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	MAT09
Triwikantoro, Rindang Fajarin	Pengaruh Elemen Pemasu pada Kestabilan Struktur Paduan Amorf Berbasis Zirkonium	MAT10
Sri Yani Purwaningsih, Ihsan, Triwikantoro	Deposisi Lapisan Tipis ZnO:Al Dengan DC-Sputtering Sebagai Bahan Sensor Gas CO	MAT11
Nisatun, Frida U. Ermawati, Suminar Pratapa	Fitting Dan Refinement Pola Difraksi Sinar-X Serbuk Magnesium (Mg) Akibat Perlakuan Panas Dengan Menggunakan Metode Rietveld	MAT12
S. Hidayat, Fitrilawati, A. Bahtiar, R.	Sintesis Dan Karakterisasi Polimer Hibrid Untuk Aplikasi	MAT13

E. Siregar, R. Hidayat	Laser	
D. R. Wenas, H. Taunamang, R.E. Siregar, Herman, M.O. Tjia	Agregasi Dan Orientasi Molekul Dari Film DR19 Yang Dibuat Dengan Metode E-PVD	MAT14
Eddy Yahya	Plasma Pada Pecvd Untuk Deposisi Silikon Amorf, a-Si:H	MAT15
Ngurah Ayu K Umiati, Agus Subagio, Iis Nurhasanah, M Cholid Djunaidi	Analisis Mikrostruktur Ammonium Hexafluoroindium-Gallate Sebagai Bahan Dasar Indium Galium Nitrida untuk Material Sel Surya	MAT16
Fitriawati, D.Purba, P.Pitriana, S. Hidayat, N. Syakir, R. Hidayat	Pembuatan Dan Karakterisasi Polimer Hibrid Yang Didoping Kromofor DCM	MAT17
Lusi Safriani, Sahrul Hidayat, Nita Amalia Solihah, Fatika Azzahra	Sifat Optik Material Kristal Fotonik Berbasis Bahan Koloid Partikel Silika Dan Partikel Polistiren	MAT18
Zaenal Arifin, Triwikantoro	Efisiensi Surfaktan Sodium Lauryl Sulfat Dalam Minyak Mentah Terhadap Perilaku Korosi Baja Karbon ST 37	MAT19
Nugrahani Primary Putri, Darminto	Sintesis Film Nanokomposit PANi/HCl/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	MAT20
Komang Gde Suastika, Khusnul Ain	Rancang Bangun Sistem Tomografi Transmisi-Emisi Sebagai Media Pembelajaran	INS01
Kusnahadi S, Marlan, Dessy N.	Integrasi Fuzzy Dengan Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Parameter Petrofisik Dari Data Well Log	INS02
Dessy Novita, Estiko Rijanto, Verydias Aditya, Estiko Rijanto	Identifikasi Parameter Model Dinamika Suhu Prototype Reaktor Kimia Menggunakan Hasil Pengukuran Mikrokontroler Atmega 8535	INS03
Husneni M, Suprijanto, Farida I.Muchtadi	Perencanaan Terapi Termal Untuk RF Ablasi Tumor Hati Berdasarkan Solusi Numerik Persamaan Kalor- Bio	INS04
Suyatno, Ahmad Hisam	Perancangan Dan Pembuatan Alat Pendeteksi Tingkat Kebisingan Bunyi Berbasis Mikrokontroler	INS05
Khusnul Ain dan Nuril Ukhrowiyah	Tomografi Komputer Translasi-Rotasi Dengan Sampling Data Heksagonal Dan Metode Rekonstruksinya Art	INS06
Lea Prasetio, Suyatno, Rista Dwi Permana Sari	Studi Tentang Pengaruh Prosentase Lubang Terhadap Daya Absorpsi Bunyi	INS07
Lea Prasetio, Suyatno, Rizki Armandia Mahardika	Studi Tentang Pengaruh Rongga Terhadap Daya Absorpsi Bunyi	INS08
Nasrudin, Melania Suweni Muntini	Rancang Bangun Sistem Instrumen Pengukur Gas Ammonia	INS09
Esmeralda C. Djamal	Analisis Waktu-Frekuensi Dari Sinyal EEG Terhadap Rangsangan Suara Menggunakan Spektral Wavelet	INS10
Okimustava, Raden Oktova	Penentuan Suhu Curie Besi Dengan Metode Kawat Berarus Listrik	PEN01
Boby Deen Marten, Suparwoto, Zahara Muslim	Penerapan Metode Tutor Sebaya Pada Pembelajaran Fisika Untuk Meningkatkan Kinerja Siswa Kelas X Smk Muhammadiyah 2 Playen, Kabupaten Gunungkidul, Yogyakarta, Pokok Bahasan Sifat Mekanik Bahan	PEN02
Madlazim, Bagus Jaya Santosa, Widya Utama	Parameter-Parameter Sumber Gempa Bumi Padang Dan Korelasinya Dengan Gempa Bumi-Gempa Bumi Berikutnya	GEO01
Ridhwan, Dwa Desa Warnana, Widya Utama	Penggunaan Metode Resistivitas 3-Dimensi: Untuk Mengetahui Bidang Longsor Pada Daerah Rawan Longsor Di Desa Kemuning Lor Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember Sebagai Bagian Dari Mitigasi Bencana Longsor	GEO02

# EFISIENSI SURFAKTAN SODIUM LAURYL SULFAT DALAM MINYAK MENTAH TERHADAP PERILAKU KOROSI BAJA KARBON ST 37

Zaenal Arifin

Jurusan Fisika FMIPA-ITS, email: [arifz@physics.its.ac.id](mailto:arifz@physics.its.ac.id)

Triwikantoro

Jurusan Fisika FMIPA-ITS, email: [triwi@physics.its.ac.id](mailto:triwi@physics.its.ac.id)

## ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian pengaruh konsentrasi surfaktan sodium lauryl sulfat dalam minyak mentah terhadap perilaku korosi baja karbon ST 37. Sampel baja direndam dalam medium korosi antara 5 sampai 40 hari dan waktu optimal korosi tercapai pada hari ke 10. Medium korosi yang kedua adalah campuran minyak mentah dan surfaktan sodium lauryl sulfat dengan konsentrasi antara 0,2 sampai 2% w/v. Sampel direndam pada medium selama 10 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa surfaktan Sodium Lauryl Sulfat (SLS) pada konsentrasi 0,8 — 1,1% w/v efektif menghambat laju korosi dengan efisiensi mencapai 94,07% dan laju korosi terendah 0,16 mpy. Karakterisasi dengan menggunakan SEM dan EDX menunjukkan bahwa pada konsentrasi 0,8% w/v dan 1,1% w/v pada permukaan baja terdeteksi adanya unsur Na 2,01% Wt dan 5,3% Wt. Hal ini menunjukkan bahwa surfaktan telah melapisi permukaan baja sebagai inhibitor korosi untuk menghambat serangan bakteri pereduksi sulfat (SRB) dari spesies *desulfovibrio desulfuricans*.

**KATA KUNCI:** baja karbon, minyak mentah, korosi, SLS, SRB

## 1. Pendahuluan

Kebutuhan akan minyak bumi sebagai sumber energi utama semakin meningkat. Namun sering mengalami kerugian, karena pipa-pipa penyalur minyak mudah terserang korosi oleh aktivitas bakteri anaerob yang hidup dan tinggal dalam lingkungan minyak.

Ada beberapa jenis mikroorganisme yang mempengaruhi biokorosi pada suatu material. Kadarwati dkk [1] melaporkan bahwa proses biokorosi dalam medium minyak mentah disebabkan oleh mikroorganisme *bakteri*, *fungi* dan *algae*. Dari ketiga mikroorganisme tersebut, bakteri merupakan penyebab korosi yang paling utama [2], dan lebih spesifik lagi korosi pada industri minyak secara umum disebabkan oleh senyawa belerang yang merupakan hasil metabolisme dari bakteri pereduksi sulfat [3].

Surfaktan sering digunakan untuk menurunkan tegangan permukaan minyak Michael L Free [4] melaporkan bahwa Pada titik CMC molekul-molekul surfaktan beragregasi membentuk misel, akibatnya molekul-molekul surfaktan bergerak lebih lambat dari keadaan semula. Kondisi ini dapat menurunkan tegangan permukaan minyak, sehingga serangan ion-ion agrasif menjadi berkurang karena dihambat oleh pembentukan misel pada permukaan logam. Menurut Ling-Guang Qiu [5], pada konsentrasi rendah type tradisional surfaktan rantai tunggal cenderung membentuk lapisan tunggal

(*monolayer*) pada permukaan logam dan selanjutnya dengan meningkatnya konsentrasi surfaktan dapat membentuk multilapisan (*multilayer*).

Al-Rawashdeh et.al [6] melaporkan bahwa surfaktan kationik sangat efektif digunakan sebagai inhibitor untuk aluminium murni dalam larutan asam dan basa. Sedangkan Atul Kumar [7], melaporkan bahwa surfaktan Sodium Lauryl Sulfat (SLS) sebagai surfaktan ionik dapat menghambat serangan korosi baja karbon rendah dalam lingkungan yang mengandung asam hidroklorida.

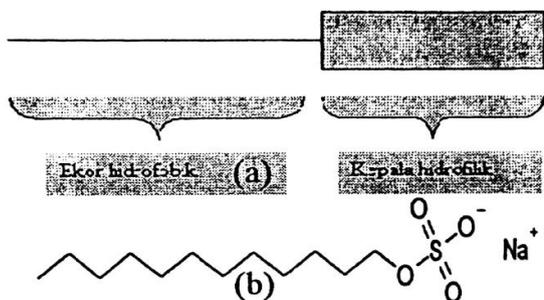
## Inhibitor Korosi

Inhibitor korosi adalah suatu zat kimia yang bila ditambahkan ke dalam suatu lingkungan, dapat menurunkan laju penyerangan korosi terhadap suatu logam. Pada penelitian ini digunakan inhibitor organik yaitu inhibitor yang diperoleh dari hewan atau tumbuhan yang mengandung unsur karbon dalam senyawanya. Secara umum dapat dikatakan bahwa zat ini mempengaruhi seluruh permukaan logam dalam menghambat serangan korosi apabila diberikan dalam konsentrasi yang sesuai.

Agen aktif permukaan yang dikenal sebagai surfaktan merupakan salah satu dari inhibitor korosi organik. Surfaktan merupakan senyawa organik yang dalam molekulnya memiliki sedikitnya satu gugus hidrofilik dan satu

gugus hidrofobik. Apabila ditambahkan ke suatu cairan pada konsentrasi rendah, dapat mengubah karakteristik tegangan permukaan [8].

Surfaktan menghambat korosi pada antar muka sehingga dapat mengubah sifat-sifat antar muka. Secara struktural, surfaktan terdiri atas rantai hidrokarbon yang tidak larut dalam air (hidrofobik, liofilik) dan grup kepala polar atau ionik yang larut dalam air (hidrofilik, liofobik).



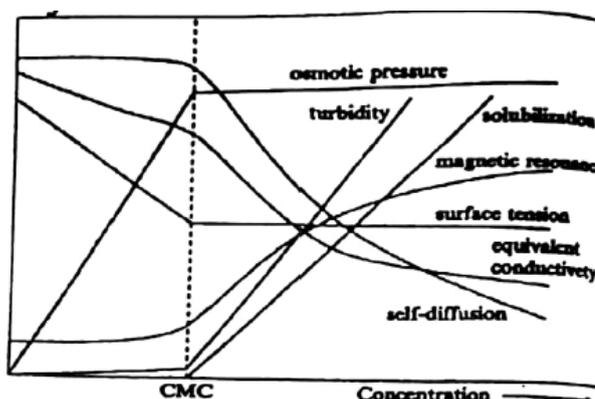
Gambar 1. (a) Struktur Umum Surfaktan (b) Sodium Lauryl Sulfat

### Critical Micelle Concentrasi (CMC)

Salah satu sifat surfaktan yang menonjol adalah kecenderungannya untuk eksis sebagai satuan-satuan bebas (monomer) hingga mencapai konsentrasi tertentu dalam larutan encer, yang disebut *Critical Micelle Concentrasi* (CMC). Dengan kata lain CMC adalah konsentrasi pada keadaan surfaktan mulai membentuk *micelle*. Di atas konsentrasi tersebut akan membentuk agregat-agregat, yang umumnya mempunyai bentuk bola (sferis).

Kemampuan menempelnya molekul surfaktan pada permukaan logam, berhubungan dengan kemampuannya membentuk agregat dalam bentuk *micelle*. Oleh karena itu, CMC merupakan kunci indikator dalam menentukan efektivitas surfaktan sebagai inhibitor korosi [9].

Berbagai sifat larutan menunjukkan satu titik potong pada konsentrasi ini. Gambar 2 menunjukkan bagaimana tegangan permukaan, kekeruhan, induktivitas, dll. terjadi di bawah dan di atas CMC.

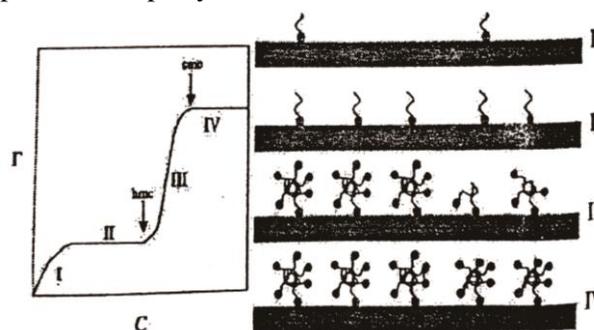


Gambar 2. Diagram Perubahan Sifat-sifat Larutan pada Titik CMC

Di bawah titik CMC, individu surfaktan berada dalam bentuk monomer-monomer yang penyerapannya cenderung mengarah ke permukaan, sehingga menurunkan tegangan permukaan yang akan berdampak terhadap pencegahan korosi. Di atas titik CMC, permukaan mencakup lebih dari satu titik lapisan, Jadi, penambahan surfaktan ke dalam larutan di atas titik CMC akan mendorong terbentuknya *micelle* atau lapisan ganda permukaan. Sehingga, di atas titik CMC tegangan permukaan dan arus korosi tidak berubah secara signifikan [9].

### Adsorpsi Surfaktan

Adsorpsi adalah terbentuknya sebuah lapisan gas, cairan atau padatan pada permukaan benda padat atau cair [10] Pada keadaan ini terjadi penempelan yang disebabkan oleh ikatan kimia, dimana pada adsorpsi ini terjadi gaya tarik menarik antara keduanya (seperti gaya van der Waals). Ada dua gaya yang berpengaruh pada proses adsorpsi, yaitu



Gambar 3. Grafik hubungan antara adsorpsi permukaan dengan konsentrasi surfaktan.

Adsorpsi surfaktan menunjukkan dua tingkatan. Tingkatan pertama berada pada konsentrasi jauh di bawah CMC, dan tingkatan yang kedua berada di sekitar CMC. Hal ini terjadi disebabkan karena lapisan pertama penyerapan

terjadi ketika konsentrasi surfaktan masih rendah, dan lapisan kedua terbentuk pada konsentrasi surfaktan yang lebih tinggi. Bentuk adsorpsi fisik yang terjadi di bawah dan di atas titik CMC.

## 2. Metodologi Eksperimen

### Preparasi kupon

Baja karbon ST.37 dipotong dengan ukuran 1,8 cm x 1,5 cm selanjutnya diampelas sampai permukaannya mengkilap seperti kaca.

### Pembuatan SLS: 0,2% w/v - 2% w/v

Padatan surfaktan Sodium Lauryl Sulfate ditimbang dengan interval 0,3 gram dari 0,2 sampai 2 gram, selanjutnya dimasukkan ke dalam Labu ukur 100 ml ditambahkan aquades diaduk hingga larut seluruhnya.

### Pembuatan Media Pengisolasi Bakteri SRB

Agar-agar sebanyak 15 gram, ekstrak yeast 0.30 gram  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  0.50 gram,  $KH_2PO_4$  0.50 gram,  $NH_4Cl$  0.25 gram,  $Na_2SO_4$  0.25 gram,  $CaCl_2$  0.05 gram, Sodium laktat 300 ml,  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  0.05 gram dan glukosa 2.5 gram dimasukkan dalam erlenmeyer kemudian dilarutkan dengan aquades hingga 1 liter. Setelah larut, media diatur pHnya sekitar 7.2 dengan penambahan NaOH 0.1 N, kemudian disterilkan dengan *autoclave* selama 15 menit pada suhu 121 °C dan tekanan 1,5 atm. Sodium askorbat sebanyak 0.05 gram ditambahkan setelah media disterilkan.

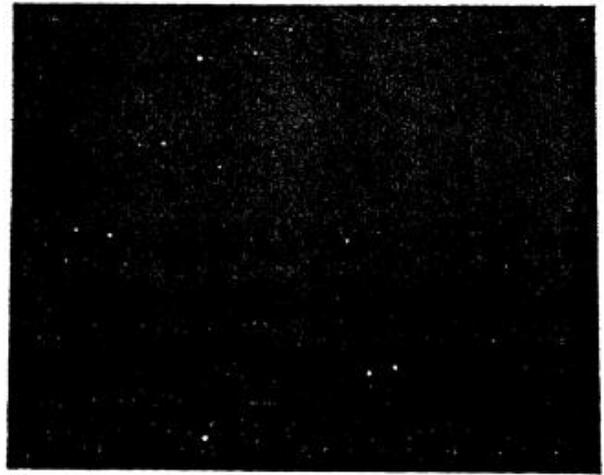
### Karakterisasi Korosi

Pengujian korosi dengan metode kehilangan massa dilakukan pada sampel baja ST.37 dalam medium kultur bakteri yang telah ditambahkan surfaktan dengan variabel 0,2% - 2 % (w/v) dengan waktu pengujian 10 hari. Sampel yang telah diuji korosi selanjutnya dikarakterisasi dengan SEM-EDX.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### Identifikasi Bakteri Pereduksi Sulfat dalam Minyak Mentah

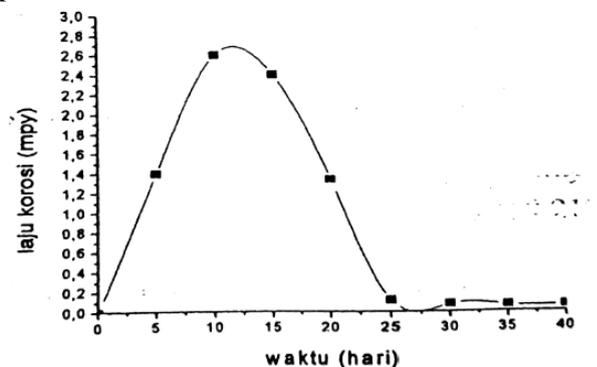
Identifikasi hasil isolasi bakteri pereduksi sulfat baik secara makro maupun mikro dari sampel minyak mentah (*crude oil*) teridentifikasi spesies *Desulfovibrio desulfuricans* termasuk Genus *Desulfovibrio*.



Gambar 4. Bakteri jenis *Desulfovibrio desulfuricans*

### Analisis Laju Korosi Untuk Waktu Optimum Proses Biokorosi

Penelitian ini bertujuan untuk melihat laju korosi optimum baja karbon ST. 37 yang direndam pada medium minyak mentah dengan perbandingan 60% Aquades dan 40% minyak. Untuk variasi waktu yang telah dilakukan diperoleh data kehilangan massa yang dapat dilihat pada kurva hubungan antara laju korosi baja karbon ST. 37 terhadap waktu proses korosi pada Gambar 4.



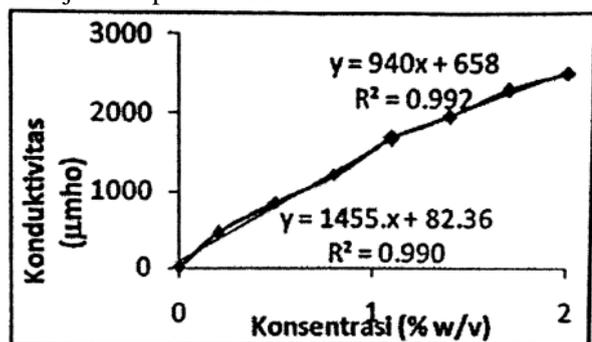
Gambar 5. Kurva laju korosi baja karbon ST. 37 terhadap waktu proses korosi.

Pada Gambar 5 terlihat bahwa pada hari ke 5 (lima) sampai hari ke 10 (sepuluh), laju korosi naik begitu cepat, hal ini menunjukkan adanya peningkatan aktivitas korosi biotik oleh bakteri pereduksi sulfat (SRB). Oleh karena itu, pada hari ke 10 ditetapkan sebagai waktu optimum serangan korosi.

### Analisis Konduktifitas Emulsi Larutan Surfaktan SLS

Pengukuran konduktivitas emulsi surfaktan pada variasi. konsentrasi larutan Surfaktan *Sodium Lauryl Sulfat* (SLS) dilakukan untuk menentukan

keadaan larutan tersebut apakah terletak di atas atau di bawah titik CMC. Hasil pengukuran ditunjukkan pada Gambar 6.



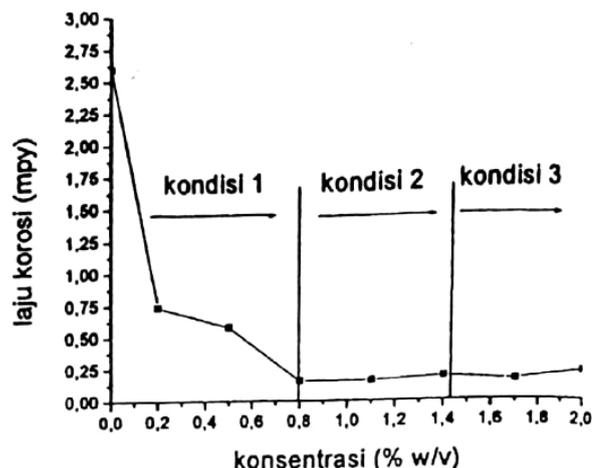
Gambar 6 Hubungan konduktivitas emulsi dengan surfaktan

Penentuan titik CMC dilakukan dengan melihat perubahan kemiringan garis. Pada Gambar 6 kemiringan garis yang pertama diperoleh persamaan  $y = 1455x + 82,36$  dan kemiringan garis kedua diperoleh persamaan  $y = 940x + 658$ . Berdasarkan kedua persamaan garis ini, diperoleh titik perpotongan garis yang merupakan titik atau nilai CMC pada konsentrasi surfaktan 1,1% w/v.

Di bawah titik CMC, molekul-molekul surfaktan bergerak lebih cepat atau lebih bebas karena belum berikatan membentuk misel. Semakin tinggi konsentrasi surfaktan jumlah molekul akan bertambah banyak. Pada titik CMC pembentukan misel mulai terjadi, sehingga mulai dari titik ini molekul-molekul surfaktan bergerak lebih lambat dari keadaan semula. Fakta ini ditunjukkan dengan semakin meratanya lapisan pelindung oleh surfaktan sodium lauryl sulfat sebagai inhibitor korosi pada permukaan baja.

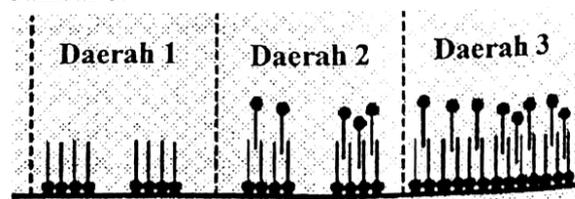
### Pengaruh Konsentrasi Surfaktan SLS terhadap Korosi Baja ST37

Penambahan konsentrasi larutan surfaktan SLS ke dalam minyak mentah menghasilkan perilaku korosi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Hubungan laju korosi dengan variasi konsentrasi surfaktan

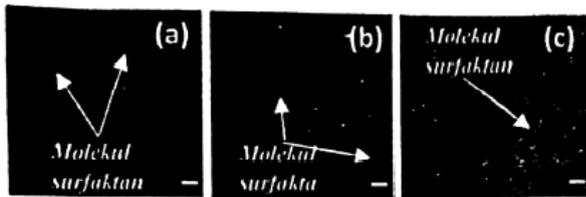
Berdasarkan Gambar 4.4 terlihat pada konsentrasi rendah di bawah titik CMC (1,1% w/v) laju korosi turun dengan tajam. Akan tetapi, di sekitar titik CMC, laju korosi tidak mengalami penurunan yang signifikan. Fenomena ini mengindikasikan bahwa dengan penambahan konsentrasi surfaktan maka adsorpsi fisik antara molekul larutan surfaktan lebih rapat dengan sel aktif permukaan baja. Bentuk adsorpsi fisik yang terjadi di bawah dan di atas titik CMC dapat diilustrasikan dengan membedakan menjadi 3 kondisi pemodelan penyerapan surfaktan pada permukaan baja, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Tiga daerah pemodelan adsorpsi fisik antara molekul larutan surfaktan SLS dengan permukaan baja

Pada daerah 1, Penyerapan surfaktan pada permukaan terjadi secara mendatar pada titik-titik dimana molekul surfaktan menempel pada permukaan baja dengan grup kepala (*hydrophilic*) menuju permukaan, sedangkan grup ekor (*hydrophobic*) masuk ke dalam larutan. Konsentrasi surfaktan yang terserap pada permukaan logam relatif sedikit dan penyerapannya dikendalikan gaya elektrostatis. Hal ini memungkinkan terbentuknya endapan karbon pada bagian permukaan baja yang tidak tertutup rapat sehingga korosi abiotik dan biotik terjadi pada bagian tersebut. Pengamatan secara

mikrografi dengan SEM ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Penyerapan surfaktan pada permukaan baja ST37 pada konsentrasi (a) 0,5% (w/v) (b) 0,8% (w/v) (c) 1,1% (w/v)

Pada daerah 2, penempelan molekul surfaktan pada permukaan baja berlanjut dengan grup hidrofilik ke dalam larutan dan bagian grup ekor bercampur dengan monomer yang menempel. Penempelan ini dipicu oleh gaya hidrofobik sampai permukaannya menjadi jenuh. Surfaktan akan membentuk agregat pada permukaan baja dimana sistem akan memperoleh energi dengan mereduksi daerah kontak antara rantai karbon dengan larutan di sekelilingnya, seperti yang ditunjukkan Gambar 9(b).

Analisis perbandingan Gambar 9(a) dan 9(b) menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi surfaktan SLS dari 0,2% (w/v) sampai 0,5% (w/v) akan meningkatkan proses biokorosi pada permukaan baja. Peningkatan tersebut dapat terjadi akibat aktivitas bakteri pereduksi sulfat yang dapat menembus masuk di bawah monolayer surfaktan dan endapan karbon yang terbentuk selama proses biokorosi.

### Analisis Mikro Korosi Baja ST 37

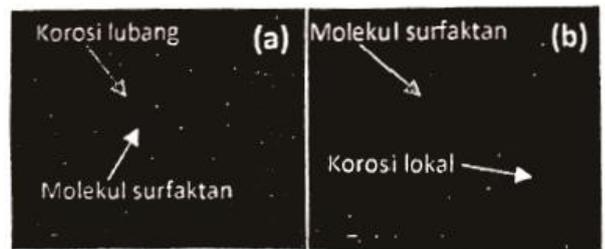
Korosi baja dalam lingkungan minyak mentah sangat dipengaruhi oleh zat-zat pengotor yang bersifat sangat korosif terhadap logam, diantaranya:  $S^-$ ,  $H_2S$ ,  $Cl^-$ ,  $CO_2$  dan Oksigen ( $O_2$ ) terlarut [11]. Hasil pengujian korosi pada baja dalam lingkungan minyak tanpa kehadiran surfaktan selama 10 hari, ditunjukkan pada Gambar 11.

Serangan korosi pada permukaan baja ST 37 cukup parah, baja mengalami serangan korosi sampai 2,60 mpy, Serangan korosi pada permukaan baja selain disebabkan oleh adanya ion-ion agresif seperti  $Cl^-$  juga disebabkan oleh adanya aktivitas bakteri pereduksi sulfat yang menghasilkan ion sulfidat  $S^{2-}$ . Hasil pengujian analisis unsur dengan EDX, diperkirakan dalam bentuk troilit ( $FeS$ ), pyrite dan macassite ( $FeS_2$ ). Selain itu produk korosi pada permukaan baja ST.37 dapat juga berbentuk magnetit ( $Fe_3O_4$ ).



Gambar 10 Foto mikro permukaan baja ST 37 dalam medium minyak mentah, tanpa surfaktan.

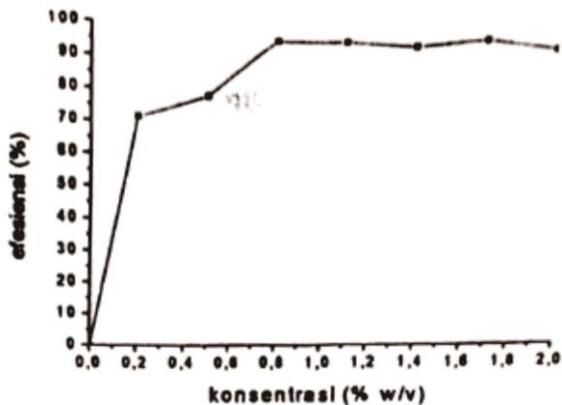
Penambahan surfaktan ke dalam medium minyak mentah dapat menurunkan tingkat serangan korosi. Penambahan surfaktan 0,5% w/v ke dalam medium minyak mentah dapat menurunkan laju korosi sampai 77,6%, dan penambahan surfaktan 0,80% w/v dapat menurunkan laju korosi sampai 94,0%. Kondisi permukaan baja akibat serangan korosi ion-ion agresif ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11 Serangan korosi pada permukaan baja dengan penambahan surfaktan (a) 0,5% w/v dan (b) 0,8% w/v.

Proses korosi dalam medium minyak mentah reaksi kimia didominasi oleh  $S^{2-}$ ,  $H_2S$ ,  $HS^-$  dan  $Cl^-$ . Inhibitor pada umumnya digunakan untuk memproteksi baja dari kerusakan karena serangan korosi.

Atul Kumar [7] melaporkan bahwa surfaktan sodium lauryl sulfate (SLS) dapat menghambat korosi dari baja karbon rendah (*mild steel*) dalam lingkungan yang mengandung asam hidroklorida. Hasil perhitungan efisiensi surfaktan SLS terhadap konsentrasi dalam medium minyak mentah ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Efisiensi surfaktan sebagai inhibitor korosi.

Berdasarkan Gambar 12 tampak bahwa efisiensi surfaktan SLS mengalami peningkatan sampai konsentrasi surfaktan 0,5% w/v dan mencapai harga optimum 94,03% pada konsentrasi 0,8% w/v. Peningkatan efisiensi inhibitor ini dapat dijelaskan sebagai berikut: Pada konsentrasi surfaktan 0,2% w/v masih berada dibawah titik CMC, lapisan film yang terbentuk masih belum merata dan sangat tipis. Seiring dengan naiknya konsentrasi surfaktan menjadi 0,5% w/v permukaan logam yang tertutupi oleh molekul-molekul surfaktan semakin banyak dan merata, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11. Efisiensi surfaktan meningkat menjadi 77,61%. Peningkatan konsentrasi surfaktan menjadi 0,8% w/v memberikan nilai efisiensi optimum 94,03%, keadaan ini dapat terjadi karena konsentrasi surfaktan 0,8% w/v berada di sekitar titik CMC. Pada kondisi ini molekul-molekul surfaktan telah membentuk ikatan dengan antar muka logam. Peningkatan konsentrasi menjadi 1,1% w/v tidak meningkatkan nilai efisiensi walaupun konsentrasi ditingkatkan sampai 1,7% w/v.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Waktu optimum/laju korosi tertinggi pada baja ST 37 pada medium minyak mentah pada anaerob tanpa surfaktan sodium lauryl sulfat adalah 10 hari.
- Konsentrasi 0,8- 1,1%w/v merupakan konsentrasi surfaktan paling efektif menghambat laju korosi baja ST 37.
- Konsentrasi surfaktan di sekitar titik cmc (0,8% w/v) dapat menurunkan laju korosi paling optimum dan efisiensinya mencapai 94,0%.

#### 5. Referensi

- [1] Kadarwati, S, Udhiharto, "Aktifitas Mikroba dalam Transformasi Substansi Lingkungan Situs Hidrokarbon, Lembaran Publikasi LEMIGAS No, 28 1994
- [2] Hadi, N. "Pengaruh Belerang terhadap Pelapis di Kilang Minyak", Lembaran Publikasi LEMIGAS No. 1, 1996
- [3] Husain dan Johannes L, "Korosi Bakteriologi Pada Tangki Bahan Bakar Minyak", *Prosiding Seminar Nasional (Aging of Industrial Equipment) Problem and Solutions*, Jakarta, 2003
- [4] Michael L Free, *Understanding the effect of surfactant aggregation on corrosion inhibition of mild steel in acidic medium*, *Corrosion Science* 44, 2002
- [5] Ling-Guang Qiu, *The Adsorption Corrosion Inhibition of Some Cationic Gemini Surfactant on Carbon Steel Surface in Hydrochloric Acid*, *Corrosion Science*, Vol.47, 2005
- [6] Al-Rawashdeh, Maayta, *Cationic Surfactant as Corrosion Inhibitor for Aluminium in Acidic and Basic Solutions*, *Anti - Corrosion Methods and Materials*; 2005; 52, 3; ProQuest Science Journals
- [7] Atul Kumar, *Corrosion Inhibition of Mild Steel in Hydrochloric Acid by Sodium Lauryl Sulfate (SLS)*, *E-Journal of Chemistry* Vol. 5, No.2, pp.275-280, April 2008
- [8] Uhlig, H.H and Revie R.W, *Corrosion and Corrosion Control*, 3rd Edition, John Willey and Sons, New York, 1988
- [9] Wang W.L *Prediction and Measurement of Corrosion Inhibition of Mild Steel Using Nonionic Surfactants in Chloride Media*, *Corrosion Science*, Vol 46, 2004
- [10] Zhao Mu, *The Adsorption and Corrosion Inhibition of Anion Surfactants on Aluminium Surface in Hydrochloric Acid*, *Corrosion Science*, Vol.41, 1999.
- [11] Laurier L. S, Elaine N. S and D. Gerrard M, *Surfactants and their application*, *Annu. Rep. Prog. Chem, Sect. C*, 2003, 99, 3-48