

SEMINAR NASIONAL  
TEKNOLOGI PROSES KIMIA III  
2001

PROSIDING



Operasi & Pengembangan  
Teknologi Proses Kimia

PUSAT STUDI JEPANG  
UNIVERSITAS INDONESIA  
DEPOK, 21 MARET 2001

# DAFTAR MAKALAH SNTPK III 2001

## A. OPERASI PROSES KIMIA

No.	Judul, Presenter, Institusi
A1.	Optimasi Kalibrasi Dan Analisa Distribusi Ukuran Partikel Quartz Dengan Photo-Sedimentometer. Benny Bintang, Sentra Teknologi Polimer, BPPT.
A2.	Studi Analisis Teknoekonomi Pengeringan Butiran dalam Unggun Diam dan Unggun Bergerak Dua Tahap. S. Sumardiono, S. Sasmojo, JP.Sitompul, Jurusan Teknik Kimia, Institut Teknologi Bandung.
A3.	Penghematan Biaya Operasi Dengan Melakukan Topping Katalis Pd/C Pada Reaktor Unggun Tetap (Fixed Bed) PTA. Ir Khairul Rahmat, Proses Enjiniring Pertamina UP III Plaju.
A4.	Peran Diagram Pourbaix Pada Teknik Pengendalian Korosi Elektrokimia Baja Karbon dan Baja Paduan. Ir. Harsisto M.Eng, Puslitbang Metalurgi LIPI.
A5.	Studi Pendahuluan NaNO3 sebagai Inhibitor Korosi Sumuran Pada Baja Tahan Karat AISI 904 L Di Lingkungan Klorida. Dra I Gusti Ayu Arwati, MT, Institut Teknologi Medan (ITM).
A6.	Pengalaman PT Pupuk Kujang Dalam Pengoperasian Dan Perbaikan Kegagalan Internal Ammonia Converter (Pengalaman Dalam Menghadapi Migrasi Katalis). Ir. Didiek Pudyabawaleksana, Ir. Dadang Heru Kodri, MM, Ir. Hardiono, PT Pupuk Kujang.
A7.	Utilisasi Bromine Untuk Mengendalikan Pertumbuhan Mikroorganisme Pada Sistem Air Pendingin PT. Pusri. Ir. Balia Akhmad, PT. PUSRI.
A8.	Studi Pengendalian Komposisi pada Kolom Separator Metanol - Air dengan Menggunakan Metode Umpan Maju. Rudy Agustriyanto, ST, Msc, Jurusan Teknik Kimia Universitas Surabaya.
A9.	Beberapa Permasalahan serta Perkembangan Proses Kimia Dalam Industri Gula di Indonesia. Ir. Istadi, Ssos, MBA, Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknologi Gula ITN Malang.
A10	Pengaruh Radiasi UV pada Proses Penyisihan Fenol dengan Ozon di Dalam Tangki Aerasi Berganda. Eva F. Karamah dan Setijo Bismo Jurusan Teknik Gas dan Petrokimia, Universitas Indonesia

## B. PENGEMBANGAN PROSES KIMIA

No.	Judul, Presenter, Institusi
B1.	Kajian Awal Penggunaan Pulp dari Pelepah Kelapa Sawit Sebagai Bahan Pengisi Polietilen. Setiaty Pandia, Program Studi Teknik Kimia USU.

B2.	Pengaruh Proses Karbonisasi Terhadap Kualitas Green Petroleum Coke. Nurlatifah, Pusdalmutu Pertamina
B3.	Pemanfaatan Batuan Tras untuk Pembuatan Semen Dinding Sebagai Pengganti Semen Portland. Abdullah Kuntaarsa, Teknik Kimia UPN "Veteran" Yogyakarta.
B4.	Teknologi Konversi Gas Ke BBM Menghadapi Peningkatan Energi Mendatang (GTL TECHNOLOGY).HIB Suhartoto, Direktorat Hilir Bidang Pengolahan PERTAMINA.
B5.	Pembangunan CPU Di PT. PIM Untuk Menanggulangi Kenaikkan Kandungan CO <sub>2</sub> Dalam Gas Alam. Sugiyanto dan D.Teguh Sutjahjo, PT. Pupuk Iskandar Muda.
B6.	Penentuan Desain Kolom Distilasi Dengan Metode Optimasi. C. B. Rasendra, Antonius Indarto, Sarana Komputasi Teknik Kimia Jurusan Teknik Kimia, Institut Teknologi Bandung.
B7.	Penentuan Jumlah Tray Pada Proses Distilasi Biner Dengan Metode. Antonius Indarto, CB Rasrendra, Sarana Komputasi Teknik Kimia Jurusan Teknik Kimia, Institut Teknologi Bandung
B8.	Pengaruh Hydrotreating Secara Integrated pada Proses Pencairan Batubara Banko Terhadap Performance Fraksi Gasoil. Ir Prima Widi Hatmi, Sukartini, Benny Bintang, Dit. Teknologi Material BPPT.
B9.	Proses pembuatan Kitosan pada Berbagai Suhu dan Aplikasinya. Dr Padmono Citoreksoko, Awan Purnawan, Syahroma, Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI.
B10.	Karakteristik Pengeringan Ikan Dengan Dehidrasi Osmotik. Balia Ahmad, Nida El Husna, Yunita Ria, Zahara Fona, Rini Deliana, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Darussalam, Banda Aceh.
B11.	Disain Dan Uji Kinerja Reaktor Fotokatalitik Untuk Reaksi Reduksi CO <sub>2</sub> Dengan Menggunakan Kaatalis TiO <sub>2</sub> . Dianursanti, Nelson Saksono, Husni Teja Sukmana dan Slamet, Jurusan Teknik Gas dan Petrokimia, Universitas Indonesia

### C. SISTEM REKAYASA DAN INTEGRASI PROSES KIMIA

No	Judul, Presenter, Institusi
C1.	Ekstraksi Pengetahuan Data Komposisi MCR-SHP Berbasis Kohonen Self Organizing Map. A. Noorsaman Sommeng, Aflus Akmal, Lab. Sistem Proses Kimia Teknik Gas dan Petrokimia FTUI.
C2.	Kemampuan Rekayasa Teknologi Industri Indonesia (Studi Kasus Industri Gula). Harfizal, Samuel Pati Senda, Dir. Teknologi Proses dan Rekayasa BPPT.
C3.	Eksergi, tinjauan Konsep dan Aplikasi. Arief Budiman, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, UGM.
C4.	Uji Model Keseimbangan Untuk Memperkirakan Fenom,ena Distribusi Asam Sitrat Dalam Sistem Asam Sitrat-Air-(TIOA+DIBK). Dewi T Budi ,Luki Mahanani, dan Wahyudi. Budi Setiawan* Jurusan Teknik Gas & Petrokimia Universitas Indonesia dan *Jurusan Teknik Kimia Universitas Gadjah Mada

#### D. PENCEGAHAN DAN PENANGGULANGAN PENCEMARAN

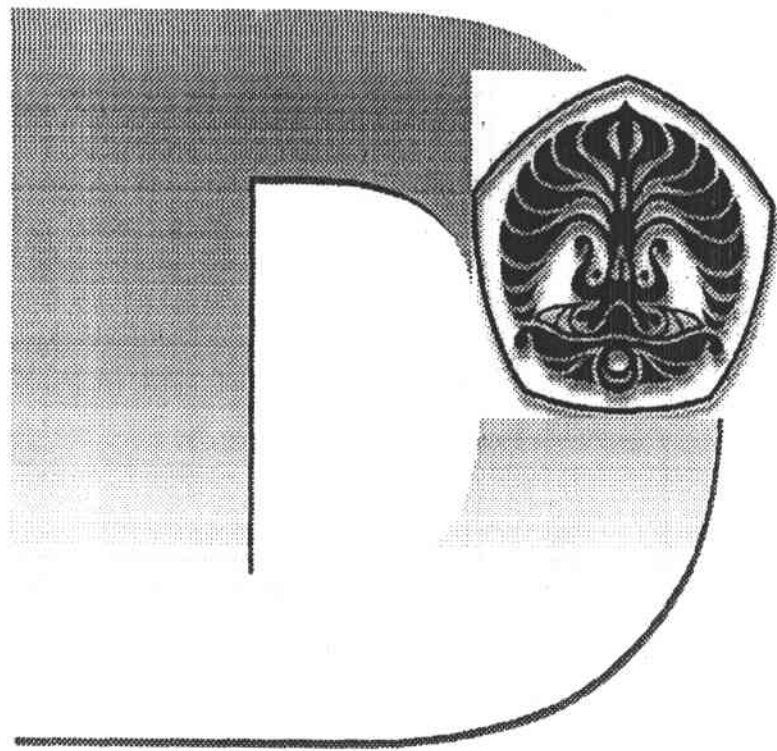
No	Judul, Presenter, Institusi
D1.	Penentuan Volume Starter Optimum Dalam Pengolahan Limbah Cair Pabrik Etanol Secara Anaerobik. Nonot Soewarno, Lukas Tanto, Setio Purwanto, Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS Surabaya.
D2.	Digesti Anaerobik Limbah Cair Industri Pulp Dan Kertas Menggunakan Reaktor UASB Pada Kondisi Mesofilik. Dr. Ir Said Nurdin, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.
D3.	Studi Pengaruh Penggunaan Alum dan <i>Poly Aluminium Chloride (PAC)</i> Pada Unjuk Kerja Clarifier dengan Umpan Limbah <i>Bleaching Earth</i> . Puguh Setyoprato, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Surabaya.
D4.	Simulasi Sebaran Polusi Udara dengan Metoda Sebaran Gauss. Ronny Purwadi, CB Rasrendra, Jurusan Teknik Kimia – FTI Institut Teknologi Bandung.
D5.	Pembuatan Asam Oksalat Dengan Memanfaatkan Bahan Buangan. Sri Hastutiningrum, Teknik Kimia FTI IST Akprind.
D6.	Pembuatan Magi Cair Dengan Hidrolisa Protein pada Limbah Padat Industri Tahu. Nur Rokhati, Moh. Jaeni, Hadiyanto, Teknik Kimia UNDIP.
D7.	Simulasi Pengaruh Buangan Limbah Organik Terhadap Konsentrasi Oksigen Terlarut Di Sepanjang Aliran Sungai. Ir Hadiatni Rita.P, Msc, Eva Cicilia, Edy Sujono, Jurusan Teknik Kimia Universitas Surabaya.
D8.	Model Kinetika Sistem Bioreaktor Berpenyekat Anaerob Untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Yang Mengandung Minyak Dan Lemak. Adrianto Ahmad, Tjandra Setiadi, Mindriany Syafila, Oei Ban Liang, Jurusan Teknik Kimia-Universitas Riau.
D9.	Penghilangan Kadar Timbal Dari "Air PAM Buatan" Dengan Sistem Kontinyu. Tilani Hamid S, Eva F. Karamah, Michael BMG Jurusan Teknik Gas dan Petrokimia, Universitas Indonesia

#### E. FUNDAMENTAL TEKNIK KIMIA

No.	Judul, Presenter, Institusi
E1.	Studi Reaksi Oksidasi Parsial Katalitik Methana menjadi Formaldehide dengan Katalis Berbasis Zeolite. Dr. Ir. Achmad Roesyadi, DEA, Ir Susilowati, Sulton, Laboratorium Teknik Reaksi Kimia Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
E2.	Efek Penambahan Lithium terhadap Kinerja Katalis Ni/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> pada Reaksi CO <sub>2</sub> CH <sub>4</sub> . Slamet, Heru S, Budi C, Jurusan Teknik Gas dan Petrokimia, Universitas Indonesia
E3.	Synthesis of high surface area molybdenum and tungsten carbides for methane oxyreforming catalysts. A. Hanif <sup>1</sup> , A.P.E. York <sup>2</sup> and M.L.H. Green <sup>3</sup> .
E4.	Studi Teoritik dan Eksperimental Miselisasi Asfalten Dalam Pelarut Organik Campuran. Ir Slamet Priyanto, MS, Jurusan Teknik Kimia FTI UNDIP.
E5.	Studi Efektifitas Antioksidant Fenolik Pada Permukaan Gesek Dengan Menggunakan Four-ball Tribometer. Ir. Sukirno M.Eng, Teknik Gas dan Petrokimia, Universitas Indonesia
E6.	Kandungan Pokyunsaturated Fatty Acids (PUFA) PADA Artemiasalina Leach Setelah Pengkayaan Nutrisi. Dr Padmono Citoreksoko, Awan

	Purnawan, Syahroma, Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI.
E7.	Preparasi dan Karakterisasi Katalis $\text{TiO}_2$ Serbuk Untuk Reaksi Reduksi $\text{CO}_2$ Secara Fotokatalitik. Nelson Saksono, Slamet. Jurusan Teknik Gas & Petrokimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia
E8.	Studi Aplikasi <i>Ballcay</i> Berlapisan $\text{Al}_2\text{O}_3$ Sebagai Penyangga Katalis Cu Untuk <i>Catalytic Converter</i> Kendaraan Bermotor M.Nasikin, A.L Sarkarina dan L.Yati Jurusan Teknik Gas dan Petrokimia, Fakultas Teknik-Universitas Indonesia
E9.	Mekanisme Pembentukan Komposit Keramik Zirkonia Mullite. R.Bondan Siswadi, Erfin Y Febrianto, Jurusan Teknik Kimia – Institute Teknologi Indonesia, Puslitbang Fisika Terapan – LIPI.
E10.	Catalytic Steam Reforming Sebagai Reaksi Pemecah Gas Alam. Budi Rahmanto, Process Engineering, PT. Pupuk Kaltim.
E11.	Kajian Kinerja Reaktor Tangki Kontinyu Untuk Pelangsungan Reaksi Fasa Cair Pada Keadaan Tak Tunak. Melia Laniwati, Agustinus D Wahyudi, Lab. Teknik Reaksi Kimia dan Katalisis – Jurusan Teknik Kimia – FTI – ITB.
E12.	Two-Dimensional Numerical Modeling in Combined Fluid Flow, Heat and Mass Transfer of Oxidation Methanol to Formaldehyde in Catalytic Packed Bed Reactor, L. Buchori, ST, MT, Y Bindar, MD Supardan, Dept. of Chemical Engineering, Diponegoro University.
E13.	Analisis Reaksi Asam Asetat Dengan Batu Kapur Dalam Reaktor Slurry Tangki Berpengaduk. Edy Saputra, Wahyudi Budi Setiawan, Arif Budiman, Jurusan Teknik Kimia, FT UNRI.
E14.	Pemodelan "Break Through Curve" Pada Aliran Fluida Melalui Media Berpori Berdasar Distribusi Ukuran Pori. Diana, Wahyudi Budi Sediawan, Jurusan Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
E15.	Pengujian Model Sederhana untuk Gerakan Partikel Batubara dalam Unggun Terfluidakan Pasir Dua Dimensi. Dr. Ir Dwiwahju Sasongko, Teknik Kimia, FTI ITB.
E16.	Three-Dimensional Numerical Method for Transient Heating and Cooling of Steel Slab. Istadi ST, MT, Y Bindar, L Buchori, ST, MT, Dept. of Chemical Engineering, Diponegoro University.
E17.	Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma Pada Katalis $\text{CuO}/\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ Untuk Reaksi Hidrogenasi $\text{CO}_2$ Setiadi, Praswasti PDK Wulan dan Hadi Suprayitno Jurusan Teknik Gas dan Petrokimia, Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Indonesia
E18.	Studi Pembuatan Sistem Tiga Komponen $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{ZrO}_2 - \text{SiO}_2$ Dari Bahan Baku Teknis Pasir Zirkon. Erfin Y Febrianto, Wahyudin, Puslitbang Fisika Terapan – LIPI Teknik Kimia - Institut Teknologi Indonesia.
E19.	Pengaruh Aditif $\text{ZrO}_2$ dan $\text{Cr}_2\text{O}_3$ Pada Katalis $\text{CuO}/\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ Untuk Reaksi Hidrogenasi $\text{CO}_2$ Menjadi Metanol M. Nasikin dan Gagah G. Bonggo Jurusan Teknik Gas dan Petrokimia, Universitas Indonesia
E20	Studi Degradasi Pelumas Oleh Energi Mekanik Pada Permukaan Gesek : Mekanisme Pembentukan Lapisan Karboksilat Permukaan oleh Pelumas Tanpa Aditif. Ir. Sukirno M.Eng, Teknik Gas dan Petrokimia Univ Indonesia
E21	The Development of Promoted $\text{Ni}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ Catalysts for Effective Production of Synthesis Gas by Direct Partial Oxidation of Methane. Widodo W. Purwanto and Yuswan Muharam, Chemical Engineering Study Program, Dept. of Gas and Petrochemical Engineering University of Indonesia





# **Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran**

SEMINAR NASIONAL  
TEKNOLOGI PROSES KIMIA III  
2001

## SIMULASI PENGARUH BUANGAN LIMBAH ORGANIK TERHADAP KONSENTRASI OKSIGEN TERLARUT DI SEPANJANG ALIRAN SUNGAI

Hadiatni Rita.P, Eva Cicilya, Edi Surjono  
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Surabaya  
Raya Kalirungkut, Surabaya  
e-mail : [us6104@dingo.ubaya.ac.id](mailto:us6104@dingo.ubaya.ac.id)

### Abstrak

Jika dalam suatu sungai terdapat kehidupan akuatik, maka baik hewan maupun tumbuhan yang hidup didalamnya membutuhkan kadar oksigen tertentu agar dapat hidup. Apabila sungai tersebut dibuang limbah dengan kondisi tertentu, maka sungai akan berusaha mengembalikan kondisinya seperti semula dimana proses ini membutuhkan oksigen. Akibat penggunaan oksigen ini menyebabkan kadar dissolved oxygen akan menurun didekat titik pembuangan limbah dan akan naik kembali setelah melewati titik kritisnya.

Oleh karena itu haruslah diketahui seberapa besar harga dissolved oxygen akan turun dengan kondisi limbah yang diketahui, agar pencemaran sungai dapat dihindari. Perhitungan harga dissolved oxygen untuk ini dapat dilakukan melalui persamaan Streeter-Phelps yang diturunkan dari neraca massa oksigen pada sungai. Namun untuk lebih detailnya, faktor seperti fotosintesa, respirasi, aerasi dan sediment oxygen demand yang kesemuanya tergantung pada kondisi masing-masing sungai juga diperhitungkan.

Untuk lebih jelasnya maka dilakukan simulasi dengan program komputer FORTRAN untuk mengetahui seberapa besar defisit harga dissolved oxygen pada suatu sungai jika dibuang limbah dengan kondisi tertentu, dan dibuat kurva jarak versus kadar dissolved oxygen (kurva oxygen sag) untuk masing-masing profil sungai, baik dengan satu titik pembuangan atau lebih.

### Abstract

When there is aquatic life in the river, then both animals and plants that live in that river will need certain amount of dissolved oxygen in order to stay alive. If some waste is disposed into the river with certain condition, then the river will try to retain its condition to its initial one by self-purification and this process need oxygen. Because of this oxygen demand, the concentration of dissolved oxygen in the river will decrease near disposal point and will increase back after passing through the critical point.

Therefore, the amount of dissolved oxygen depletion must be known with certain waste condition, so that the pollution in the river can be avoided. The Calculation of this amount of oxygen can be done by using Streeter Phelps equation derived from oxygen mass balance in the river. For more detail, we can not only consider Streeter Phelps equation but also other factors such as photosynthesis, respiration, aeration and sediment oxygen demand that all depend on the condition of each river.

The model can be simulated by FORTRAN computer program to figure out the amount of dissolved oxygen depletion in the river for certain condition of waste disposal. A curve of distance from disposal versus dissolved oxygen concentration (Oxygen sag curve) then can be made for each river profile, either with one or more point of disposal.

Keyword: Dissolved Oxygen, Steeter -Phelps, Oxygen sag

### Pendahuluan

Dengan semakin banyaknya industri dan bertambahnya jumlah penduduk, kualitas lingkungan hidup semakin menurun. Turunnya kualitas badan air ini menyebabkan masalah tidak hanya pada manusia tetapi juga pada kehidupan di dalam badan air itu sendiri. Di dalam badan air terdapat kehidupan yang keberadaannya sangat tergantung pada jumlah oksigen yang terdapat dalam badan air.

Berkurangnya konsentrasi oksigen (dissolved oxygen atau disingkat DO) pada badan air menyebabkan matinya organisme yang ada di badan air tersebut, atau akan terjadi perpindahan organisme yang ada di badan air ke tempat lain yang kondisinya lebih baik. Dimana penurunan konsentrasi oksigen sebanyak 60% konsentrasi jenuh akan menyebabkan hilangnya kehidupan air

(Thomann & Mueller, 1987). Sebagai akibat dari hal tersebut di atas tentunya akan terjadi perubahan dalam ekosistem akuatik.

Salah satu cara untuk menentukan variasi harga DO pada sepanjang aliran sungai dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan Streeter-Phelps. Dari persamaan Streeter-Phelps dapat dibuat suatu grafik yang dapat menunjukkan konsentrasi oksigen terlarut di sepanjang aliran sungai dan juga posisi terjadinya keadaan kritis yaitu keadaan dimana konsentrasi oksigen berada pada level terendah.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kurva konsentrasi oksigen sepanjang sungai dengan menggunakan persamaan Streeter-Phelps dan pengembangan persamaan Streeter-Phelps. Dimana dari kurva yang diperoleh dapat dipelajari pengaruh konsentrasi dan laju buangan limbah organik terhadap berkurangnya konsentrasi oksigen terlarut sepanjang sungai.

Dari kurva tersebut juga dapat ditentukan titik kritis yaitu titik pada sungai dimana konsentrasi oksigen berada pada level yang paling rendah, sehingga dapat ditentukan tingkat pencemaran yang telah terjadi. Apakah tingkat pencemaran tersebut menyebabkan terganggunya kehidupan akuatik ataukah tidak.

### Batasan Masalah

Penelitian ini difokuskan pada pembuangan limbah organik yang komponen utamanya berupa unsur karbon. Adapun batasan lain yang digunakan adalah sebagai berikut:

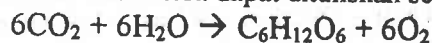
1. Kecepatan aliran sungai konstan.
2. Pembuangan dilakukan secara kontinyu.
3. Limbah dan air sungai bercampur sempurna.
4. Konsentrasi sungai pada arah lateral dan vertikal adalah seragam.
5. Tidak ada pencampuran air pada arah longitudinal.
6. Temperatur sungai dan limbah konstan
7. Kondisi fisik sungai dapat diasumsikan sebagai pipa lurus, tanpa detil-detil kedalaman dan lekuk-lekuk yang biasanya ada pada sungai. (Aliran diasumsikan sebagai "plug flow").
8. Tidak terdapat dispersi pada aliran sungai.

### Tinjauan Pustaka

1. **Dissolved Oxygen (DO)**  
Dissolved Oxygen atau juga dikenal dengan oksigen terlarut dapat didefinisikan sebagai jumlah oksigen yang terlarut dalam air pada suhu dan tekanan tertentu. Oksigen terlarut merupakan salah satu komponen penting dalam air. Hal ini disebabkan karena ikan dan makhluk hidup yang ada di dalam air memerlukan oksigen dan di dalam air harus terdapat sekurangnya 4mg/l oksigen terlarut agar ikan dan organisme air dapat hidup.
2. **Biochemical Oxygen Demand (BOD)**  
Biochemical oxygen demand dapat didefinisikan sebagai jumlah oksigen yang diperlukan oleh bakteri untuk mendegradasi komponen organik dalam keadaan aerob. Komponen organik yang dimaksudkan disini adalah komponen organik yang dapat digunakan oleh bakteri sebagai bahan makanan. Komponen organik tersebut dapat berupa karbohidrat, lemak, protein, alkohol, asam, aldehyd, dan ester. Komponen organik juga dapat berasal dari jasad tumbuhan dan hewan yang telah mati, limbah domestik dan limbah industri.  
BOD sering digunakan sebagai indikator untuk menentukan tingkat polusi dari limbah. Dimana BOD dapat diartikan sebagai jumlah oksigen yang diperlukan untuk mendegradasikan limbah bila limbah tersebut dibuang ke badan air. Hasil test ini dapat digunakan untuk menentukan kemampuan badan air untuk pulih ke keadaan semula seperti sebelum limbah ditambahkan ke dalam badan air.
3. **Fotosintesa dan Respirasi**  
Proses fotosintesa akan menghasilkan oksigen yang akan menambah jumlah oksigen terlarut dan respirasi akan mengurangi jumlah oksigen terlarut.



Fotosintesa adalah proses perubahan  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  dengan bantuan sinar matahari menjadi karbohidrat dan oksigen. Reaksi fotosintesa dapat dituliskan sebagai berikut:



Kebalikan dari proses di atas, alga memerlukan oksigen untuk respirasi pada malam hari ketika tidak ada sinar matahari. Respirasi dapat didefinisikan sebagai proses pengambilan oksigen yang dilakukan oleh makhluk hidup atau sel dari udara maupun dari air untuk selanjutnya didistribusikan dalam tubuh atau sel dan digunakan dalam proses oksidasi yang akan menghasilkan produk seperti karbon dioksida dll. Sehingga akan terjadi pengurangan kandungan oksigen pada badan air.

4. **Sediment Oxygen Demand (SOD)**

Pembuangan limbah selain menyebabkan bertambahnya kandungan bahan organik dalam badan air, kadang kala menyebabkan endapan pada dasar sungai. Sungai dengan kecepatan alir yang rendah cenderung memiliki endapan pada bagian dasarnya. Pada bagian dasar endapan ini terjadi proses degradasi secara anaerob yang akan menghasilkan gas  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ , dan  $\text{H}_2\text{S}$ .

Sedangkan bagian permukaan dari endapan ini, yang berkontak dengan air mengalami degradasi secara aerob, Oksigen berdifusi ke lapisan permukaan endapan dan melakukan oksidasi terhadap limbah. Oksigen yang digunakan untuk mendekomposisi limbah organik pada permukaan endapan tersebut dikenal dengan Sediment Oxygen Demand.

5. **Kurva Oxygen Sag**

Kurva Oxygen sag adalah kurva hasil penjumlahan dari proses aerasi dan deaerasi yang terjadi pada suatu badan air, yang menunjukkan konsentrasi oksigen sepanjang badan air setelah terjadi pembuangan limbah. Untuk membuat kurva Oxygen sag digunakan pendekatan menggunakan model matematik. Model matematik yang sederhana dan umum digunakan adalah persamaan yang diturunkan oleh Harold Streeter dan Earle Phelps yang lebih dikenal dengan persamaan Streeter-Phelps.

Dari kurva oxygen sag dapat diketahui beberapa informasi diantaranya adalah sebagai berikut:

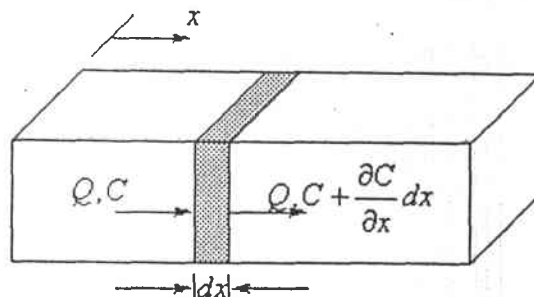
1. Penurunan konsentrasi oksigen pada tiap titik setelah terjadi pembuangan limbah
2. Nilai konsentrasi oksigen kritis akibat pembuangan limbah
3. Waktu terjadinya konsentrasi kritis setelah pembuangan limbah
4. Tempat / lokasi terjadinya konsentrasi kritis dari titik pembuangan

6. **Persamaan Streeter-Phelps**

Persamaan ini sering kali digunakan untuk menentukan konsentrasi oksigen terlarut sepanjang badan air khususnya sungai dan juga untuk membuat kurva Oxygen sag. Persamaan ini sering digunakan karena sederhana dan mudah untuk digunakan karena variabel yang diperlukan tidak terlalu banyak.

Persamaan ini ditentukan dengan menentukan persamaan neraca massa untuk dua proses yang saling kompetitif, yaitu pemakaian oksigen oleh mikroorganisme untuk proses degradasi senyawa organik dan penambahan oksigen dari atmosfer sebagai akibat dari proses reaerasi.

**Neraca Massa Oksigen pada aliran sungai**



Gambar 1. Skema Aliran Sungai Dengan Pendekatan Model Plug Flow

Akumulasi = Masuk - Keluar - Oksidasi + Aerasi + Fotosintesis - Respirasi - SOD

$$\frac{\partial c}{\partial t} dV = Q \cdot c - Q \left( c + \frac{\partial c}{\partial x} dx \right) - K_d \cdot L \cdot dV + K_a \cdot (c_s - c) \cdot dV + p_a \cdot dV - R \cdot dV - S_b' \cdot dV \quad (1)$$

Apabila pengaruh fotosintesis, respirasi dan SOD diabaikan maka:

$$\frac{\partial c}{\partial t} dV = Q \cdot c - Q \left( c + \frac{\partial c}{\partial x} dx \right) - K_d \cdot L \cdot dV + K_a \cdot (c_s - c) \cdot dV \quad (2)$$

Penyelesaian persamaan di atas dengan kondisi batas bahwa pada saat  $t = 0$  maka  $D = D_0$ , maka akan didapatkan:

$$D = \frac{K_d \cdot L_0}{K_a - K_r} (e^{-K_r \cdot t} - e^{-K_a \cdot t}) + D_0 \cdot e^{-K_a \cdot t} \quad (3)$$

Persamaan di atas dikenal dengan nama "Streeter-Phelps oxygen-sag equation".

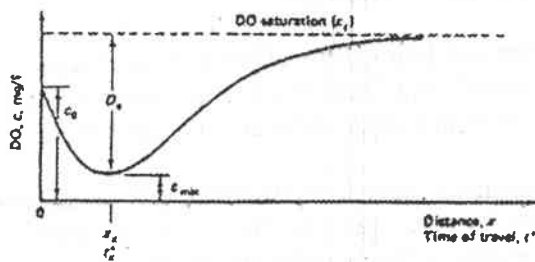
Apabila pengaruh fotosintesis, respirasi dan SOD tidak diabaikan maka dengan cara yang sama seperti di atas akan didapatkan persamaan seperti berikut:

$$D = \frac{K_d \cdot L_0}{K_a - K_r} (e^{-K_r \cdot t} - e^{-K_a \cdot t}) + D_0 \cdot e^{-K_a \cdot t} + \frac{S'_b + R - p_a}{K_a} (1 - e^{-K_a \cdot t}) \quad (4)$$

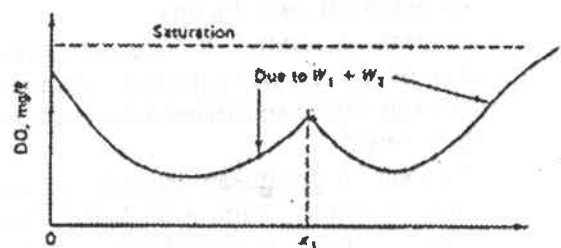
➤ Titik Pembuangan Lebih Dari 1

Untuk titik pembuangan lebih dari satu maka efeknya terhadap konsentrasi oksigen terlarut adalah akumulatif, dimana tiap buangan memberikan kontribusi terhadap turunnya konsentrasi oksigen terlarut. Karena persamaan dasar BOD dan DO adalah linier maka pengaruh buangan kedua dapat langsung ditambahkan.

Berdasarkan persamaan di atas dapat diperkirakan hasil yang didapatkan adalah kurva oxygen sag seperti pada gambar berikut:



Gambar 2. Kurva oxygen Sag Untuk Single Source



Gambar 3. Kurva oxygen sag Untuk Multiple Source

Kondisi sungai yang disimulasikan

Debit sungai	= 8.5 m <sup>3</sup> /s
Suhu sungai	= 15 °C
Kecepatan alir linier sungai	= 3.2 km/jam
DO sungai	= 9.2 mg/l
BOD sungai	= 1 mg/l
Kd	= 0.3
Koefisien suhu Kd	= 1.135
Ka	= 0.7
Koefisien suhu Ka	= 1.024
Laju SOD	= 2 mg/l.hari
Laju Respirasi	= 0.0585 mg/l.hari
Laju Fotosintesa	= 2.2 mg/l.hari

Satu Titik Pembuangan

Kondisi limbah yang dibuang

Debit limbah	= 1.33 m <sup>3</sup> /s
Suhu limbah	= 20 °C
DO limbah	= 0 mg/l
BOD limbah	= 200 mg/l

Dua Titik pembuangan

Kondisi Limbah Pada Titik 1

Debit limbah	= 1.5 m <sup>3</sup> /s
Suhu limbah	= 20 °C
DO limbah	= 0 mg/l
BOD limbah	= 100 mg/l
Jarak Titik 1 dan Titik 2	= 250 km

Kondisi Limbah Pada Titik 2

Debit limbah	= 1 m <sup>3</sup> /s
Suhu limbah	= 20 °C
DO limbah	= 0 mg/l
BOD limbah	= 50 mg/l

Menentukan Konsentrasi Limbah Maksimum

Dengan menggunakan kondisi sungai yang sama dilakukan simulasi untuk menentukan BOD maksimum yang boleh dibuang ke sungai tersebut. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Hasil Perhitungan Untuk Menentukan DO Kritis

BOD (mg/l)	Pers Streeter Phelps (mg/l)	Pers Streeter Phelps + SOD + Photosintesis & Respirasi (mg/l)
200	3.513	3.688
195	3.658	3.833
190	3.803	3.978
185	3.955	4.127
180	4.099	4.271

DO jenuh untuk sungai = 9.935 mg/l

0.4 x DO jenuh sungai = 3.974 mg/l

Pembahasan

1. Pada kurva dapat dilihat bahwa kadar dissolved oxygen paling rendah ditunjukkan oleh persamaan Streeter Phelps disertai dengan perhitungan Sediment Oxygen Demand (SOD), sedangkan kadar dissolved oxygen paling tinggi ditunjukkan oleh persamaan Streeter Phelps disertai dengan perhitungan fotosintesa dan respirasi.
2. Pada grafik 1 dan 2 dapat dilihat pada kurva hasil perhitungan persamaan Streeter Phelps yang disertai dengan perhitungan SOD terjadi penurunan konsentrasi oksigen yang cukup tajam, dari sini dapat dilihat bahwa penurunan konsentrasi oksigen karena adanya SOD tidak dapat diabaikan.
3. Dari point pembahasan diatas, jika kurva ini digunakan untuk mencari harga kadar dissolved oxygen terendah pada suatu sungai dengan kondisi tertentu yang dibuang limbah dengan kondisi tertentu pula, maka harga acuan yang seharusnya dipakai untuk menentukan harga kritis terendah haruslah melalui perhitungan persamaan Streeter Phelps disertai dengan perhitungan Sediment Oxygen Demand.
4. Pembuangan lebih dari satu titik hanya akan membuat sungai mempunyai harga dissolved oxygen lebih rendah daripada pembuangan satu titik karena pada prinsipnya dalam

- perhitungannya dilakukan asas superposisi saja, sehingga bila pembuangan lebih dari satu titik ini tidak dapat dihindari, maka harus dicari jarak antar titik pembuangan yang memungkinkan harga dissolved oxygen pada sungai tidak lebih rendah daripada nilai kritisnya.
5. Jika hanya dibutuhkan harga perkiraan dissolved oxygen pada suatu sungai yang dibuang limbah, maka perhitungan dengan menggunakan persamaan Streeter Phelps sudah cukup memadai.
  6. Semakin banyak tumbuhan yang terdapat pada sungai tersebut akan meningkatkan kadar dissolved oxygen pada sungai itu, sehingga jika sungai itu dibuang limbah maka kadar dissolved oxygennya masih lebih tinggi daripada sungai yang tidak mempunyai tumbuhan sama sekali, karena tumbuhan mengeluarkan oksigen lewat proses fotosintesa. Selain fotosintesa, aerasi pada sungai juga terbukti dapat meningkatkan kadar dissolved oxygen pada sungai.
  7. Pada tabel 1 dapat dilihat bahwa untuk sungai yang digunakan di sini konsentrasi BOD maksimal yang boleh dibuang agar konsentrasi oksigen tidak melewati titik kritis adalah 180 mg/l

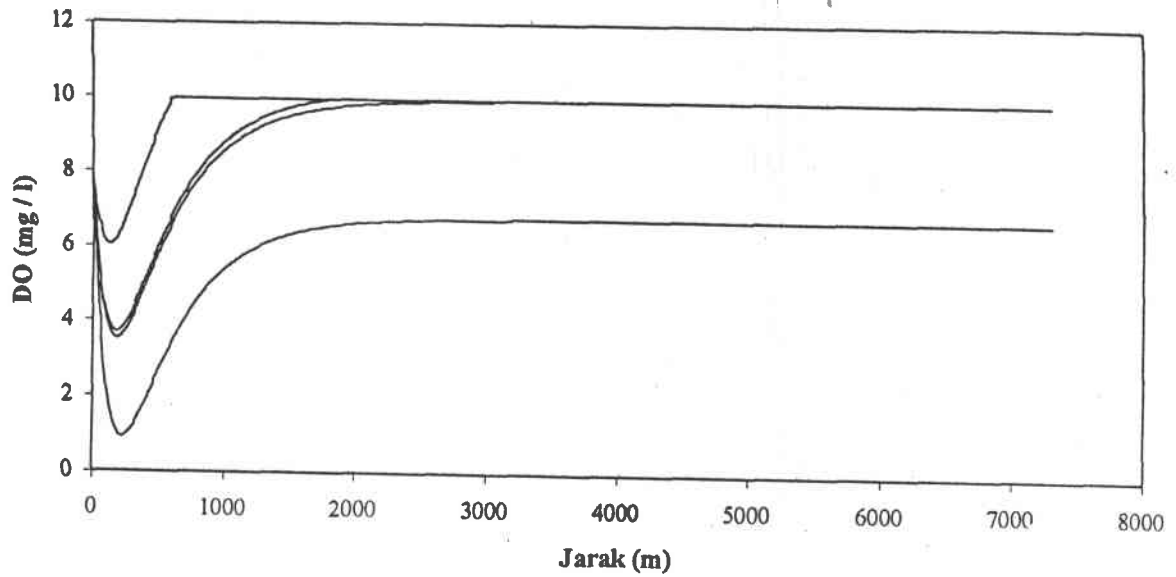
#### Kesimpulan

1. Adanya fotosintesis menyebabkan kandungan oksigen menjadi lewat jenuh
2. Perpindahan massa Oksigen sangat dipengaruhi oleh gradien konsentrasi
3. Adanya Fotosintesis, Respirasi, dan SOD tidak dapat diabaikan
4. Kondisi kritis untuk sungai yang digunakan sebagai model adalah 3.974
5. Untuk sungai yang digunakan sebagai model konsentrasi BOD maksimum yang boleh dibuang adalah 180 mg/l

#### Daftar Pustaka

1. Metcalf & Eddy, (1979), "*Wastewater Engineering Treatment Disposal and Reuse*", 2<sup>nd</sup> ed, McGraw Hill, Inc.
2. Thoman, Robert V. & Mueller, John A., (1987), "*Principles Of Surface Water Quality Modeling And Control*"; 1<sup>st</sup> ed, Harper & Row, Publishers, Inc.
3. Etter, D. M., (1992), "*Fortran 77 With Numerical Methods for Engineers and Scientist*", 1<sup>st</sup> ed, The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc.

Gambar 4. Kurva Oxygen Sag untuk Satu Titik Pembuangan



— Streeter Phelps  
— Streeter Phelps + SOD  
— Streeter Phelps + Fotosintesa + Respirasi  
— Streeter Phelps + Fotosintesa + Respirasi + SOD



Jurusan Teknik Gas & Petrokimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia  
bekerja sama dengan Ikatan Mahasiswa Teknik Gas & Petrokimia

# SERTIFIKAT

diberikan kepada

*Ir. Hadiatni Rita P, MSc*

sebagai

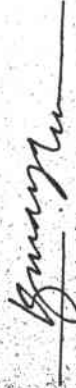
*Pemakalah*

Yang telah berpartisipasi dalam Seminar Nasional Teknologi Proses Kimia III 2001

*Dengan tema : Operasi dan Pengembangan Teknologi Proses Kimia*

Pusat Studi Jepang Universitas Indonesia, 21 Maret 2001

Jurusan TGP-FTUI  
Ketua,



Kamarza Mulia, Ph.D  
NIP. 131.612.297

Panitia Seminar Nasional  
Teknologi Proses Kimia III 2001  
Ketua Umum,



Ir. Nelson Saksono, MT  
NIP. 132.092.428