

TA/TL/2005/0026

PERPUSTAKAAN FTSP UIN	
HADIAN/BEJI 19C 32	
TGL. TERIMA :	14 September 2005
NO. JUDUL :	001714
NO. INV. :	920001714001
NO. INDUK :	19C 32

TUGAS AKHIR

EVALUASI KINERJA KOLAM FAKULTATIF 2B DALAM MENURUNKAN KADAR BOD & COD PADA INSTALASI PENGOLAHAN AIR KOTOR BOJONGSOANG BANDUNG

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi Persyaratan
Guna Memperoleh Derajat Sarjana Strata - 1 Teknik Lingkungan



Disusun Oleh :

Nama : Luwis Rianingrum Pribadi

NIM : 00513069

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2005

Rs.
628.4
Pr
e
1
xii, 798 '600' lamp 18
• pengolahan limbah
• Kadar BOD & COD

TUGAS AKHIR

EVALUASI KINERJA KOLAM FAKULTATIF 2B
DALAM MENURUNKAN KADAR BOD & COD PADA
INSTALASI PENGOLAHAN AIR KOTOR
BOJONGSOANG BANDUNG



Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. Kasam, MT
Dosen Pembimbing I

Betty Wediawati, Dra
Dosen Pembimbing II

Hudori, ST
Dosen Pembimbing III

Tanggal : 7-7-05

Tanggal : 7 Juli 2005

Tanggal : 7 Juli 2005

ABSTRAK

Masalah pencemaran lingkungan menunjukkan gejala yang sangat serius, khususnya masalah pencemaran air. Agar air limbah domestik yang dihasilkan oleh kegiatan rumah tangga dalam kehidupan sehari-hari tidak mencemari lingkungan, maka limbah domestik dialirkan pada Instalasi Pengolahan Air Kotor Bojongsoang. Penelitian dilakukan di Instalasi Pengolahan Air Kotor Bojongsoang Bandung Jawa Barat. Instalasi Pengolahan Air Kotor Bojongsoang didesain dengan kapasitas 80.835 m³/hari, efisiensi penyisihan BOD diharapkan sebesar 60-65 %. Sejak awal operasi, debit influen IPAL berkisar 14.000 – 20.000 m³/hari atau 17-25 % dari debit desain. Kecilnya debit meningkatkan waktu detensi air buangan pada kolam pengolahan dan secara teoritis meningkatkan efisiensi penyisihan beban organik hingga mencapai 90%. Parameter indikator pencemar di dalam air yang disebabkan oleh limbah organik adalah BOD dan COD.

Penelitian ini menggunakan metode pengambilan sampel dengan melakukan sampling pada beberapa titik pada kolam, dengan jarak masing-masing 250 m dan titik inlet-outlet. Pengambilan sampel pada inlet-outlet dilakukan untuk mengetahui efisiensi dari penurunan kadar BOD dan COD kolam fakultatif. Pengambilan sampel pada keempat titik dilakukan pada permukaan, tengah dan dasar kolam untuk mengetahui kadar DO. Pengambilan sampel dilakukan dengan perulangan 3 kali, dilakukan selama 3 minggu.

Dari hasil penelitian, didapat kadar BOD rata-rata pada Inlet adalah 73,27 mg/L dan BOD rata-rata pada Outlet adalah 33,63 mg/L. Dalam hal ini efisiensi penurunan BOD sebesar 54 % atau mendekati kriteria desain awal kolam fakultatif 2B (60-65 %). Kadar COD pada Inlet adalah 134,07 mg/L dan pada Outlet sebesar 64,30 mg/L, dalam hal ini kadar penurunan kadar COD adalah sebesar 54% masuk dalam kriteria desain awal (50%). kadar rata-rata DO pada Inlet 8,34 mg/L dan pada Outlet sebesar 7,00 mg/L. Adanya penurunan kadar DO di Outlet diakibatkan berkurangnya aktivitas *algae* dalam memproduksi oksigen pada daerah Outlet. Kadar DO pada zone aerob yaitu 7,84 mg/L lebih besar dari kadar DO pada zone anaerob yaitu 1,83 mg/L, hal ini disebabkan sinar matahari yang jatuh pada zone aerob (atas) lebih besar daripada zone anaerob (bawah).

Kata Kunci: IPAL Bojongsoang, Kolam Fakultatif, Penurunan BOD dan COD, Zone Aerob, Zone Fakultatif, Zone Anaerob.

ABSTRACT

Environmental contamination problem show the very serious indication, especially water contamination. Domestic Wastewater Treatment Plant has been treating domestic wastewater to prevent environmental pollution. Research has done at Domestic Wastewater Treatment Plant of Bojongsoang. It has been designed with the capacities 80.835 m³ / day, efficiency of BOD removal equal to 60-65 %. Since early operation, the influent charge of IPAL is between 14.000 - 20.000 m³ / day or 17-25 % from debit design. As the discharge is minimum, the detention time will be increase and theoretically the organic removal efficiency will too until 90%. The parameter of this research are BOD and COD.

The method of this research is a taking some sampling point at facultative pond with the distance each 250 m and at inlet – outlet, that knowing removal efficiency of BOD and COD. Taking a sample point on surface, middle and the bottom of the pool to know DO rate. It has done with restating 3 times during 3 weeks.

The result of this research are that BOD average at Inlet is 73,27 mg/l and BOD average at Outlet is 33,63 mg/l. Efficiency of BOD removal equal to 54 % or approximately design criteria of early optional pool 2B (60-65 %). COD average at Inlet is 134,07 mg/l and at Outlet equal to 64,30 mg /l, Efficiency of COD removal equal to 54% approximately design criteria of early (50%). DO average at Inlet 8.34 mg/l and at Outlet equal to 7.00 mg /l. The DO concentration at outlet is decrease because of algae produce a minimum oxygent. The concentration of DO at aerob zone is 7,84 mg/l, that is higher than the concentration of DO in Anaerob zone (91,83 mg/l).It caused sunshine at aerob zone is higher than at the anaerob zone.

Keyword: IPAL Bojongsoang, Facultative Pond, BOD removal and COD removal, Aerob Zone, Facultative Zone, Anaerob Zone.

KATA PENGANTAR

Kepada Allah Yang Maha Pengasih dan Penyayang peneliti bersujud syukur atas segala rahmat dan nikmat yang telah diberikan-Nya, sehingga penelitian dan penulisan skripsi dengan judul ***"EVALUASI KINERJA KOLAM FAKULTATIF 2B DALAM MENURUNKAN KADAR BOD DAN COD PADA INSTALASI PENGOLAHAN AIR KOTOR BOJONGSOANG BANDUNG"*** ini dapat terselesaikan.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi tugas akhir sebagai salah satu syarat guna meraih gelar Sarjana Teknik Lingkungan pada Universitas Islam Indonesia (UII) Yogyakarta, sebagai tempat menuntut ilmu saat ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dari pada kesempurnaan dalam penyusunan skripsi ini, namun dengan segala kemampuan yang ada penulis mencoba dan berusaha menyusun skripsi ini sebaik mungkin dengan penuh harapan skripsi ini dapat berguna bagi siapapun yang memerlukan.

Melalui kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak H. Kasam, MT selaku dosen pembimbing I, Ibu Dra. Betty Wediawati selaku pembimbing II dan pembimbing penelitian di lapangan, Bapak Hudori, ST selaku dosen pembimbing III, yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan serta petunjuk yang sangat berguna dalam penyelesaian penyusunan skripsi ini. Rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya pula penulis sampaikan kepada:

1. Bpk Prof. Ir. Widodo , MSCE, Ph.D, Selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan izin kepada penulis untuk menyusun Tugas Akhir ini.
2. Bapak H. Kasam, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
3. Bapak Luqman Hakim, ST., M.Si selaku Dosen Wali, terima kasih atas bimbingannya.
4. Seluruh Staf Pengajar dan Civitas Akademika Universitas Islam Indonesia Yogyakarta dan Bapak Agus, selaku sekretaris Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia, terima kasih atas bantuannya selama ini.
5. Ibu Dra. Betty Wediawati, selaku Kepala Bagian Pengolahan Air Kotor PDAM Daerah Tingkat II Bandung yang telah banyak membantu dalam arahan penelitian maupun penulisan.
6. Bapak Nunung yang telah membantu untuk dapat melakukan penelitian; Seluruh pimpinan, staf dan karyawan/karyawati PDAM Bandung dan Instalasi Pengolahan Air Kotor Bojongsoang yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian Tugas Akhir ini.
7. Mamah dan Papah tersayang, yang selalu memberikan semangat, saran serta do'anya untuk keberhasilanku.
8. Romi, terima kasih atas semua waktu dan kasih sayangnya.
9. Adik-adikku Bella dan Wulan, terima kasih atas dukungan serta do'anya selama ini.

10. Jumi ama agusnya makasih buat semuanya, Titin, Sari, Tifa, Laely, Aini, Rina, Santi, Agustria dan semua anak-anak TL'00 terima kasih buat dukungannya selama ini.

11. Vita ma aconk makasih ya, Linda, Lia, Diah, Kiki, Uma makasih juga buat semuanya.

Atas bantuan baik berupa moril maupun materil yang telah penulis terima baik yang telah disebutkan di atas maupun yang tidak sempat disebutkan satu per satu, semoga segala bantuan dan budi baik dari semua pihak akan mendapatkan ganjaran yang setimpal dari Allah SWT, Amin.

Bandung, Juni 2005

(Penulis)

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Gambaran Umum IPAL Bojongsoang	6
2.1.1 Topografi Bojongsoang	6
2.1.2 Dasar Pemilihan Lokasi	6
2.1.3 Daerah Pelayanan	7
2.1.4 Proses Pengolahan Air Limbah	7
2.2 Karakteristik Air Limbah	9
2.3 Parameter Utama Air Limbah	12
2.4 Kolam Stabilisasi	12
2.4.1 Kolam Anaerob	15
2.4.2 Kolam Fakultatif	17
2.4.3 Kolam Maturasi	18

2.5	Proses Fakultatif	20
2.5.1	Oksidasi Materi Organik Oleh Bakteri Aerob	22
2.5.2	Reduksi Zat Organik Oleh Bakteri Anaerob	23
2.6	Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Proses Fakultatif	25
2.7	Desain Perancangan	30
2.7.1	Hal-Hal Yang Perlu Diperhatikan Dalam Desain	30
2.7.2	Beberapa Pendekatan Desain	32
2.8	Laju Pertumbuhan Mikroorganisme	35
2.9	<i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD)	36
2.10	<i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	36
2.11	<i>Dissolved Oxygen</i> (DO)	37
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Lokasi Penelitian	39
3.2	Bahan Penelitian	39
3.3	Waktu Penelitian	39
3.4	Parameter Penelitian	40
3.5	Pelaksanaan Penelitian	42
3.5.1	Persiapan Penelitian	42
3.5.2	Metode Sampling	42
3.5.3	Pengumpulan Data Sekunder Studi Pustaka	43
3.5.4	Pengumpulan Data Primer di Lapangan	44
3.6	Analisis Efisiensi penurunan Kadar BOD dan COD Fakultatif 2B dan Evaluasi Desain	45
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		
4.1	Analisis Kualitas Limbah Domestik IPAL Bojongsoang	47
4.1.1	Penurunan Konsentrasi BOD ₅	47
4.1.2	Penurunan Konsentrasi COD	50

4.2 Deskripsi Hasil Analisis Beberapa parameter Penunjang	54
4.2.1 Suhu	54
4.2.2 pH	56
4.2.3 DO	58
4.2.4 Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD)	63
4.2.5 Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)	66
4.3 Evaluasi Desain Kolam Fakultatif 2B	69
4.3.1 Tinjauan Efisiensi Penyisihan Kadar BOD dan COD Berdasar Dimensi dan Debit Desain	69
4.3.2 Tinjauan Efisiensi Penyisihan Kadar BOD dan COD Berdasar Desain Aktual Kolam Fakultatif 2B	71
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	76
DAFTAR PUSTAKA	78

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Tabel Efisiensi Penyisihan BOD Pada Beberapa Jenis Sistem Pengolahan	15
Tabel 2.2 Kriteria Desain Untuk Kolam Fakultatif	34
Tabel 2.3 Hubungan Suhu dan DO Menurut Middlebrooks	38
Tabel 3.1 Metode Pemeriksaan Sampel	40
Tabel 3.2 Metode Pengawetan sampel	45
Tabel 4.1 Efisiensi Penurunan Kadar BOD5 Kolam Fakultatif 2B... ..	47
Tabel 4.2 Efisiensi Penurunan Kadar COD Kolam Fakultatif 2B	51
Tabel 4.3 Rata-Rata Suhu Kolam Fakultatif 2B pengamatan I-III	55
Tabel 4.4 Rata-Rata pH Kolam Fakultatif 2B Pengamatan I-III	57
Tabel 4.5 Rata-Rata Konsentrasi DO Kolam Fakultatif 2B	59
Tabel 4.6 Data Evaluasi Pada Kolam Fakultatif 2B	73
Tabel 4.7 Evaluasi BOD dan COD Berdasar Kep Men LH No.112/03	75

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1	Diagram Susunan Air Buangan Kolam Stabilisasi	8
Gambar 2.2	Komposisi Air Buangan Domestik	11
Gambar 2.3	Mekanisme Pengolahan Air Limbah Secara Anaerobik	16
Gambar 2.4	Reaksi Yang Terjadi Pada Kolam Fakultatif	20
Gambar 2.5	Simbiosis <i>Algae</i> dan Bakteri Dalam Kolam Fakultatif	22
Gambar 2.6	Jalur Penghilangan BOD Pada Kolam Fakultatif	29
Gambar 2.7	Grafik Efek Pembatasan Nutrien Pada Pertumbuhan Mikroorganisme	35
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	41
Gambar 4.1	Grafik Rata-Rata Kadar BOD ₅ Inlet-Outlet Pengamatan I-III	48
Gambar 4.2	Grafik Efisiensi Penurunan Kadar BOD ₅ Kolam Fakultatif 2B	48
Gambar 4.3	Grafik Rata-Rata Kadar COD Inlet-Outlet Pengamatan I-III.....	51
Gambar 4.4	Grafik Efisiensi Penurunan Kadar COD Kolam Fakultatif 2B	51
Gambar 4.5	Grafik Perbandingan Rata-Rata Kadar BOD Dengan COD	53
Gambar 4.6	Grafik Rata-Rata Suhu Kolam Fakultatif 2B Pengamatan I-III	55
Gambar 4.7	Grafik Rata-Rata pH Kolam Fakultatif 2B Pengamatan I-III	57
Gambar 4.8	Grafik Rata-Rata Konsentrasi DO Kolam Fakultatif 2B	59
Gambar 4.9	Stratifikasi DO Titik 1 Kolam Fakultatif 2B	60
Gambar 4.10	Stratifikasi DO Titik 2 Kolam Fakultatif 2B	60
Gambar 4.11	Stratifikasi DO Titik 3 Kolam Fakultatif 2B	61
Gambar 4.12	Stratifikasi DO Titik 4 Kolam Fakultatif 2B	61
Gambar 4.13	Grafik Konsentrasi BOD ₅ Kolam Fakultatif 2B Pengamatan I	63
Gambar 4.14	Grafik Konsentrasi BOD ₅ Kolam Fakultatif 2B Pengamatan II	64
Gambar 4.15	Grafik Konsentrasi BOD ₅ Kolam Fakultatif 2B Pengamatan III ...	65
Gambar 4.16	Grafik Konsentrasi COD Kolam Fakultatif 2B Pengamatan I	67
Gambar 4.17	Grafik Konsentrasi COD Kolam Fakultatif 2B Pengamatan I I.....	68
Gambar 4.18	Grafik Konsentrasi COD Kolam Fakultatif 2B Pengamatan III ..	69

DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
Lampiran I	Analisa Laboratorium	I-1
Lampiran II	Parameter Desain Instalasi Pengolahan Air Kotor Bojongsoang Bandung	II-1
Lampiran III	Analisa Parameter Penunjang Lapangan Kolam Fakultatif 2B Instalasi Bojongsoang Pengamatan I – III	III-1
Lampiran IV	Analisa Parameter BOD dan COD Kolam Fakultatif 2B Instalasi Bojongsoang Pengamatan I – III	IV-1
Lampiran V	Hasil Pengamatan Rata-Rata Parameter Penunjang	V-1
Lampiran VI	Hasil Pengamatan Rata-Rata Parameter BOD dan COD	VI-1
Lampiran VII	Grafik BOD, COD dan Parameter Penunjang Beberapa - Pengamatan	VII-1
Lampiran VIII	Data Kualitas STP Bojongsoang Set 2B Tahun 2004	VIII-1
Lampiran IX	Foto – Foto Kolam Stabilisasi	IX-1

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah pencemaran lingkungan menunjukkan gejala yang sangat serius, khususnya masalah pencemaran air. Penyebab dari pencemaran air tidak hanya berasal dari buangan industri yang membuang begitu saja air limbahnya tanpa pengolahan terlebih dahulu ke sungai, tetapi juga yang tidak kalah penting yakni buangan rumah tangga dapat menimbulkan masalah pencemaran air.

Dengan kepadatan dan laju pertumbuhan penduduk yang cukup tinggi, maka masalah-masalah sanitasi lingkungan merupakan masalah yang cukup penting untuk diperhatikan, satu diantaranya adalah masalah pembuangan air kotor hasil buangan rumah tangga (domestik). Air buangan yang termasuk dalam kategori limbah domestik adalah air bekas mandi, bekas cuci pakaian ataupun perabot rumah tangga. Air limbah ini banyak mengandung sabun/detergent dan mikroorganisme. Selain itu air limbah juga mengandung "excreta" yang mengandung kuman penyebar penyakit (patogen), dan air merupakan cara penyebaran (transpor) utama dalam penularan penyakit.

Air yang berasal dari sisa pemakaian mencapai 80 % dari total air minum yang dikonsumsi suatu komunitas (Metcalf & Eddy, 1991) yang akhirnya dibuang, sebagian besar akan kembali mencapai sungai (badan air penerima lainnya).

Sistem pembuangan yang digunakan pada umumnya adalah *septic tank* cubluk atau saluran terbuka disamping sistem perpipaan lama, hanya saja kedua sistem tersebut memiliki kekurangan seperti jarak antara sumber air sumur dengan tempat pembuangan air kotor atau saluran air kotor sangat dekat, sehingga kemungkinan terjadinya pencemaran pada sumber air sangat mudah. Untuk mengatasi hal tersebut perlu disediakan sarana pembuangan air kotor secara perpipaan yang berakhir pada instalasi pengolahan air kotor dan sekaligus mengurangi beban pencemar pada badan air penerima.

Agar air limbah domestik yang dihasilkan oleh kegiatan rumah tangga dalam kehidupan sehari-hari tidak mencemari lingkungan, maka Pemerintah Daerah Kota Bandung mendirikan Divisi Air Kotor yang termasuk bagian dalam struktur Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) yang bertujuan untuk meningkatkan sanitasi lingkungan dan mencegah terjadinya pencemaran pada sumber-sumber air yang digunakan sebagai sumber air bersih maupun badan-badan air yang digunakan sebagai air baku bagi Perusahaan Air Minum serta mencegah terjadinya wabah penyakit. Instalasi Pengolahan Air Kotor Bojongsoang merupakan instalasi pengolahan air limbah yang berasal dari saluran perpipaan yang berasal dari Bandung Timur dan Bandung Tengah-Selatan. Semua limbah domestik yang ada di kota Bandung sebagian besar di olah di Instalasi Pengolahan Air Kotor Bojongsoang. Sistem saluran air buangan di kota Bandung merupakan sistem "*Combined*" dimana saluran air buangan juga menerima curahan air hujan (*storm water*) dan limpasan air permukaan (*surface run off*), sehingga terjadi pengenceran. Pengolahan air limbah secara biologis berupa

kolam stabilisasi yaitu berupa kolam: anaerobik, fakultatif dan maturasi. Dasar pemilihan penggunaan kolam stabilisasi tersebut diantaranya:

- Pemeliharaan dapat dilaksanakan oleh tenaga yang tidak ahli dengan sedikit pengawasan.
- Kolam stabilisasi merupakan kolam yang dapat mengolah air limbah secara alami, dimana kondisi lingkungan kolam berada dalam keadaan ideal yang tercipta pada iklim tropika dan subtropika, kondisi ini sesuai dengan iklim di Indonesia.
- Waktu retensi yang lama menunjukkan kemampuan untuk mengatasi fluktuasi debit air limbah yang besar dan kekuatan limbah tidak memberikan dampak yang berarti pada kualitas efluen.
- Memiliki biaya pengoperasian dan pemeliharaan yang relatif rendah dibandingkan dengan sistem pengolahan biologis lainnya yang memberikan kualitas yang sama.

Pengolahan pada kolam stabilisasi merupakan proses biologis yang mirip dengan aktivitas dasar mikrobiologi yang mendukung proses purifikasi pada badan air yang terkontaminasi oleh materi fecal/materi organik lainnya.

Untuk melanjutkan penelitian sebelumnya pada kolam anaerob, maka penelitian ini di fokuskan pada kolam fakultatif, dimana dalam kolam ini terjadi proses aerobik pada permukaan kolam atau biasa disebut zone aerobik. Pada proses aerobik, oksigen disuplai dari dua sumber yaitu aerasi oleh angin di permukaan air dan yang berasal dari proses fotosintesis. Sedangkan pada proses anaerobik yang berada pada dasar kolam, terjadi fermentasi asam dan metan atau

biasa disebut zone anaerob. Indikator pencemar di dalam air yang disebabkan oleh limbah organik adalah BOD dan COD.

Penelitian “EVALUASI KINERJA KOLAM FAKULTATIF 2B DALAM MENURUNKAN KADAR BOD & COD PADA INSTALASI PENGOLAHAN AIR KOTOR BOJONGSOANG BANDUNG” dilakukan dengan maksud mengetahui proses yang terjadi pada kolam fakultatif 2B, efisiensi kinerja kolam fakultatif 2B dalam menurunkan kadar BOD dan COD serta parameter pendukung lainnya, dan proses alam yang terjadi dalam kolam fakultatif 2B, yang selanjutnya dilakukan analisa desain kolam fakultatif 2B pada saat ini dengan desain awal pembuatan kolam fakultatif 2B.

1.2 Rumusan Masalah

Menurut latar belakang masalah yang ada dapat disusun beberapa rumusan masalah antara lain:

- a. Proses apa saja yang terjadi pada kolam fakultatif ?
- b. Seberapa besar efisiensi penurunan kadar BOD dan COD dalam kolam fakultatif 2B ?
- c. Apakah kondisi kolam fakultatif sekarang sesuai dengan kriteria desain awal kolam fakultatif ?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui besarnya efisiensi kinerja kolam fakultatif dalam menurunkan kadar COD dan BOD, kemudian dilakukan evaluasi terhadap desain awal pembuatan kolam fakultatif.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah:

- a. Limbah domestik berasal dari Instalasi Pengolahan Air Kotor Bojongsoang Bandung.
- b. Parameter yang diteliti meliputi: pH, Suhu, DO, BOD dan COD.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum Instalasi Pengolahan Air Limbah Bojongsoang

Instalasi Pengolahan Air Limbah Bojongsoang adalah instalasi yang mengolah air buangan rumah tangga dengan sistem perpipaan yang berasal dari wilayah Bandung Timur dan Bandung Tengah-Selatan. Instalasi terletak di wilayah Bandung Selatan yaitu Desa Bojongsari kecamatan Bojongsoang kabupaten Bandung. Luas areal keseluruhan adalah 85 Ha yang meliputi instalasi dan kolam stabilisasi.

2.1.1 Topografi Bojongsoang

1. Lokasi : Jl. Cikoneng, Desa Bojongsari, Bojongsoang.
2. Koordinat : 7° LS - $7,28^{\circ}$ LS $107^{\circ} 14'$ BT - $107^{\circ} 16'$ BT.
3. Curah Hujan : 200,4 mm (1998).
4. Jumlah Air Hujan : 21,3 hari/bulan.
5. Ketinggian : 675 m di atas permukaan laut.

2.1.2 Dasar Pemilihan Lokasi

Adapun yang menjadi dasar pemilihan lokasi Instalasi Pengolahan Air Limbah adalah:

1. Tersedianya lahan yang memadai dengan luas lahan yang cukup besar dan terletak di pinggiran kota.
2. Status tanah milik pemerintah.
3. Kondisi topografi lahan yang memiliki kemiringan dari Utara ke Selatan.
4. Jarak dari daerah pelayanan yang cukup.
5. Dekat ke lokasi pembuangan akhir.

2.1.3 Daerah Pelayanan

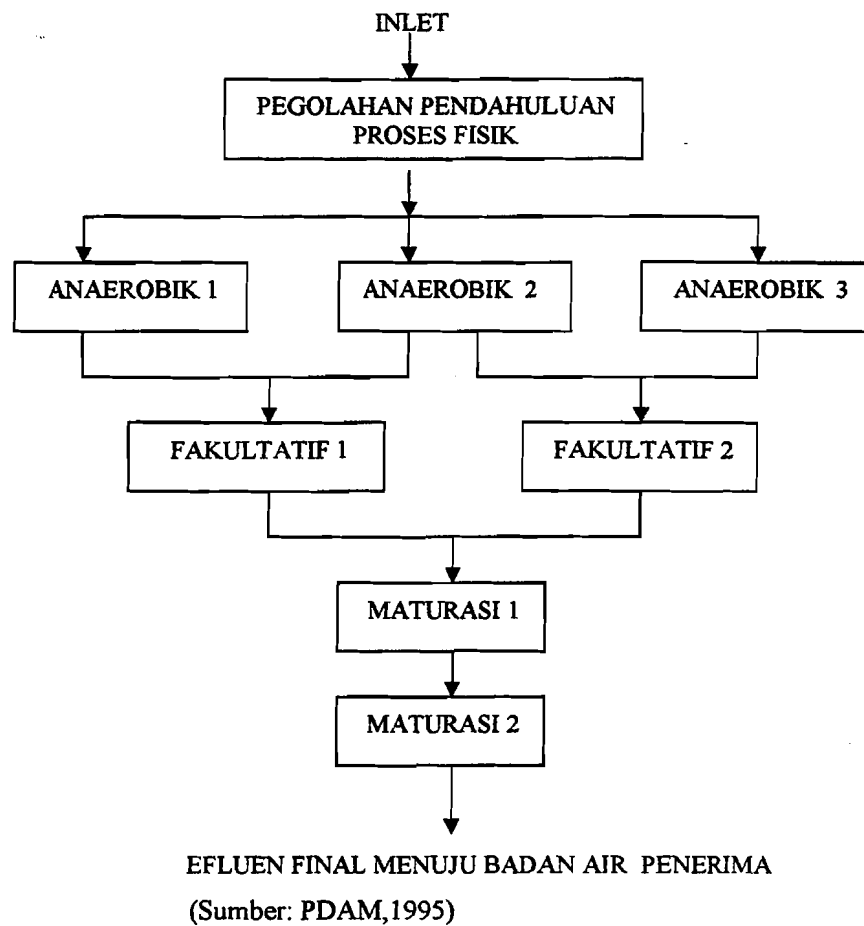
Areal pelayanan air kotor berupa saluran perpipaan yang meliputi berbagai wilayah, antara lain:

1. Wilayah Bandung Utara dilayani oleh *existing sewer* (saluran lama).
2. Wilayah Bandung Timur dilayani oleh saluran perpipaan dan dialirkan menuju instalasi Bojongsoang.
3. Wilayah Bandung Tengah-Selatan dilayani oleh saluran perpipaan dan dialirkan menuju instalasi Bojongsoang.

2.1.4 Proses Pengolahan Air Limbah

Proses pengolahan air limbah Bojongsoang dilakukan dengan metode fisika dan biologi. Proses fisika dilakukan secara mekanik dimana terdapat tiga set yang digunakan secara periodik. Proses biologi meliputi 3 tahap proses yang mempunyai 2 set. Berikut ini adalah tahapan proses

pengolahan air limbah pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Bojongsoang:



Gambar 2.1 Diagram Susunan Kolam Stabilisasi

- Tahapan pengolahan fisik meliputi:
 - Saringan kasar (*Bar screen*)
 - *Sump Well*
 - Pompa Ulir (*Screw Pump*)
 - *Mechanical bar Screen*
 - *Grit Chamber*

- Tahapan pengolahan biologis meliputi:
 - Proses Anaerobik
 - Proses Fakultatif
 - Proses Maturasi

2.2 Karakteristik Air Limbah

Karakteristik air limbah (air buangan) dapat dibedakan menurut kualitas dan kuantitasnya. Yang dimaksud dengan kualitas karakteristik air buangan adalah ditinjau dari segi sifat fisik, kimia dan biologi; sedangkan kuantitasnya adalah besarnya kapasitas atau debit air buangan yang dihitung berdasarkan pemakaian dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari baik itu domestik maupun *non* domestik.

Secara umum karakteristik kualitas air buangan dapat ditentukan oleh dua faktor yaitu: kadar *Suspended Solid* (SS) dari air buangan dan kadar *Biological Oxygen Demand* (BOD) air buangan. Karakteristik air buangan menurut kualitasnya terdiri dari :

a) Sifat Fisik

- Warna

Warna air buangan dipengaruhi oleh umur, komposisi zat yang terdapat dalam air buangan dari proses dekomposisi yang dilakukan mikroorganisme terhadap zat yang terkandung dalam air buangan tersebut. Perubahan warna dimulai dari warna kuning, coklat tua, kelabu yang akhirnya menjadi hitam dimana

pada saat itu kadar oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk proses dekomposisi mendekati nol.

- **Bau**

Bau yang dihasilkan dari dekomposisi zat organik diantaranya berupa gas H_2S , NH_3 dan CH_4 . Bau yang timbul ditentukan oleh umur air buangan, bau yang tajam biasanya dimulai pada saat proses penguraian yang menghasilkan gas.

- **Temperatur**

Temperatur air buangan biasanya lebih tinggi dari temperatur air bersih, hal ini disebabkan adanya penambahan panas dari aktivitas domestik dan industri. Temperatur air yang tinggi dapat mempengaruhi kelarutan gas, dan kecepatan reaksi penguraian menjadi lebih cepat.

- **Kekeruhan**

Kekeruhan disebabkan oleh adanya zat padat yang tidak larut di dalam air. Zat padat dibedakan menjadi zat padat yang tersisa setelah pemanasan pada temperatur $600^{\circ}C$.

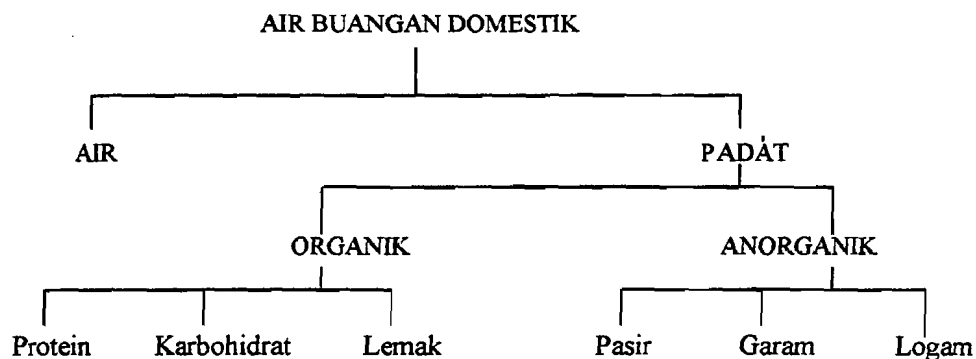
b) Sifat Kimia

- **Zat Organik**

Zat organik berasal dari tumbuhan, hewan dan aktivitas manusia yang tersusun dalam komposisi ikatan karbon, H_2O , O_2 bersama N_2 . Unsur lain yang biasanya terdapat dalam air buangan adalah sulfur, fosfor dan besi. Dalam air buangan domestik terkandung 40-60 % protein, 25-50 % karbohidrat dan 10 % lipida.

- **Zat Anorganik**

Beberapa komponen zat anorganik dari air buangan adalah sangat penting untuk meningkatkan dan pengawasan kualitas air minum. Pemeriksaan zat anorganik biasanya dilakukan terhadap pH, logam berat, nitrogen, fosfor dan zat-zat beracun. Pendekatan komposisi air buangan domestik menurut T.H.Y Tebbut (1970), adalah sebagai berikut :



Gambar 2.2 Komposisi Air Buangan Domestik

- **Gas - Gas**

Gas-gas dihasilkan oleh aktivitas biologis dan reaksi kimia yang terdapat dalam air buangan. Gas-gas ini berasal dari : atmosfir (N_2 , O_2 , CO_2) dan dekomposisi zat organik (H_2S , NH_3 , CH_4).

c) Sifat Biologi

Bakteri-bakteri yang berada dalam air buangan berupa bakteri aerobik, anaerobik dan fakultatif, macam-macam bakteri tersebut adalah:

- Bakteri patogen berasal dari buangan manusia yang sifatnya sangat berbahaya.

- Bakteri coli sebagai indikator pencemaran karena coli mudah dikembangbiakkan dan selalu ada dalam tinja manusia.

2.3 Parameter Utama Air Limbah Domestik

- Kuantitas Aliran

Kuantitas aliran akan berfluktuasi sepanjang hari, hal ini akan dipengaruhi oleh jumlah penduduk serta aktivitas penduduk. Oleh karena itu penambahan kapasitas hidrolis untuk pengolahan sebaiknya didesain berdasarkan besarnya aliran puncak, semakin besar jumlah populasi maka faktor puncak semakin kecil.

- Konsentrasi Padatan Tersuspensi

Kandungan tinja serta sisa-sisa limbah padatan domestik lainnya merupakan kontribusi terbentuknya padatan tersuspensi dalam konsentrasi tinggi pada air limbah domestik. Fluktuasi konstan padatan pada air limbah akan mengikuti fluktuasi dari kuantitas aliran.

- Kebutuhan Oksigen (O_2) secara Biokimia (BOD)

Konsentrasi zat organik dalam air limbah dinyatakan sebagai kebutuhan oksigen bagi bakteri untuk mengoksidasi senyawa tersebut (*Biochemical Oxygen Demand*).

2.4 Kolam Stabilisasi

Kolam stabilisasi adalah salah satu sistem pengolahan air limbah sederhana yang memerlukan lahan yang luas. Sejak awalnya telah banyak istilah

yang digunakan untuk menjelaskan berbagai jenis sistem pengolahan yang digunakan. Seperti misalnya, beberapa tahun belakangan ini kolam oksidasi telah digunakan secara luas sebagai istilah untuk menyebut semua jenis kolam. Sebenarnya kolam oksidasi adalah kolam yang menerima limbah yang telah mengalami pengolahan pendahuluan (*partially treated wastewater*), sedangkan kolam yang menerima limbah segar disebut sebagai *sewage lagoon*.

Kolam stabilisasi merupakan kolam dangkal yang luas, dilingkungi oleh tanggul tanah dan mengolah air limbah segar dengan proses alamiah secara keseluruhan yang melibatkan *algae* dan bakteri. Kolam ini mempunyai keuntungan yang berarti terutama mengenai biaya, kebutuhan pemeliharaan serta penghilangan bakteri tinja dibandingkan dengan semua metode pengolahan air limbah yang lain.

Di dalam kolam stabilisasi terjadi reaksi biokimia yang disebabkan oleh mikroorganisme. Reaksi biokimia yang terjadi pada kolam stabilisasi (Oswald, 1986) adalah sebagai berikut:

- a. Oksidasi materi organik oleh bakteri aerob.
- b. Oksigenasi permukaan kolam oleh aktivitas fotosintesis *algae*.
- c. Reduksi zat organik oleh bakteri anaerob yang terjadi di zone dasar.
- d. Transformasi nitrogen dan fosfor yang melibatkan aktivitas bakteri dan *algae*.

Pengolahan pada kolam stabilisasi merupakan proses biologis yang mirip dengan aktivitas dasar mikrobiologi yang mendukung proses *purifikasi* pada badan air yang terkontaminasi oleh material *fecal* / materi organik lainnya (Mc. Garry dan Pescod 1970; Gloyna 1971; Marais 1974; Arthur 1983).

Efisiensi pengolahan air buangan kolam stabilisasi tergantung pada faktor-faktor biologis seperti tipe air buangan dan beban organik. Aktivitas biologi terpenting di kolam stabilisasi seperti oksidasi biologis dan fenomena fotosintesis *algae* dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti temperatur, angin, sinar ultraviolet dan kelembaban serta faktor fisik seperti geometri kolam dan hidrodinamika kolam (Middlebrooks, 1982).

Untuk menjamin berlangsungnya aktivitas mikrobiologi serta untuk dapat mengontrol beban terhadap kolam yang dapat menghambat proses stabilisasi, perlu dilakukan monitor terhadap kinerja kolam (Mara dan Pearson, 1986). Sistem kolam efektif dapat diketahui dari informasi mengenai fungsi dan perilaku mikroorganisme yang berperan dalam proses pengolahan di kolam (Pearson, 1990).

Proses pengolahan utama yang terjadi di kolam stabilisasi adalah :

- a. Efek penampungan menyebabkan kolam mampu menaggulangi beban organik dan hidrolis yang sifatnya mendadak.
- b. Pengendapan pendahuluan menyebabkan zat yang dapat mengendap menumpuk pada bagian bawah di lapisan lumpur.
- c. Pengolahan / uraian zat organik yang ada dalam air limbah oleh bakteri secara aerobik dan anaerobik.

Dampak negatif pengolahan limbah oleh kolam stabilisasi adalah timbulnya gas dengan bau tidak sedap sebagai hasil reaksi biokimia proses anaerob. Beban organik 47 kg BOD₅/Ha.hari pada temperatur 23⁰ C akan menghasilkan 455 m³ gas/hari berupa gas CH₄ dan CO₂ (Oswald, 1968).

Kolam stabilisasi merupakan metode pengolahan air limbah yang penting di daerah beriklim panas di mana tanah yang cukup luas tersedia dan suhunya sangat cocok untuk pengoperasiannya. Rangkaian kolam stabilisasi terdiri dari:

1. Kolam anaerobik adalah kolam yang menerima beban organik tinggi dan kondisi anaerobik terdapat pada sepanjang kedalaman kolam.
2. Kolam fakultatif adalah kolam dengan kedalaman 3 ft sampai 8 ft (1 m - 2,5 m), yang mana memiliki zone anaerobik pada lapisan terbawah, zone fakultatif pada lapisan tengah dan zone aerobik pada lapisan teratas. Pada zone aerobik terjadi reaerasi permukaan kolam dan proses fotosintesis.
3. Kolam pematangan adalah kolam yang digunakan untuk mengatasi terjadinya aktifitas dari proses biologis yang merugikan. Oksigen terlarut diperoleh dari proses fotosintesis dan reaerasi permukaan. Jenis kolam ini disebut juga dengan istilah *polishing pond*.

Tabel 2.1 Efisiensi Penyisihan BOD Pada Beberapa Jenis Sistem Pengolahan

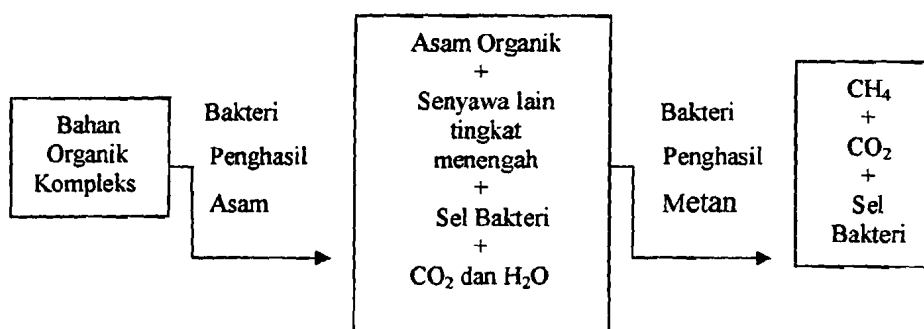
No.	Jenis Pengolahan	Penyisihan BOD
1	<i>Activated Sludge</i> Conventional	90 – 93 %
2	<i>Oxidation Ditch</i> (Aerasi lanjutan)	95 – 98 %
3	Fakultatif dengan Aerasi	75 – 90 %
4	Kolam Stabilisasi	75 – 90 %

(Sumber : *Archeivala, 1973*)

2.4.1 Kolam Anaerob

Kolam Anaerob digunakan untuk pengolahan air buangan dengan kadar organik tinggi dan padatan yang tinggi. Kolam ini sangat menguntungkan untuk pra pengolahan bahan buangan kuat yang mempunyai kandungan bahan padat yang tinggi. Zat padat yang tersuspensi yang masuk ke dalam kolam mengendap ke dasar dimana akan terurai secara anaerobik, cairan jernih pada bagian atas dibuang ke kolam fakultatif. Pengoperasian kolam ini tergantung pada keseimbangan antara bakteri pembentuk asam dengan bakteri metanogenik sehingga dibutuhkan suhu $> 15^{\circ}\text{C}$ dan pH kolam harus > 6 .

Pada suhu kurang dari 15°C kolam anaerobik hanya bekerja sebagai kolam penyimpanan lumpur. Seluruh kolam berada dalam kondisi anaerob, kecuali bagian permukaan yang sangat dangkal. Stabilisasi air buangan diakibatkan kombinasi presipitasi dan konversi anaerob limbah organik menjadi CO_2 , CH_4 , asam organik dan jaringan sel yang lain. Di bawah ini mekanisme pengolahan limbah secara anaerobik (Gambar 2.3).



Gambar 2.3 Mekanisme Pengolahan Air Limbah Secara Anaerobik
(Sumber: Malina, 1967)

Kolam anaerobik menghilangkan zat organik secara sedimentasi dan pencernaan anaerobik. Kolam ini di desain untuk BOD: 100-400 gr/m³/hari. Bila temperatur lebih tinggi, maka pembebanan lebih besar. Waktu detensi 1-2 hari. BOD removal 80% untuk daerah tropis dan 60% untuk daerah lain. Proses ini membentuk gas H₂S dan CH₄ yang akan menghilang ke atmosfer dan zat hara terlarut yang meninggalkan lumpur.

Kolam anaerobik mempunyai karakteristik sebagai berikut:

- Kadar pencemar masih tinggi
- Warna air abu-abu sampai hitam
- Oksigen terlarut 0 mg/L
- Gas H₂S, CH₄ cukup tinggi
- Ikan tidak dapat hidup

2.4.2 Kolam Fakultatif

Kolam fakultatif adalah kolam yang banyak digunakan untuk mengolah efluen yang telah diendapkan dari kolam pra pengolahan anaerobik. Kolam fakultatif terdiri dari 3 zone yaitu: aerobik, anaerobik dan fakultatif. Proses yang terjadi pada kolam ini adalah bahan organik terlarut dalam air dioksidasi oleh bakteri aerobik dan fakultatif dengan menggunakan O₂ yang dihasilkan oleh *algae* yang tumbuh disekitar permukaan air. Reaksi fotosintesis dan respirasi yang dilakukan *algae* dapat ditulis sebagai berikut:

Fotosintesis :



Respirasi :



Kolam fakultatif mempunyai karakteristik sebagai berikut:

- Kadar pencemar sudah agak menurun
- Warna air hijau gelap
- Peningkatan kadar oksigen (kadar oksigen terlarut > 3 mg/L)
- Gas-gas yang dihasilkan mulai turun
- Jenis ikan tertentu yang dapat hidup

Kolam fakultatif sangat disukai untuk pengolahan air limbah karena :

- Memiliki waktu retensi yang lama menunjukkan kemampuan untuk mengatasi fluktuasi debit air limbah yang besar dan kekuatan limbah tidak memberikan dampak yang berarti pada kualitas efluen.
- Memiliki biaya pengoperasian dan pemeliharaan yang relatif rendah dibandingkan dengan sistem pengolahan biologis lainnya yang memberikan kualitas yang sama.

2.4.3 Kolam Maturasi

Kolam maturasi atau pematangan digunakan pada tahap kedua setelah kolam fakultatif, dengan fungsi utamanya membunuh bakteri patogen. Penurunan BOD₅ dalam kolam maturasi relatif kecil, kolam maturasi seluruhnya bersifat aerobik dan efektif dalam menghilangkan *coliform* tinja. Dengan pertimbangan

efisiensi kolam untuk menghilangkan patogen, ada beberapa hal yang digunakan untuk menyelidiki mekanisme yang terjadi:

- Cahaya

Penetrasi cahaya pada sistem kolam terbatas pada kedalaman 10 cm - 20 cm dari permukaan dalam kolam yang keruh, dan konsentrasi bakteri yang tinggi jarang terdapat pada lapisan permukaan.

- pH

pH air kolam dapat meningkat dari pH = 9 sampai pH = 11 selama periode aktifitas fotosintesis meningkat, dan kondisi pH yang tinggi ini dapat disebabkan oleh dihasilkannya ion hidroksil pada saat pemakaian CO₂.

- Bahan makanan yang kurang.

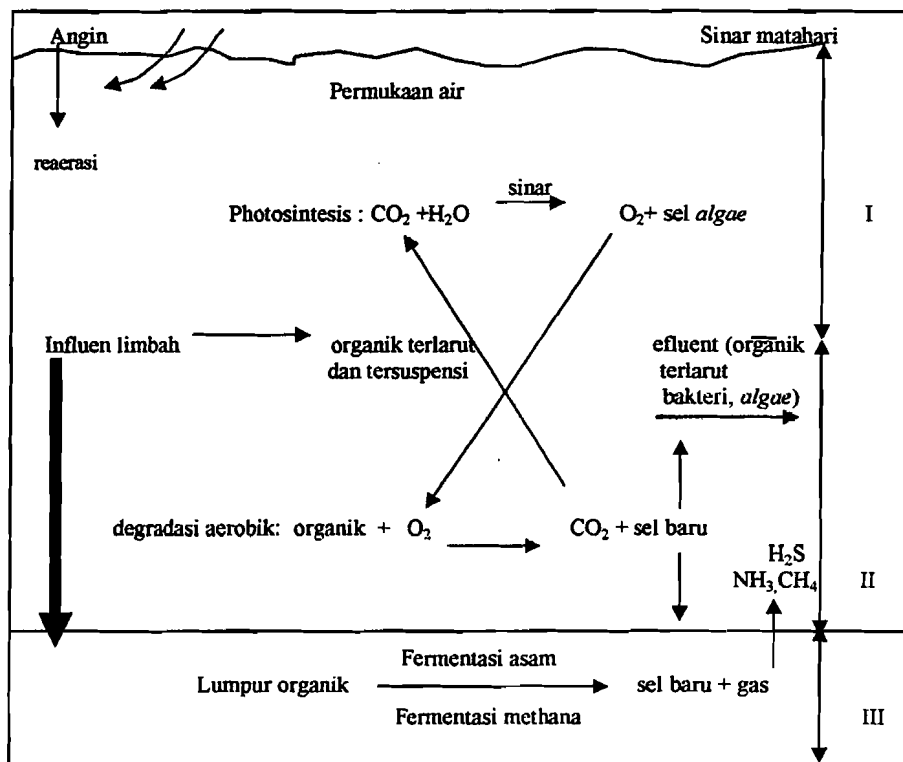
Kematian bakteri yang terjadi disebabkan karena kandungan bahan organik yang rendah (kurang dari 20 mg/l), tidak ada cahaya dan predator. Ketika konsentrasi bahan organik meningkat, maka bakteri yang hidup juga meningkat.

Kolam maturasi mempunyai karakteristik sebagai berikut:

- Kadar pencemar sangat kecil
- Warna hijau terang
- Oksigen terlarut > 6 mg/L
- Gas-gas yang dihasilkan tidak ada
- Berbagai jenis ikan dapat hidup
- Digunakan sebagai kolam indikator

2.5 Proses Fakultatif

Istilah fakultatif menunjukkan pada gabungan kondisi aerobik dan anaerobik. Kondisi aerobik terjadi di lapisan atas sedangkan kondisi anaerobik berlangsung di bagian dasar. Skema reaksi yang terjadi pada kolam fakultatif dapat dilihat pada Gambar 2.4. Limbah segar masuk pada salah satu ujung kolam di mana mengandung padatan terlarut (*suspended solids*) dan mengendap pada dasar kolam yang akan membentuk lapisan anaerobik. Mikroorganisme yang menempati daerah ini tidak membutuhkan oksigen molekular sebagai elektron akseptor untuk energi dalam proses metabolisme, tetapi menggunakan unsur kimia lainnya.



Gambar 2.4 Skema Reaksi Yang Terjadi Pada Kolam Fakultatif
(Sumber: *Benefield, L.D dan Randall, 1980*)

Keterangan: I : Zona Aerobik
II : Zona Fakultatif
III : Zona Anaerobik

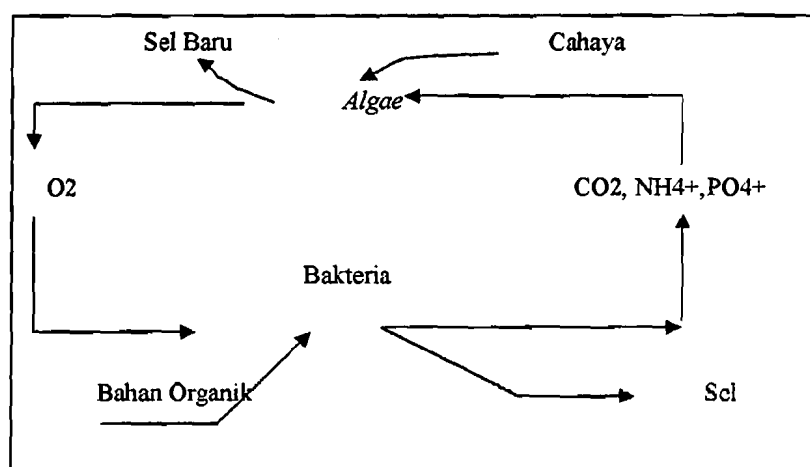
Zona fakultatif terdapat di atas zone anaerobik, ini berarti bahwa oksigen molekular tidak akan tersedia pada zone sepanjang waktu. Pada umumnya zona ini akan aerobik selama siang hari dan anaerobik selama malam hari. Diatas zona fakultatif terdapat zona aerobik dimana oksigen molekular hadir sepanjang waktu, oksigen akan disuplai dari dua sumber yaitu aerasi oleh angin di permukaan air dan dari proses fotosintesis.

Pertumbuhan *algae* serta proses fotosintesis akan mendominasi peristiwa ekologis di dalam kolam. Siklus pertukaran ekosistem terjadi karena simbiosis *algae* dan bakteri. Menurut Metcalf & Eddy (1991) pada proses fotosintesis *algae* akan mereduksi nutrien bagi zat anorganik untuk produksi zat organik. Pada kolam fakultatif, *algae* diperlukan untuk menyuplai oksigen pada proses aerobik bagi bakteri *heterotof*.

Algae akan tumbuh secara alamiah di dalam kolam dimana tersedia sejumlah nutrien dan energi cahaya yang cukup. Dengan banyaknya *algae* yang tumbuh, maka air kolam akan berwarna hijau cemerlang. Proses yang terjadi pada kolam fakultatif adalah *algae* yang tumbuh di kolam memanfaatkan nutrien dan sinar matahari untuk proses fotosintesis dan bakteri memakai oksigen yang dihasilkan oleh *algae* untuk mengoksidasi bahan buangan organik. Karbondioksida dari metabolisme bakteri dipakai oleh *algae* untuk fotosintesis, sehingga terjadi kerjasama antara *algae* dengan bakteri dalam kolam fakultatif.

Jadi ada kerjasama yang saling menguntungkan (simbiosis) antara *algae* dan bakteri dalam kolam fakultatif (Gambar 2.5).

Karena aktifitas fotosintesis tergantung cahaya matahari maka terdapat variasi harian dalam jumlah oksigen terlarut yang ada di dalam kolam, dan fluktuasi di bawah permukaan kolam dimana konsentrasi oksigen terlarut menjadi nol. pH kolam juga mengikuti siklus harian yang meningkat bersama fotosintesis sampai pada batas maksimal yaitu mencapai $\text{pH} = 10$. Hal ini terjadi karena pada kebutuhan puncak *algae* menggunakan karbondioksida, dan akibatnya ion bikarbonat terurai menghasilkan karbondioksida yang lebih banyak dan ion hidroksilalkali yang menaikkan pH.



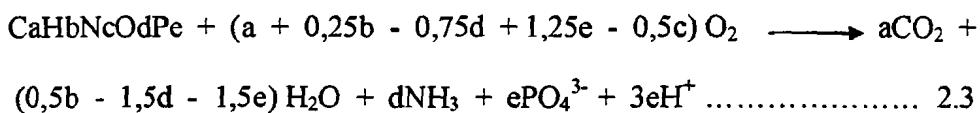
Gambar 2.5 Simbiosis *algae* dan bakteri dalam kolam Stabilisasi (Sumber: Mara, 1976)

2.5.1 Oksidasi Materi Organik Oleh Bakteri Aerob

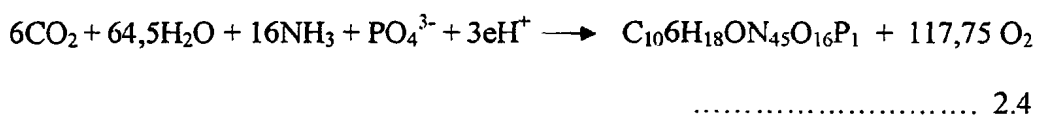
Pada oksidasi materi organik secara aerob, karbon merupakan sumber energi bagi bakteri yang akan direspirasikan dalam bentuk karbondioksida. Bakteri tersebut menggunakan sisa karbon bersatu dengan fosfor dan nitrogen

membentuk sel-sel baru dan sebagian menjadi energi. Oksigen berfungsi sebagai akseptor karbon selama oksidasi zat organik berlangsung dan reaksi akan terhenti jika oksigen tidak tersedia.

Antara buangan organik terolah dengan mikroorganisme terdapat hubungan kimia secara kuantitatif. Dekomposisi materi organik oleh bakteri *heterotof* dan konsumsi organisme oleh konsumen mengakibatkan kembalinya komponen anorganik terlarut ke dalam air (Rich, 1963). Dekomposisi materi organik oleh bakteri heterotof dinyatakan sebagai berikut:



Algae yang bertindak sebagai organisme *ototrof* akan memproduksi oksigen dan zat terlarut dari substansi anorganik. Jika rumus empirik *algae* adalah $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{ON}_4\text{O}_{16}\text{P}_1$ (Arceivala, 1973), maka penyusunan kembali materi sederhana jadi substansi seluler pada oksidasi materi organik oleh bakteri aerob dinyatakan sebagai berikut:



2.5.2 Reduksi Zat Organik Oleh Bakteri Anaerob

Reduksi zat organik oleh bakteri anaerob terdiri dari dua tahap yaitu tahap pembentukan asam (*acinogenesis*) dan pembentukan metan (*methanogenesis*). Pembentukan asam dilakukan oleh bakteri fakultatif dan terdiri dari dua subproses biokimia. Tahap pertama berupa hidrolisis substrat yang kompleks

menjadi bentuk lain yang lebih sederhana dengan suatu *extracellular* enzim dari bakteri fakultatif. Tahap selanjutnya bakteri mengabsorpsi organik yang sederhana tersebut dan menguraikannya (merupakan rantai panjang dari suatu asam organik yang sudah dibentuk) menjadi asam asetat, asam propionat dan asam *butyric* (Cucu, 1999).

▪ Bakteri pembentuk asam

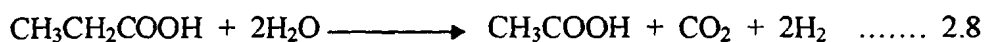
Bakteri yang tumbuh cepat ini (waktu membelah diri minimumnya sekitar 30 menit) memfermentasikan glukosa untuk menghasilkan suatu campuran asam-asam asetat, propionate dan butirat menurut reaksi :



Reaksi pertama lebih disukai sebab menyediakan energi terbesar untuk pertumbuhan bagi bakteri pembentuk asam, substrat utama bagi bakteri metan asetoklastik, yaitu asam asetat. Sedangkan pembentukan propionate dapat meningkatkan produksi hidrogen.

▪ Bakteri Asetogenik

Bakteri ini mengubah asam propionate dan butirat menjadi asam asetat menurut reaksi :

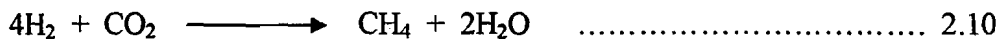


HENZ dan HARREMOES (1982) menyatakan bahwa Mc. INERNEY (1971) menyimpulkan tentang bakteri ini berdasarkan ketidakmampuan bakteri metan

manapun untuk melakukan metabolisme asam propionate dan butirat secara langsung.

▪ **Bakteri Metan Pengguna Hidrogen**

Bakteri ini adalah pemakan hidrogen. Energi untuk pertumbuhan diperoleh menurut reaksi :



Pertumbuhan bakteri ini cukup cepat dengan waktu pembelahan minimum sekitar 6 jam, jejak hidrogen yang tertinggal mengatur laju produksi asam total dan campuran asam yang diproduksi oleh bakteri pembentuk asam. Hidrogen juga mengontrol laju pengubah kembali asam propioat dan butirat menjadi asam asetat. Bakteri metan pengguna hydrogen ini mengatur pembentukan asam-asam volatil. Contoh : *Methanospirillum hungalei* (Vigneswaran dan T. Viraghavan, 1986). Reaksi-reaksi hidrolisis dan fermentatif yang terpenting dilakukan oleh bakteri anaerob sejati. Bakteri metan pengguna hidrogen sangat anaerob (Grady dan Lim, 1980).

2.6 Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Proses Fakultatif

1. Pengadukan

Angin dan panas adalah dua faktor yang sangat penting yang mempengaruhi pengadukan yang terjadi dalam kolam fakultatif. Fungsi dari pengadukan sendiri adalah meminimalkan pembentukan daerah stagnasi dan menjamin distribusi vertikal yang seragam dari BOD, *algae* dan oksigen. Pengadukan ini merupakan satu-satunya cara dimana

sejumlah besar *algae* yang tidak bergerak (*non mobile algae*) dapat terangkat ke zona yang menerima penetrasi cahaya secara efektif (zona fotik), karena zona fotik hanya terdapat pada 150-300 mm dari bagian atas kolam, sebagian besar isi kolam akan tetap berada dalam kegelapan permanen bila tidak terjadi pengadukan. Pengadukan juga berguna untuk transportasi oksigen yang dihasilkan dalam zona fotik ke lapisan dasar kolam. Apabila tidak terjadi pengadukan akan timbul stratifikasi termal secara cepat. Lapisan atas yang hangat terpisah dari lapisan bawah yang dingin oleh daerah statik yang dangkal dengan perubahan suhu yang mendadak yang disebut termoklin. *Algae* yang tidak bergerak mengendap melewati termoklin ke dasar kolam yang gelap dimana tidak terdapat menghasilkan oksigen dengan fotosintesis dan sebaliknya membebani dengan kebutuhan oksigen sehingga kondisi di bawah termoklin menjadi anaerobik secara cepat. Di atas termoklin, *algae* yang dapat bergerak pindah dari permukaan air yang hangat yang mungkin bersuhu kira-kira 35⁰ C dan biasanya membentuk lapisan padat kira-kira 300 mm - 500 mm di bawah permukaan (lapisan *algae* ini adalah penghalang cahaya yang efektif dan termoklin biasanya tepat di bawah lapisan *algae* tadi). Stratifikasi ditandai dengan pengurangan yang besar jumlah *algae* dalam zona fotik dan mengakibatkan pengurangan pada produksi oksigen dan kemudian stabilisasi bahan buangan. Pada pengadukan harian pada kolam fakultatif sedalam 1,5 meter di Zambia (Mara,1976) telah diselidiki

dengan cermat dan mungkin merupakan tipikal dari kolam tropis dan subtropik, yaitu :

- a. Pada pagi hari bila ada angin ada pengadukan sempurna dimana suhunya seragam di seluruh kolam, tetapi karena adanya *absorpsi* radiasi secara bertahap suhu akan meningkat.
- b. Pada beberapa waktu biasanya selama angin yang singkat timbul stratifikasi tiba-tiba dan terbentuk termoklin. Suhu di atas termoklin sampai kondisi maksimal kemudian menurun di bawah termoklin suhu turun dengan cepat sampai suatu nilai mendekati suhu tanah dan kemudian menjadi konstan. Sejumlah pengadukan mungkin terjadi di atas termoklin.
- c. Pada siang dan malam hari periode pengadukan kedua dapat diawali sebagai berikut:
 - Di atas termoklin dalam kondisi tenang lapisan atas kehilangan panasnya lebih cepat daripada lapisan dasar. Lapisan atas yang lebih dingin akan turun menyebabkan pengadukan dan menyebabkan suhu di bawah termoklin tetap seragam dan turun secara bertahap. Secara berangsur-angsur termoklin turun dan bila suhu di atas dan di bawah menjadi seimbang dengan pendinginan lebih lanjut pengadukan dimulai dan terus menerus terjadi di seluruh kolam.
 - Dalam kondisi berangin biasanya dalam periode penurunan suhu, energi dari angin pada air di atas termoklin pada beberapa

tahap mengatasi kekuatan stratifikasi dan secara berangsur-angsur mengaduk lapisan yang lebih hangat dan yang lebih dingin di dekat termoklin menyebabkan berpindah ke bawah sehingga suhu seragam seluruhnya dan kolam berada dalam keadaan teraduk.

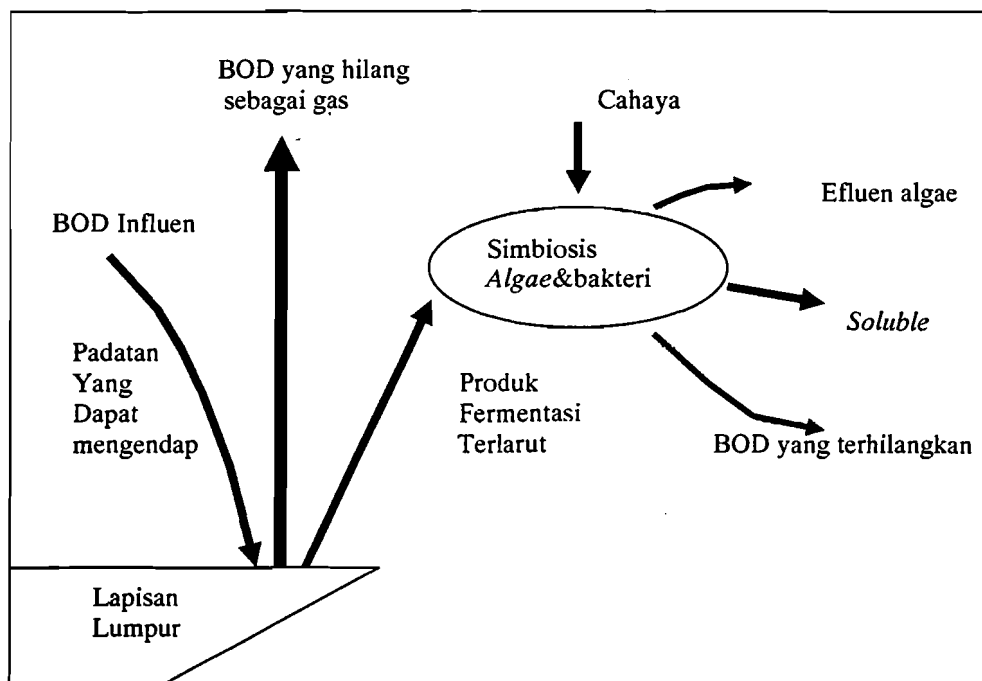
2. Lapisan Lumpur

Ketika air limbah memasuki kolam, sebagian besar lumpur mengendap di dasar kolam. Kolam dengan suhu lebih besar 15°C mengalami penguraian secara anaerob pada lapisan lumpur. Pada suhu lebih besar 22°C evolusi gas metan cukup cepat untuk melambungkan partikel lumpur ke atas permukaan dimana anyaman lumpur yang tertumpuk akan terbentuk. Partikel lumpur atau bahan terapung lainnya sehingga tidak menghalangi penetrasi cahaya ke dalam zona fotik.

Produk fermentasi yang melarut berdifusi ke dalam cairan kolam di mana mereka akan dioksidasi lebih lanjut. Variasi musiman dari tingkatan fermentasi (yang meningkat mendekati tujuh kali lipat setiap kenaikan suhu sebesar 5°C) menjelaskan mengapa BOD_5 di dalam kolam sering kali tetap konstan sepanjang tahun walaupun ada perubahan suhu.

Selama musim panas tingkatan degradasi tinggi dan menurut teori terjadi keseimbangan BOD yang rendah di dalam kolam dengan beban BOD yang tinggi dari lumpur. Selama musim dingin tingkatan degradasi adalah rendah menyebabkan keseimbangan BOD dari lumpur rendah. Kedua

proses bekerja secara simultan, cenderung untuk menghapuskan dan menurunkan variasi siklik dari BOD kolam (Gambar 2.6).



Gambar 2.6 Jalur Penghilangan BOD Dalam Kolam Fakultatif
(Sumber: Mara, 1976)

3. Kedalaman

Kedalaman yang kurang dari satu meter tidak mencegah terjadinya vegetasi, hal ini harus dihindarkan agar kolam tidak menjadi tempat berkembangbiak yang ideal untuk nyamuk dan serangga lainnya. Pada kedalaman lebih besar dari satu setengah meter *oksipause* terlalu dekat dengan permukaan sehingga mengakibatkan kolam bersifat lebih anaerobik. Hal ini tidak diinginkan karena kolam akan memiliki faktor keamanan yang rendah dalam pengoperasian normal dan juga kurang mampu menanggulangi fluktuasi beban BOD yang tinggi. Di daerah yang beriklim kering tingkat evaporasi tinggi dan kehilangan air harus

diminimalkan dengan menambah kedalaman sampai kira-kira dua meter sehingga mengurangi luas permukaan. Di daerah beriklim dingin (misalnya: di daerah dataran tinggi) dipergunakan pula kedalaman yang serupa untuk sedapat mungkin memelihara energi termal dari influen air limbah.

4. Pengaruh iklim

Iklim panas adalah ideal untuk pengoperasian kolam karena intensitas cahaya matahari yang tinggi menyebabkan suhu kolam menjadi tinggi. Siang hari yang panjang memungkinkan terjadinya fotosintesa algae untuk periode yang lebih panjang sehingga menyediakan oksigen terlarut untuk dipakai pada malam hari tetapi biasanya ada satu bulan atau lebih matahari tertutup awan dan walaupun intensitas cahaya pada waktu itu cukup untuk aktifitas *algae*. Suhu akan turun ke suhu minimum tahunan dan membatasi pertumbuhan algae dan bakteri untuk menjamin kolam dapat bekerja dengan memuaskan pada setiap saat kolam harus dirancang untuk kondisi terburuk (kondisi yang paling dingin). Sebagai suhu perancangan dipakai suhu rata-rata dari bulan terdingin.

2.7 Desain Perancangan Kolam Fakultatif

2.7.1 Hal - hal Yang Perlu Diperhatikan Dalam Desain Kolam Fakultatif

1. Perkolasi air Buangan

Untuk mengurangi perkolasi air buangan terhadap tanah dan air tanah, dasar kolam harus dikompaksi sehingga permeabilitas tanah berkurang. Bila diperlukan ditambahkan lempung / pelapis kedap air seperti: aspal,

bentonit, semen dll. (Arceivala, 1973) tergantung lokasi, geografis, iklim, hidrogeologi dan materi tanah. Kolam stabilisasi dibuat pada tanah dengan formasi yang cukup kedap air (permeabilitas rendah). Perkolasi cenderung berkurang seiring bertambahnya waktu karena lumpur dasar kolam juga mengurangi permeabilitas tanah ($2,54 \cdot 10^{-4} - 2,54 \cdot 10^{-5}$) cm/dt menjadi $2,54 \cdot 10^{-6}$ cm/dt (Middlebrooks, 1982).

2. Struktur Inlet – Outlet

Struktur inlet kolam kecil biasanya diletakkan di tengah kolam. Outlet diletakkan pada titik terjauh dari inlet untuk mengurangi *short circuiting*/ aliran pendek. Percampuran influen air buangan dan lumpur aktif akan meningkatkan efisiensi penyisihan BOD dan mengurangi timbulnya bau.

3. Akumulasi Lumpur

Lumpur akan terakumulasi di dasar kolam terutama sekitar inlet. Dekomposisi lumpur berlangsung secara anaerob. Di daerah tropis akumulasi lumpur berkisar $0,03 - 0,05 \text{ m}^3/\text{org}/\text{hr}$. Akumulasi lumpur dapat mengurangi kedalaman kolam, timbul bau dan mengurangi gas oksigen terlarut. Pembersihan secara periodik diperlukan sekali dalam 5 - 6 tahun (Arceivala, 1973).

4. Kontrol Patogen

Kematian bakteri patogen berbanding lurus dengan waktu. Semakin lama, bakteri akan mengalami desinfeksi oleh desinfektan alami yaitu bakteri *Phage*, pemanasan sinar matahari dan foto oksidasi gelombang Ultraviolet.

Klorinasi dapat ditambahkan bila efluen digunakan bagi peruntukan lain yang membutuhkan kualitas efluen yang lebih baik.

2.7.2 Beberapa Pendekatan Desain Kolam Fakultatif

1. Penentuan Dimensi Kolam Fakultatif

Parameter utama dalam desain kolam stabilisasi adalah nilai BOD₅. Desain kolam fakultatif didasarkan pada beban permukaan (Benefield, 1980 dan Arceivala, 1973). Pengaruh bentuk aliran terhadap laju perubahan konsentrasi zat organik yang terlarut dalam reaktor biologis digambarkan berdasarkan persamaan kesetimbangan material. Pemakaian Persamaan tersebut adalah untuk reaksi orde 1 menurut Wehner And Wilhelm 10.

$$\frac{S}{S_0} = \frac{4ae^{0.5d}}{(1+a)^2 \cdot e^{a/2d} - (1-a)^2 \cdot e^{-a/2d}} \dots\dots\dots 2.11$$

Apabila $d = 0$, persamaan di atas berlaku untuk jenis aliran *plug Flow*

$$\frac{S}{S_0} = e^{-kt} \dots\dots\dots 2.12$$

Apabila $d = \infty$ tak terhingga, persamaan di atas berlaku untuk aliran *Complete Mixing* (aliran teraduk sempurna).

Hal tersebut merupakan pendekatan yang paling sederhana untuk perancangan kolam fakultatif adalah dengan menganggap bahwa kolam merupakan reaktor aliran teraduk sempurna.

$$S_e = \frac{S_0}{(1 + K_T t)} \dots\dots\dots 2.13$$

$$K_T = K_{30} \times 1,085^{T-30} \dots\dots\dots 2.14$$

$$Se_{max} = \frac{700}{(0,6d + 8)}$$

$$A = \frac{(Q \times t)}{d} \dots\dots\dots 2.15$$

$$N = [(So - Se) / So] \times 100 \% \dots\dots\dots 2.16$$

Keterangan :

So : BOD influen (mg/L)

Se : BOD efluen (mg/L)

K_T : Konstanta kecepatan reaksi (hari⁻¹)

T : Temperatur (°C)

d : Kedalaman (m)

A : Luas permukaan kolam (m²)

N : Efisiensi penyisihan BOD

Q : Debit (m³/hari)

t : Waktu (hari)

Bentuk Aliran :

- *Complete Mixing* : Aliran mengalir dengan bentuk yang tidak teratur.
- *Plug Flow* : Aliran bergerak secara horizontal dengan teratur
- *Stratified* : Aliran bergerak secara teratur

2. Aliran Terdispersi

Persamaan Wehner-Wilhelm untuk penghilangan BOD₅ derajat pertama dalam reaktor aliran terdispersi yang dipakai untuk perancangan kolam fakultatif, walaupun secara prinsip merupakan dasar persamaan perancangan namun tidak begitu berguna dalam praktek sebagaimana persamaan yang berdasarkan pengadukan sempurna. Ada dua alasan untuk hal ini yaitu: pertama untuk efisiensi yang sama, reaktor aliran teraduk

sempurna membutuhkan volume lebih besar daripada reaktor aliran terdispersi. Kedua, angka dispersi tidak mudah untuk dihitung atau diukur. Maka dipakai prosedur empiris Mc.Garry dan Pescod yaitu: dari suatu analisa data operasional kolam fakultatif di seluruh dunia menunjukkan bahwa beban permukaan BOD₅ maksimal yang dapat dikenakan dalam kolam fakultatif sebelum kolam rusak (yaitu menjadi anaerob secara keseluruhan) berhubungan dengan suhu udara sekitar bulanan rata-rata. Ini diambil sebagai iklim yang paling baik yang dihitung dengan :

$$\lambda_s = 7,5 \times (1,054)^T \dots\dots\dots 2.17$$

dimana:

$$\begin{aligned} \lambda_s &= \text{Beban BOD}_5 \text{ maksimal, kg/ha.hari} \\ T &= \text{suhu, } ^\circ\text{F} \end{aligned}$$

Sedangkan desain untuk kolam fakultatif adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2 Kriteria Desain Untuk Kolam Fakultatif

Parameter	Nilai
Kedalaman, ft	3 - 8
Waktu tinggal, hari	7 - 50
Beban BOD ₅ , lb/acre.hari	20 - 50
Removal BOD ₅ , %	70 - 95
Konsentrasi Algae, mg/L	10 - 100
Konsentrasi efluen SS, mg/L	100 - 350
Rasion resirkulasi	0,2 - 2

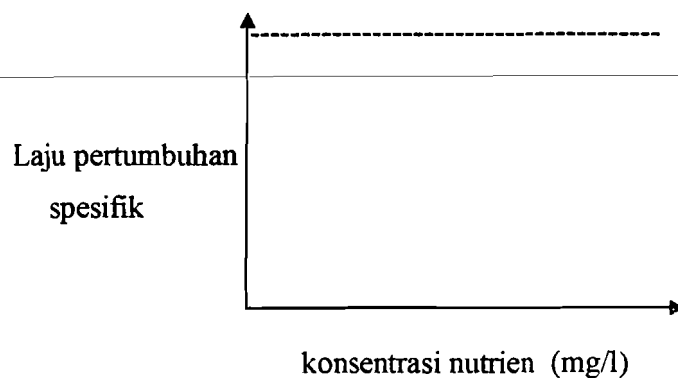
(Sumber : Benefield, L.D dan Randall, 1980)

Untuk mendapat kualitas efluen yang maksimal, ketika memakai sistem kolam untuk mengolah air limbah, oleh *Oswald et al. (1970)* dan *Gloyna dan Aguirre (1970)* merekomendasikan untuk memakai sistem kolam seri. Dimana hal tersebut akan menambah derajat fleksibilitas operasi kolam. Resirkulasi mengembalikan sel *algae* yang aktif, dimana akan membantu proses oksigenasi dan mengembalikan aliran serta mengurangi konsentrasi BOD influen.

2.8 Laju Pertumbuhan Mikroorganisme

Kehadiran mikroorganisme bervariasi terhadap kadar pembebanan organik dan desain kolam stabilisasi. Umumnya pada proses pengolahan air buangan secara biologis ditemukan kehadiran *algae*, bakteri, protozoa dan rotifera.

Laju pertumbuhan mikroorganisme merupakan fungsi konsentrasi organisme, ketersediaan nutrisi dan faktor lingkungan seperti: pH, DO, temperatur (Benefield, 1980).



Gambar 2.7 Grafik Efek Pembatasan Nutrient Pada Pertumbuhan Mikroorganisme (Sumber: Benefield, 1980)

Efek pembatasan nutrient terhadap laju pertumbuhan spesifik terlihat pada gambar 2.7. Dalam proses penguraian zat organik dengan pembebanan tinggi dan waktu detensi konstan terdapat pertumbuhan mikroorganisme yang cepat pada awalnya dan semakin mendekati jumlah konstan.

2.9 Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri selama penguraian senyawa organik pada kondisi aerob (Metcalf and Eddy,1991). Dalam hal ini dapat diinterpretasikan bahwa senyawa organik merupakan makanan bagi bakteri. Parameter BOD digunakan untuk menentukan tingkat pencemar oleh senyawa organik yang dapat diuraikan oleh bakteri. Hasil tes BOD sekarang ini digunakan untuk:

- Menentukan kuantitas oksigen yang akan dibutuhkan untuk stabilisasi biologis bahan-bahan organik yang terkandung.
- Menentukan dimensi fasilitas pengolahan air buangan.
- Menghitung efisiensi beberapa proses pengolahan.

2.10 Chemical Oxygen Demand (COD)

Adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik dalam air, sehingga parameter COD mencerminkan banyaknya senyawa organik yang dioksidasi secara kimia (Metcalf and Eddy,1991). Tes COD digunakan untuk menghitung kadar bahan organik dalam air buangan dan air alami. Ekuivalen oksigen dari bahan organik yang dapat dioksidasi dihitung dengan menggunakan bahan kimia oksidator kuat dalam media asam. Kadar COD

air buangan secara umum lebih besar dari BOD karena lebih banyak senyawa dapat dioksidasi secara kimia daripada biologis.

Perbedaan COD dan BOD₅ (Benefield, 1980) adalah :

- Angka BOD adalah jumlah komponen *organic biodegradable* dalam air buangan, sedangkan tes COD menentukan total organik yang dapat teroksidasi tetapi tidak dapat membedakan komponen *biodegradable / non biodegradable*.
- Beberapa substansi inorganik seperti: sulfat dan tio sulfat, nitrit dan besi - ferrous yang tidak akan terukur dalam tes BOD akan teroksidasi oleh kalium dikromat membuat nilai COD-inorganik yang menyebabkan kesalahan dalam penetapan komposisi organik dalam laboratorium.
- Hasil COD tidak tergantung pada aklimasi bakteri, sedangkan hasil tes BOD amat dipengaruhi *aklimasi seeding* bakteri.

2.11 *Dissolved Oxygen (DO)*

DO dibutuhkan untuk respirasi mikroorganisme aerobik sehingga dapat berlangsung baik seperti bentuk kehidupan aerobik yang lain. Kuantitas oksigen yang sebenarnya dapat terkandung dalam larutan dipengaruhi oleh: *gas solubility*, tekanan parsial gas di atmosfer, temperatur dan salinitas.

Karena kecepatan reaksi biokimia yang menggunakan oksigen meningkat dengan meningkatnya temperatur, tingkat DO cenderung semakin kritis pada musim panas. Masalah sering kali timbul pada musim panas karena aliran badan air biasanya sangat dangkal dan kuantitas total oksigen yang tersedia rendah.

Ketersediaan oksigen terlarut dalam air buangan sangat dibutuhkan karena dapat menjaga formasi dan *noxious odors* (Metcalf and Eddy, 1991).

Konsentrasi DO air buangan pada kolam stabilisasi dapat mencapai 9,3 - 20 mg/L karena aktifitas fotosintesis yang terjadi di siang hari dapat menyebabkan DO amat jenuh (Middlebrooks, 1982).

Tabel 2.3 Hubungan Suhu dan Konsentrasi DO Menurut Middlebrooks

Suhu (°C)	DO (mg/L)	Suhu (°C)	DO (mg/L)
0	14,6	30	7,6
10	11,3	32	7,4
12	10,8	34	7,2
14	10,4	36	7,0
16	10	38	6,8
18	9,5	40	6,6
20	9,2	42	6,4
22	8,8	44	6,2
24	8,5	46	6,0
26	8,2	48	5,8
28	7,9	50	5,6

(Sumber: Fardiaz, 1992)

BAB III

METODE PENELITIAN

Penelitian dapat disebut dengan penelitian alamiah apabila memiliki metode penelitian yang sistematis. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada kolam fakultatif 2B Instalasi Pengolahan Air Kotor Bojongsoang Bandung. Sedangkan analisa air dilakukan di Laboratorium Pengembangan Kesehatan Jalan Sederhana No 5 Bandung.

3.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air limbah kolam fakultatif 2B Instalasi Pengolahan Air Kotor Bojongsoang Bandung.

3.3 Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilakukan selama 10 bulan, terhitung dari bulan Agustus 2004 sampai dengan bulan Mei 2005, yang terdiri dari persiapan penelitian, studi literatur dari bahan-bahan pustaka yang ada, pengambilan sampel, pemeriksaan sampel, serta penyusunan laporan akhir.

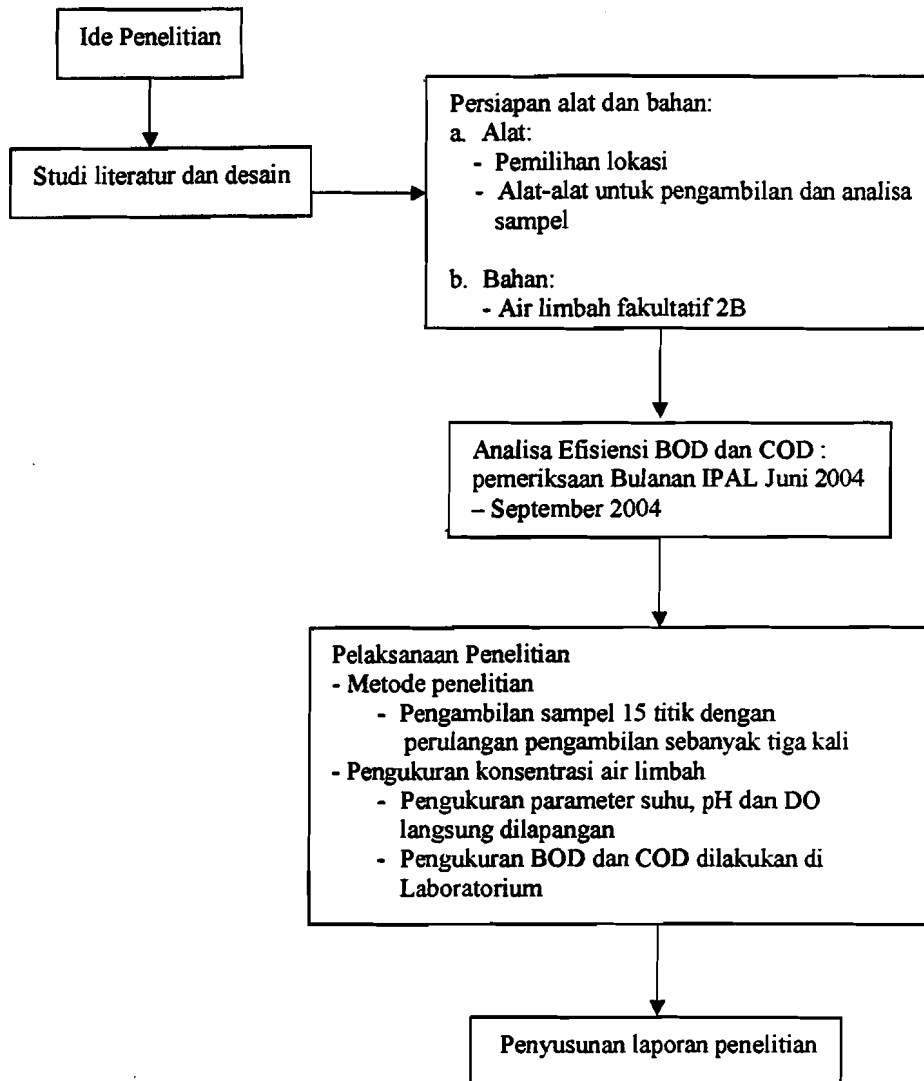
3.4 Parameter Penelitian

Parameter Limbah air domestik yang diamati dalam penelitian ini meliputi: pH, suhu, BOD, COD dan DO dengan variasi waktu pengamatan.

Tabel 3.1 Parameter Kualitas Air Limbah

No	Parameter	Satuan	Bakumutu Limbah Domestik Kep Men LH No 112 tahun 2003	Pengamatan			Metode Pemeriksaan
				I	II	III	
1	pH	-	6 - 9				pH meter
2	Suhu	0C	normal				YSI
3	DO	mg/l					DO meter
4	COD	mg/l	100				Titrimetri
5	BOD	mg/l	100				Winkler

Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar di bawah ini:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Persiapan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Thermometer elektrik
2. pH universal
3. Gelas ukur 500 mL
4. *Coolbox*
5. DO meter, model YSI
6. Ember
7. *Water Sampling*

3.5.2 Metode Sampling

3.5.2.1 Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel Di Kolam

Pengambilan sampel dilakukan pada kolam fakultatif 2B. Pada tahap ini dilakukan studi lapangan untuk memperoleh data tentang kondisi yang ada di lapangan dan mempelajari kemungkinan titik-titik lokasi sampling, dengan perbandingan pengambilan pemilihan lokasi tersebut dapat mewakili kondisi keseluruhan kolam.

Alat pengambilan sampel menggunakan water sampling untuk analisis parameter penunjang menggunakan DO meter model YSI dan gelas ukur 500 mL. Digunakan juga patok untuk mempermudah titik - titik pengambilan sampel.

3.5.2.2 Metode Sampel Dan Frekuensi Sampel

Metode sampel dan frekuensi sampel disesuaikan dengan tujuan penelitian.

- **Pengambilan Sampel**

Pengambilan sampel secara sampel sesaat (*grab sampling*), merupakan volume sampel yang diambil langsung dari badan air. Sampel diambil secara *grab* agar mewaliki kondisi kualitas sampel pada waktu pengambilan secara spesifik. Pengambilan sampel dilakukan sesuai dengan arah aliran air dari inlet menuju outlet dan titik pengambilan sampel sejajar dengan saluran inlet. Total pengambilan sampel sebanyak 45 titik. Adapun lokasi titik sampling dapat dilihat pada Lampiran IX.

- **Variasi Pengamatan**

Variasi pengamatan sampel dilakukan sebanyak tiga kali pengambilan sampel dengan rentang waktu satu minggu.

3.5.3 Pengumpulan Data Sekunder Dari Studi Pustaka

Adapun pengumpulan data sekunder sebagai penunjang penelitian dilakukan dengan mencari informasi ke instalasi atau lembaga yang berwenang yang berkaitan dengan penelitian ini. Sedangkan studi pustaka dilakukan dengan mempelajari teori atau bentuk laporan-laporan penelitian yang berkaitan dengan penelitian.

3.5.4 Pengumpulan Data Primer Di Lapangan

3.5.4.1 Metode Pengambilan Contoh Air

Contoh air yang akan diperiksa harus diambil secara representatif (mewakili seluruh kolam), dengan menggunakan botol aqua. Pemeriksaan contoh air yang tidak langsung disimpan dalam *coolbox* (ditambah es).

3.5.4.2 Analisis Air Di Lapangan

Analisis air di lapangan meliputi antara lain :

- a. Suhu
- b. Derajat keasaman air (pH air)
- c. DO (Dissolved Oxygent)

3.5.4.3 Analisis Air di Laboratorium

Analisis air di laboratorium meliputi:

a. Analisis BOD₅

Prinsip pengukuran BOD₅, pengukuran terdiri dari pengenceran sampel, inkubasi selama 5 hari pada suhu 20⁰ C dan pengukuran oksigen terlarut sebelum dan sesudah inkubasi. Penurunan oksigen terlarut selama inkubasi menunjukkan banyaknya oksigen oksigen yang dibutuhkan oleh sampel air. Oksigen terlarut dianalisis dengan menggunakan metode titrasi *winkler*. Proses analisis BOD₅ dapat dilihat selengkapnya pada lampiran.

b. Analisis COD

Prinsip pengukuran COD yaitu senyawa organik dalam air dioksidasi oleh larutan kalium dikromat dalam suasana asam sulfat pada temperatur sekitar 150⁰ C. Kelebihan kalium dikromat dititrasi oleh larutan ferro

ammonium sulfat (FAS) dengan indikator ferroin. Langkah-langkah analisis COD selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

3.5.4.3 Metode Pengawetan Sampel

Karena pengambilan sampel tiap pengamatan memakan waktu sehari, pemeriksaan laboratorium dilakukan besok harinya sehingga perlu dilakukan pengawetan terhadap sampel.

Tabel 3.2 Metode Pengawetan Sampel

Analisa	Volume (ml)	Cara pengawetan	Batas waktu
BOD ₅	1000	Didinginkan	48 jam
COD	1000	Ditambah H ₂ SO ₄ sampai pH < 2	48 jam

3.6 Analisis Efisiensi Penurunan Kadar BOD dan COD Fakultatif 2B serta Evaluasi Desain sesuai Kriteria Desain Awal

Pada tahapan ini, dilakukan perhitungan efisiensi kolam fakultatif 2B serta dilakukan evaluasi sesuai kriteria desain awal (Lampiran I).



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan pada kolam fakultatif 2B Instalasi Pengolahan Air Kotor Bojongsoang yaitu instalasi yang mengolah air buangan rumah tangga (domestik) dari sistem perpipaan yang berasal dari wilayah Bandung Timur dan Bandung Tengah-Selatan. Instalasi Pengolahan Air Kotor Bojongsoang memiliki 2 seri kolam pengolahan, masing-masing terdiri dari 3 kolam anaerob yang dipasang paralel, dua kolam fakultatif yang dipasang paralel dan kolam maturasi yang dipasang seri.

Kolam fakultatif ini terdapat 3 zone: aerobik, anaerobik dan maturasi. Pengambilan sampel dilakukan 3 kali dalam 3 minggu sebanyak 45 sampel. Untuk pengamatan parameter suhu, pH dan DO dilakukan langsung di lapangan. Untuk pemeriksaan parameter BOD dan COD dilakukan di Laboratorium Pengembangan Kesehatan, Jalan Sederhana No 5 Bandung.

Penelitian tertunda selama 4 bulan, dikarenakan kondisi lapangan yang benar-benar tidak dapat dilakukan penelitian karena kolam kering dan menunggu kolam hingga siap di teliti.

4.1 Analisis Kualitas Limbah Domestik Fakultatif 2B Instalasi Pengolahan Air Limbah Bojongsoang Bandung

4.1.1 Penurunan Konsentrasi BOD₅ (Kebutuhan Oksigen Biologi)

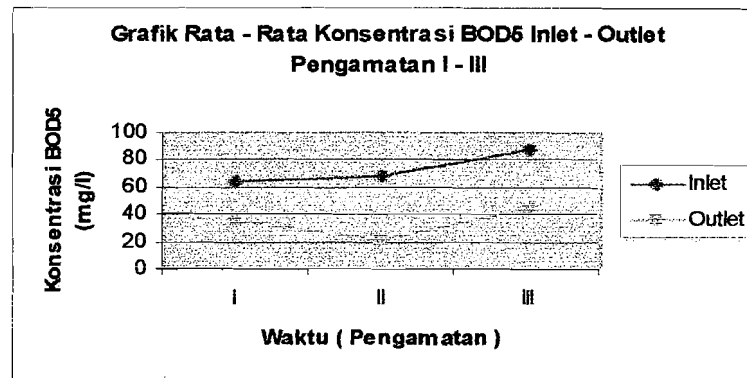
Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri selama penguraian senyawa organik.

Dalam hal ini dapat diinterpretasikan bahwa senyawa organik merupakan makanan bagi bakteri. Parameter BOD digunakan untuk menentukan tingkat pencemar oleh senyawa organik yang dapat diuraikan oleh bakteri. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya penurunan konsentrasi BOD₅ selama 3 kali pengamatan. Penurunan konsentrasi BOD₅ juga terjadi pada permukaan kolam hingga ke dasar kolam. Hal ini disebabkan semakin ke dasar, semakin sedikit sinar matahari yang masuk, sehingga kadar BOD₅ semakin kecil.

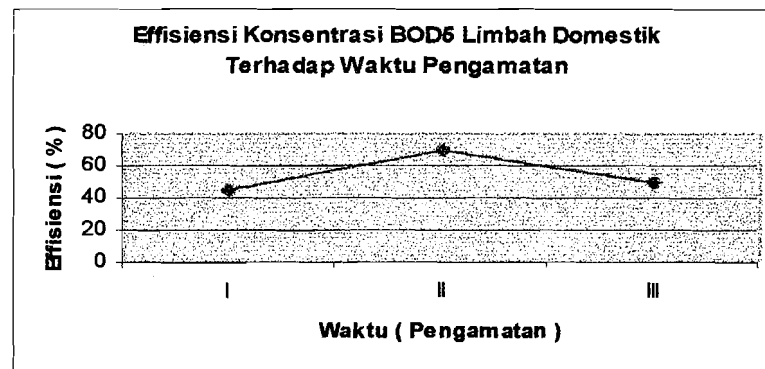
Tabel 4.1 Efisiensi Penurunan Konsentrasi BOD₅ Kolam Fakultatif 2B

Pengamatan	Konsentrasi Inlet (mg/l)	Konsentrasi Outlet (mg/l)	Efisiensi (%)
I	63,59	34,90	45
II	68,52	21,30	70
III	87,70	44,70	50

(Sumber: Hasil Penelitian, 2005)



Gambar 4.1 Grafik Rata-Rata Kadar BOD₅ Inlet-Outlet Pengamatan I-III



Gambar 4.2 Grafik Efisiensi Penurunan Kadar BOD₅ Kolam Fakultatif 2B

Berdasarkan Tabel 4.1 dan Gambar 4.1 menunjukkan bahwa pada pengamatan I terdapat penurunan kadar BOD₅ sebesar 45 % dengan konsentrasi pada inlet sebesar 63,59 mg/l menjadi 34,90 mg/l pada outlet. Untuk pengamatan II mengalami penurunan kadar BOD₅ sebesar 70% dengan konsentrasi pada inlet adalah 68,52 mg/l menjadi 21,30 mg/l pada outlet. Untuk pengamatan III terdapat penurunan kadar BOD₅ sebesar 50% dengan konsentrasi inlet sebesar 87,70 mg/l dan 44,70 mg/l pada outlet. Dimana nilai tersebut masih memenuhi kriteria desain BOD pada inlet dan outlet kolam fakultatif 2B.

Dari grafik efisiensi penurunan kadar BOD₅ terlihat sangat fluktuatif, hal ini dikarenakan pada saat penelitian kolam berada pada peralihan hujan ke musim kemarau. Nilai rata-rata BOD selama tiga kali pengamatan, di dapat nilai rata-rata BOD pada inlet sebesar 73,27 mg/L dan BOD pada outlet sebesar 33,63 mg/L sehingga dapat dihitung nilai efisiensi penurunan COD sebesar:

$$\text{Efisiensi (\%)} = \frac{73,27 - 33,63}{73,27} \times 100 \% = 54 \%$$

Penurunan konsentrasi BOD₅ pada kolam fakultatif 2B terjadi karena adanya hubungan simbiosis mutualisme antara algae dan bakteri dalam kolam. Selain *algae* dan bakteri, terdapat faktor lain yang mendukung proses penguraian bahan organik karbon yang terkandung di dalam limbah, sehingga terjadi penurunan konsentrasi BOD₅ pada kolam fakultatif.

Pada kolam fakultatif ini, *algae* yang tumbuh di kolam memanfaatkan nutrisi dan sinar matahari untuk proses fotosintesis dan bakteri menggunakan oksigen yang dihasilkan oleh *algae* untuk mengoksidasi bahan buangan organik. Karbondioksida yang berasal dari metabolisme bakteri digunakan oleh *algae* untuk fotosintesis kembali.

Dapat dilihat pada pengamatan I, didapat penurunan kadar BOD₅ yang kecil dibandingkan pengamatan II dan III. Hal ini diakibatkan kondisi kolam pada pengamatan I air terlihat berwarna hijau pekat, terdapat *blooming algae* pada kolam sehingga proses fakultatif terganggu.. Hal ini dikarenakan juga pada saat pengamatan I merupakan masa peralihan dari musim hujan ke musim kemarau, sehingga penetrasi cahaya masih sedikit.

Kolam fakultatif merupakan pengolahan secara biologis sehingga proses yang berlangsung tergantung pada kondisi alam sekitar. Sehingga benar-benar ada pemilihan lokasi serta perencanaan yang menunjang dalam pembuatan kolam pengolahan biologis. Dari segi humanis sendiri, untuk menunjang proses fakultatif (diharapkan dapat meningkatkan efisiensi penurunan kadar BOD₅) dapat dilakukan peningkatan pengawasan dan pemeliharaan kolam seperti pemantauan terhadap rumput-rumput liar sekitar kolam dan pemantauan terhadap perkembangbiakan *algae* diatas kolam sehingga proses fakultatif dapat berjalan dengan baik.

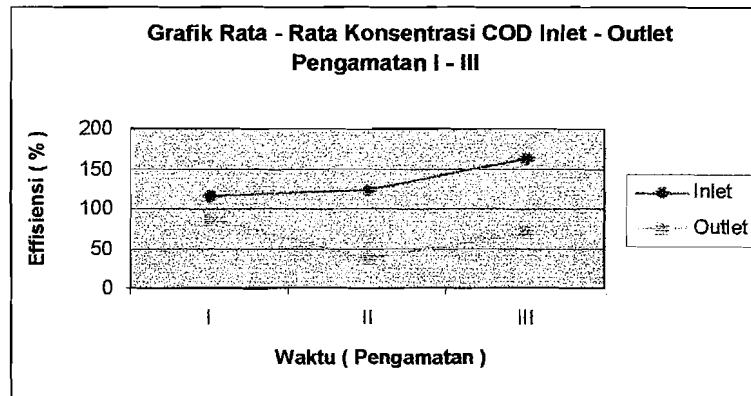
4.1.2 Efisiensi Penurunan Konsentrasi Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)

Adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik dalam air, sehingga parameter COD mencerminkan banyaknya senyawa organik yang dioksidasi secara kimia. Pengukuran nilai COD sangat diperlukan untuk mengukur bahan organik pada air limbah domestik yang mengandung unsur yang beracun bagi mikroorganisme (Metcalf and Eddy, 1991). Di bawah ini dapat dilihat konsentrasi COD selama 3 kali pengamatan.

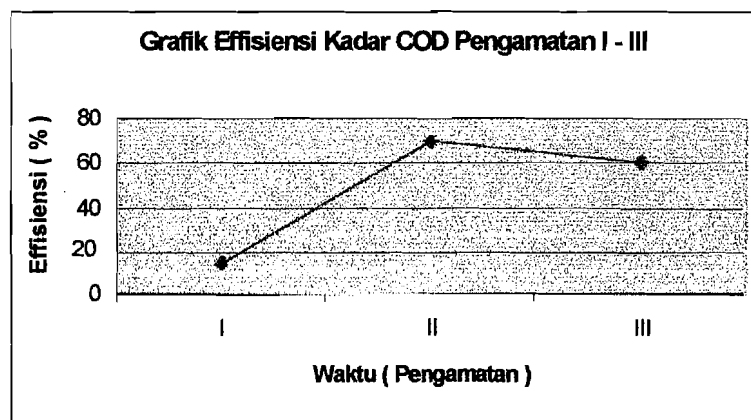
Tabel 4.2 Efisiensi Penurunan Konsentrasi COD Kolam Fakultatif 2B

Pengamatan	Konsentrasi Inlet (mg/l)	Konsentrasi Outlet (mg/l)	Efisiensi (%)
I	116,40	86,75	25
II	122,18	37,38	70
III	163,64	68,78	60

(Sumber: Hasil Penelitian, 2005)



Gambar 4.3 Grafik Rata-Rata Kadar COD Inlet-Outlet Pengamatan I-III



Gambar 4.4 Grafik Efisiensi Penurunan Kadar COD Kolam Fakultaif 2B

Berdasarkan Tabel 4.2 dan Gambar 4.4 menunjukkan bahwa pada pengamatan I terdapat penurunan kadar COD sebesar 25 % dengan konsentrasi pada inlet sebesar 116,40 mg/l menjadi 86,75 mg/l pada outlet. Untuk pengamatan II mengalami penurunan kadar COD sebesar 70% dengan konsentrasi pada inlet adalah 122,18 mg/l menjadi 37,38 mg/l pada outlet. Untuk pengamatan III

163,64 mg/l dan 68,78 mg/l pada outlet. Dimana nilai tersebut masih memenuhi kriteria desain COD pada inlet dan outlet kolam fakultatif 2B. Efisiensi penurunan kadar COD pada pengamatan I sangatlah kecil bila dibandingkan pada pengamatan II dan III, dikarenakan kondisi kolam pada saat pengamatan I adalah kolam sangat pekat berwarna hijau dan banyak timbul genangan *algae* (*blooming algae*) sehingga proses penguraian senyawa pada kolam fakultatif terganggu selain itu juga tumbuh jenis *algae* yang menghasilkan toksin..

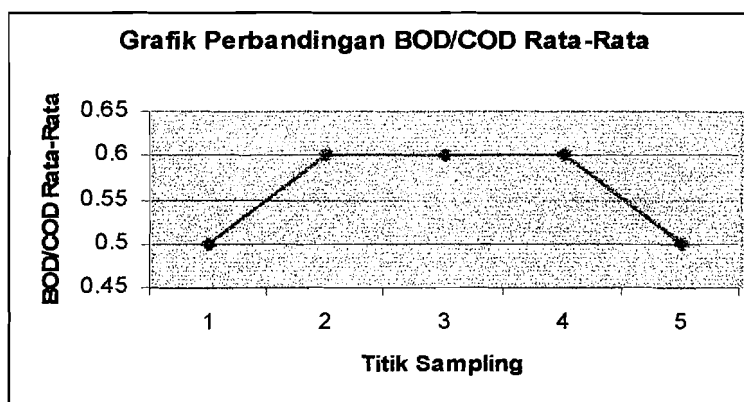
Penguraian bahan organik berlangsung secara cepat dalam kondisi aerobik. Dalam kondisi aerobik terjadi juga proses mineralisasi bahan organik yang menghasilkan karbondioksida dan air. Karbondioksida dan air diperlukan *algae* untuk proses fotosintesis. Dengan bantuan sinar matahari sebagai energi maka proses fotosintesis dapat berlangsung dan menghasilkan karbondioksida dan oksigen. Karbohidrat dan oksigen digunakan mikroorganisme untuk respirasi yang menghasilkan karbondioksida, air dan energi.

Pada pengamatan I, kadar penurunan efisiensi COD lebih kecil dibandingkan pengamatan II dan III. Kolam fakultatif pada saat pengamatan terlihat hijau pekat dengan banyak genangan *algae* (*blooming algae*) dipinggir kolam dan permukaan kolam.

Walaupun proses fotosintesis menghasilkan oksigen tetapi ada kemungkinan suplai oksigen dari atmosfer lebih kecil dibandingkan dengan masuknya karbon organik ke dalam kolam. Proses fakultatif dapat berjalan seimbang apabila jumlah bahan organik yang masuk ke dalam kolam sebanding

dengan jumlah persediaan oksigen. Kekurangan oksigen dalam air serta adanya pelarutan karbondioksida dapat menghambat proses penguraian bahan organik.

Dari ketiga pengamatan, dapat dihitung nilai rata-rata dari BOD dan COD untuk setiap titik sampel. Dapat dilihat pada grafik di bawah ini perbandingan nilai rata-rata BOD dan COD kolam fakultatif 2B:



Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Rata-Rata Kadar BOD dengan COD Pada Kolam Fakultatif 2B

Keterangan:

(Titik 1: Inlet, Titik 2 : Permukaan kolam, Titik 3 :Tengah kolam, Titik 4 : Dasar kolam, Titik 5 : Outlet).

Dari pemeriksaan BOD dan COD selama penelitian, dapat dihitung angka perbandingan antara BOD dengan COD pada air buangan. Angka perbandingan COD dan BOD dapat menunjukkan tingkat kemudahan air buangan tersebut untuk diolah secara biologis. Angka perbandingan yang mendekati satu (1) dapat diolah secara biologis, sedangkan bila angka perbandingan mendekati nol (0) berarti tidak sesuai dilakukan pengolahan secara biologis (Wisnuprpto, 1988). Dari hasil

penelitian didapat angka perbandingan BOD/COD mendekati 1, yang berarti cocok untuk diolah secara biologis.

Nilai rata-rata COD selama tiga kali pengamatan, di dapat nilai rata-rata COD pada Inlet sebesar 134,07 mg/L dan COD pada Outlet sebesar 64,30 mg/L sehingga dapat dihitung nilai efisiensi penurunan COD sebesar:

$$\text{Efisiensi (\%)} = \frac{134,07 - 64,30}{134,07} \times 100 \% = 54 \%$$

4.2 Deskripsi Hasil Analisis Beberapa Parameter Penunjang Pada Kolam Fakultatif 2B Instalasi Pengolahan Air Kotor Bojongsoang

4.2.1 Suhu

Pengukuran suhu dilakukan bersamaan dengan pengukuran DO, menggunakan DO meter model YSI. Suhu merupakan faktor abiotik yang sangat berpengaruh dalam proses fakultatif. Suhu mempengaruhi produksi oksigen. Batas untuk melakukan produksi oksigen secara minimum berkisar 20⁰ C dan optimum pada 45⁰ C, tetapi ada toleransi diantara suhu optimum dan minimum tersebut agar *algae* dapat tetap bisa hidup dan memproduksi oksigen (Pearson,1890).

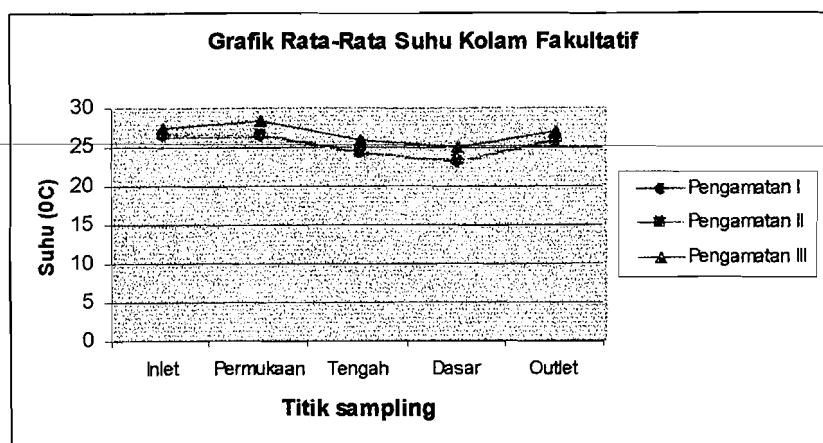
Berdasarkan hasil penelitian suhu air pada beberapa titik sampel menunjukkan angka 23⁰ C – 29⁰ C (dapat dilihat pada Lampiran II). Pengambilan pada satu titik dilakukan sebanyak tiga sampling menurut kedalaman. Berdasar hasil pengamatan pertama rata-rata suhu tertinggi terletak pada titik Inlet dan permukaan, sedangkan suhu terendah ada pada dasar kolam. Berdasarkan pengamatan kedua suhu tertinggi terletak pada titik Inlet dan permukaan,

sedangkan suhu terendah ada pada titik outlet. Berdasarkan pada pengamatan ketiga suhu tertinggi terdapat pada permukaan kolam, sedangkan suhu terendah terdapat pada dasar kolam. Hasil penelitian menunjukkan semakin bertambahnya kedalaman kolam nilai suhu semakin turun diakibatkan semakin berkurangnya sinar matahari yang masuk ke bagian dalam kolam.

Tabel 4.3 Rata-Rata Suhu Kolam Fakultatif 2B Pengamatan I - III

Lokasi Sampling	I	II	III
Inlet	26,5	26,5	27,5
Permukaan	26,5	26,5	28,5
Tengah	24,25	24,25	26
Dasar	23,25	23,25	25
Outlet	26	26	27

(Sumber: Hasil Penelitian, 2005)



Grafik 4.6 Rata-Rata Suhu Kolam Fakultatif 2B Pengamatan I - III

Besarnya suhu pada outlet lebih besar bila dibandingkan inlet dikarenakan intensitas cahaya matahari lebih banyak pada outlet dibandingkan pada inlet. Hal ini dikarenakan pengambilan sampel pada outlet jauh lebih siang dibandingkan pada saat pengambilan sampel pada inlet, sehingga intensitas matahari jauh lebih besar dan akibatnya suhu bertambah besar.

Sampel air diambil pada kondisi permukaan, tengah dan dasar kolam. Dalam hal ini, letak permukaan merupakan titik yang paling memiliki intensitas cahaya tertinggi dibandingkan tengah dan dasar kolam. Tetapi apabila matahari benar-benar terik pada siang hari, matahari dapat menembus hingga dasar kolam, tetapi tetap ada stratifikasi besarnya suhu dalam kolam fakultatif.

Kolam dengan suhu tinggi lebih sensitif terhadap perubahan mendadak kuantitas zat organik dan memiliki laju penyisihan BOD yang lebih tinggi. Aktivitas bakteri menjadi lebih besar pada suhu tinggi dimana digunakan oksigen pada laju yang tinggi. Perubahan temperatur, kadar nutrient, garam-garam terlarut, bentuk geometri kolam punya efek terhadap *blooming* algac. Interaksi antar faktor-faktor tersebut sangatlah kompleks dan sulit dimengerti. Efek dari adanya *blooming* tersebut adalah terjadinya sistem ekologi kolam yang tidak seimbang.

4.2.2 pH

Pemeriksaan pH menggunakan pH universal. pH pada kolam fakultatif berkisar antara 6-8 (dapat dilihat pada Lampiran II). pH menunjukkan tingkat keasaman dan kebasaan dari air. pH dapat mempengaruhi aktivitas organisme

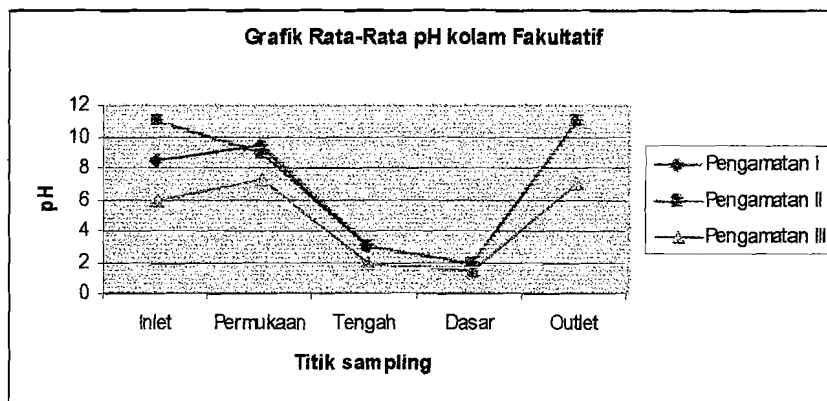
aquatik dan keberadaan suatu senyawa dalam air. Dimana bakteri pengurai dapat melakukan aktivitasnya secara optimum pada pH berkisar 6,5– 8,5 (Krekel, 1980).

Tabel 4.4 Rata-Rata pH Kolam Fakultatif 2B Pengamatan I-III

Lokasi Sampling	I	II	III
Inlet	8,5	11,0	6,0
Permukaan	9,5	9,0	7,25
Tengah	3,0	3,0	2,0
Dasar	2,0	2,0	1,5
Outlet	11	11,0	7

(Sumber: Hasil Penelitian, 2005)

Berdasarkan hasil pengamatan pertama rata-rata pH tertinggi terdapat pada titik outlet sebesar 11 dan pH terendah terdapat pada titik dasar kolam yaitu sebesar 2. Berdasarkan pengamatan II, pH tertinggi terdapat pada titik Inlet dan outlet yaitu sebesar 11. pH terendah pada pengamatan III terdapat pada titik dasar kolam yaitu sebesar 2. Berdasarkan pada pengamatan III, pH tertinggi terdapat pada permukaan kolam sebesar 7,25 sedangkan untuk pH terendah terdapat pada titik dasar kolam yaitu 1,5.



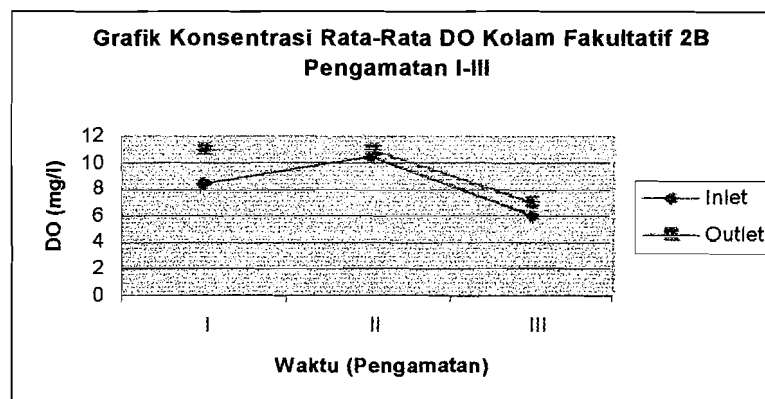
Gambar 4.7 Grafik Rata-Rata pH Kolam Fakultatif 2B Pengamatan I-III

Proses fotosintesis yang terjadi pada kolam fakultatif tergantung pada cahaya, terdapat variasi harian dalam jumlah DO yang ada dalam kolam dan fluktuasi dibawah permukaan bernilai nol dapat terjadi. pH kolam juga mengikuti siklus harian yang meningkat bersama fotosintesis sampai suatu batas maksimal yang mungkin mencapai 10. Hal ini terjadi karena pada kebutuhan puncak *algae* memakai karbondioksida larutan lebih cepat daripada pergantian oleh respirasi bakteri dan akibatnya ion bikarbonat terurai tidak hanya memberikan banyak karbondioksida tetapi juga ion hidroksilalkali yang dapat menaikkan pH:



4.2.3 Oksigen Terlarut (Dissolved Oxygen)

Pemeriksaan oksigen terlarut menggunakan DO meter. Stratifikasi pada kolam fakultatif terjadi karena perbedaan besarnya intensitas sinar matahari untuk tiap kedalaman.



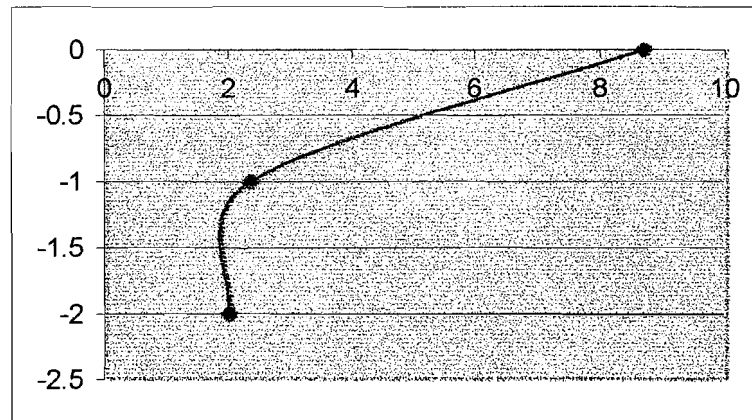
Gambar 4.8 Grafik Konsentrasi Rata-Rata DO Kolam Fakultatif 2B

Tabel 4.5 Rata-Rata Konsentrasi DO Pada Kolam Fakultatif 2B

Titik Sampling	Permukaan Kolam (0 m)	Tengah Kolam (1 m)	Dasar Kolam (2 m)
1	8,67	2,33	2,00
2	6,67	2,67	2,00
3	8,00	2,33	1,67
4	8,00	3,00	2,33

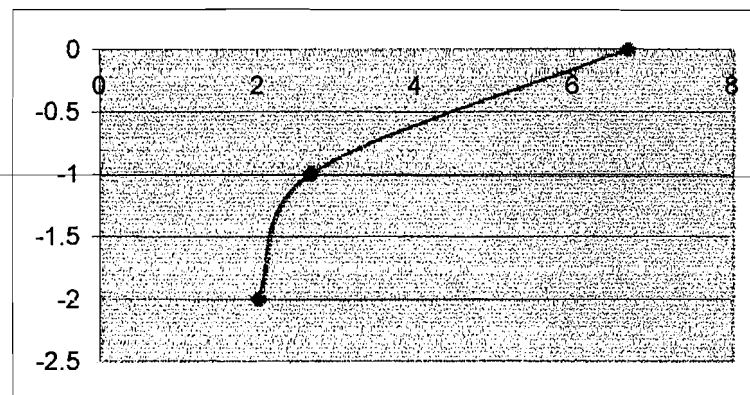
(Sumber: Hasil Penelitian, 2005)

Pengambilan pada satu titik sampel dilakukan sebanyak 3 kali, yaitu pada permukaan kolam, tengah kolam dan dasar kolam. Dari hasil penelitian didapat kadar rata-rata DO titik 1 pada permukaan adalah 8,67 mg/l, pada tengah kolam adalah 2,33 mg/l dan pada dasar kolam adalah 2 mg/l. Dapat dilihat kadar DO pada permukaan permukaan kolam lebih besar dari kadar DO tengah dan dasar kolam.

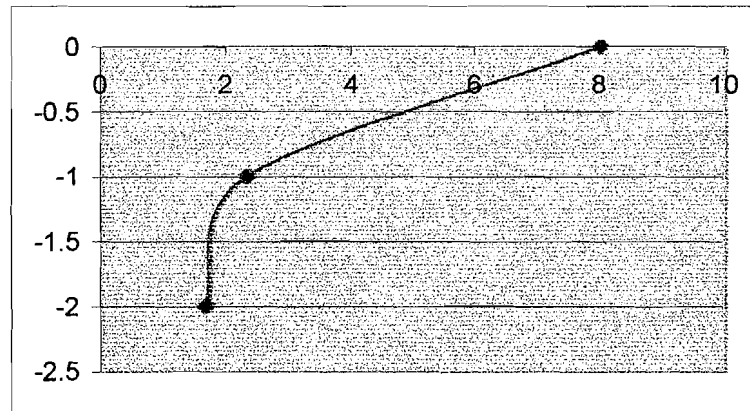


Gambar 4.9 Stratifikasi DO Titik 1 Kolam Fakultatif 2B

Pengamatan pada titik 1 didapat kadar DO pada permukaan adalah 8,67 mg/l, pada tengah kolam kadar DO adalah 2,33 mg/l dan pada dasar kolam sebesar 2,00 mg/l. Pengamatan pada titik 2 didapat kadar DO pada permukaan adalah 6,67 mg/l, pada tengah kolam kadar DO adalah 2,67 mg/l dan pada dasar kolam sebesar 2,00 mg/l.

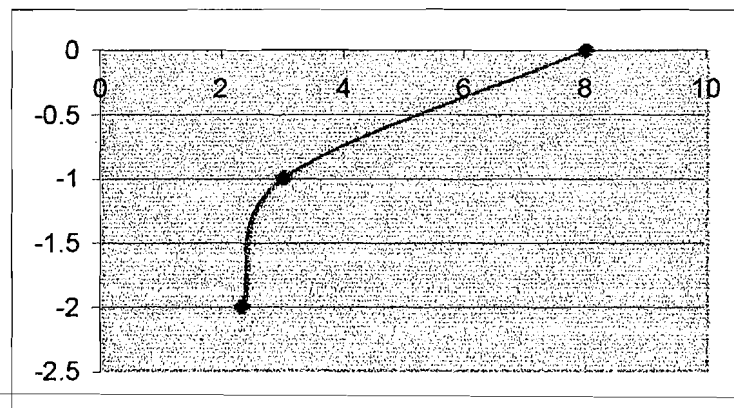


Gambar 4.10 Stratifikasi DO Titik 2 Kolam fakultatif 2B



Gambar 4.11 Stratifikasi DO Titik 3 Kolam Fakultatif 2B

Pengamatan pada titik 3, kadar DO pada permukaan adalah 8,00 mg/l, pada tengah permukaan adalah 2,33 mg/l dan dasar kolam adalah 1,67 mg/l.



Gambar 4.12 Stratifikasi DO Titik 4 Kolam Fakultatif 2B Pengamatan I-III

Pengamatan pada titik 4, konsentrasi DO pada permukaan kolam adalah 8,00 mg/l, pada tengah kolam adalah 3,00 mg/l dan pada dasar kolam adalah 2,33 mg/l. Kadar DO pada titik 4 lebih besar daripada kadar DO pada titik 1, hal ini

dikarenakan semakin banyaknya oksigen yang diperlukan oleh *algae* untuk proses pengolahan biologis.

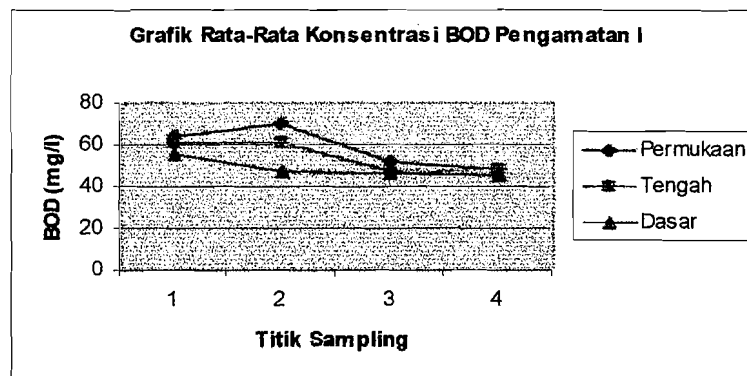
Hal ini terjadi karena adanya stratifikasi pada kolam fakultatif. Pada kondisi ini suhu yang tinggi akan berada dekat permukaan dan suhu yang rendah pada dasar permukaan. Kerapatan air akan dipermukaan kolam akan menurun dengan bertambahnya suhu, maka kerapatan cairan dipermukaan kolam berkurang dengan meningkatnya suhu. Oleh karena itu, *nonmotile algae* akan bergerak dari suhu yang tinggi dan menjadi lapisan yang letaknya lebih dalam. Lapisan *algae* yang tebal akan mencegah penetrasi cahaya ke dalam kolam, sehingga mengurangi jumlah *algae* di zona fotik. Akibatnya nilai DO permukaan lebih besar dari DO tengah dan dasar kolam.

Terlihat bahwa nilai kadar DO dipermukaan kolam bisa melebihi kadar jenuhnya karena selain dioksigenasi oleh proses fotosintesis juga di aerasi oleh angin yang berkontribusi total DO. Adanya stratifikasi akibat fotosintesis terjadi gradien DO.

Oksigen terlarut (DO) dapat berasal dari proses fotosintesis tanaman air dan difusi gas. Konsentrasi air murni dalam keadaan jenuh bervariasi tergantung suhu dan tekanan (sepaimana dijelaskan pada Bab II). Fotosintesis dalam kolam fakultatif dapat meningkatkan DO air buangan yang telah terolah hingga 50 % dari DO air murni (Middlebrooks, 1982).

4.2.4 Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD)

Dari hasil pengamatan I, konsentrasi BOD₅ untuk titik 1, pada permukaan konsentrasi BOD₅ adalah sebesar 63,20 mg/l, pada tengah kolam sebesar 60,80 mg/l dan pada dasar kolam yaitu 55,30 mg/l. Untuk titik 2, pada permukaan kolam sebesar 70,40 mg/l, pada tengah kolam adalah sebesar 61,20 mg/l dan pada dasar kolam adalah sebesar 47,47 mg/l. Untuk titik 3, pada permukaan kolam sebesar 51,60 mg/l, pada tengah kolam adalah sebesar 47,50 mg/l dan pada dasar kolam adalah sebesar 46,80 mg/l. Untuk titik 4, pada permukaan kolam sebesar 48,50 mg/l, pada tengah kolam adalah sebesar 48,00 mg/l dan pada dasar kolam adalah sebesar 45,10 mg/l.

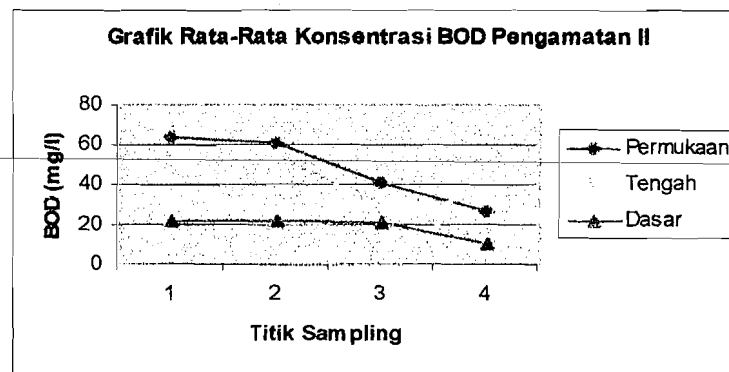


Gambar 4.13 Grafik Konsentrasi BOD₅ Kolam Fakultatif 2B Pengamatan I

Dari hasil penelitian didapat bahwa konsentrasi BOD₅ pada permukaan lebih besar dari tengah dan dasar kolam. Konsentrasi BOD₅ untuk titik 1 dan 2 hampir berdekatan, karena pengambilan sampel pada titik 1 & 2 sejajar berjarak 10 m dari Inlet 1 dan Inlet 2. Kondisi kolam pada saat pengambilan sampel dapat dikatakan belum fit, dikarenakan masih dalam peralihan musim hujan ke musim

kemarau. Air limbah berwarna hijau pekat, banyak timbulnya genangan *algae* dipermukaan dan pinggir kolam serta timbul bau yang menyengat dari kolam. Pengambilan sampel untuk titik 3 dan 4 berjarak 250 m dari titik 1 dan 2. Pada titik ini, air kolam masih berwarna hijau pekat tapi jarang sekali ada genangan *algae*.

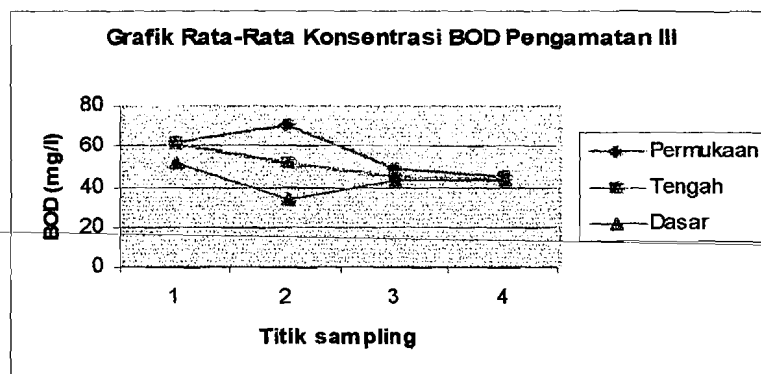
Berdasarkan pengamatan II, konsentrasi BOD₅ untuk titik 1, pada permukaan konsentrasi BOD₅ adalah sebesar 63,90 mg/l, pada tengah kolam sebesar 41,90 mg/l dan pada dasar kolam yaitu 40,70 mg/l. Untuk titik 2, pada permukaan kolam sebesar 60,95 mg/l, pada tengah kolam adalah sebesar 53,3 mg/l dan pada dasar kolam adalah sebesar 22,00 mg/l. Untuk titik 3, pada permukaan kolam sebesar 40,50 mg/l, pada tengah kolam adalah sebesar 30,50 mg/l dan pada dasar kolam adalah sebesar 21,00 mg/l. Untuk titik 4, pada permukaan kolam sebesar 26,43 mg/l, pada tengah kolam adalah sebesar 11,10 mg/l dan pada dasar kolam adalah sebesar 10,70 mg/l.



Gambar 4.14 Grafik Konsentrasi BOD₅ Kolam Fakultatif 2B Pengamatan II

Dalam kolam fakultatif ini juga terjadi pengadukan. Dimana pengadukan ini dapat meminimalkan pembentukan daerah stagnasi dalam kolam. Dengan adanya pengadukan *algae* yang tidak bergerak (*non mobile algae*) dapat terangkat ke zona yang menerima penetrasi cahaya secara efektif (zona fotik).

Dari hasil pengamatan III, konsentrasi BOD₅ untuk titik 1, pada permukaan konsentrasi BOD₅ adalah sebesar 61,80 mg/l, pada tengah kolam sebesar 60,85 mg/l dan pada dasar kolam yaitu 51,50 mg/l. Untuk titik 2, pada permukaan kolam sebesar 70,69 mg/l, pada tengah kolam adalah sebesar 52,20 mg/l dan pada dasar kolam adalah sebesar 33,50 mg/l. Untuk titik 3, pada permukaan kolam sebesar 48,6 mg/l, pada tengah kolam adalah sebesar 44,74 mg/l dan pada dasar kolam adalah sebesar 44,60 mg/l. Untuk titik 4, pada permukaan kolam sebesar 45,00 mg/l, pada tengah kolam adalah sebesar 44,00 mg/l dan pada dasar kolam adalah sebesar 43,00 mg/l.



Gambar 4.15 Grafik Konsentrasi BOD₅ Kolam Fakultatif 2B Pengamatan III

Kadar BOD dipermukaan kolam lebih besar daripada kadar BOD pada tengah dan dasar kolam. Pada permukaan kolam terdapat *algae* yang menghalangi

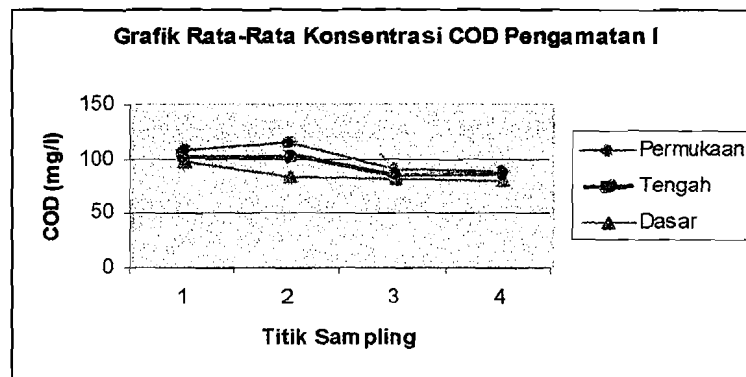
proses pengadukan secara alami oleh angin sehingga tidak dapat meminimalkan daerah stagnasi dan tidak menjamin distribusi vertikal yang seragam dari BOD dan oksigen. Kondisi aerob dalam kolam dipengaruhi oleh beban BOD. Zone aerob terjadi pada siang hari sampai dasar kolam, pada malam hari hingga zone setengah kedalaman kolam dianggap proporsi BOD yang disisihkan secara aerob lebih besar (Arceivala, 1973).

Kadar BOD dapat naik (dapat dilihat pada Inlet 1 dan titik 1A) diakibatkan karena adanya degradasi zat organik yang minim terjadi karena kondisi pH yang tinggi meskipun nilai DO turun. Pada sore hari nilai DO turun, mengakibatkan nilai BOD naik karena ditambah dengan kebutuhan oksigen untuk respirasi algae. Selama musim panas tingkatan degradasi tinggi dan menurut teori terjadi keseimbangan BOD yang rendah di dalam kolam dengan beban BOD yang tinggi dari lumpur. Selama musim dingin tingkatan degradasi adalah rendah menyebabkan keseimbangan BOD yang relatif tinggi dalam kolam tetapi beban BOD dari lumpur rendah. Kedua proses bekerja secara simultan, cenderung untuk menghapuskan dan menurunkan variasi siklik dari BOD kolam.

4.2.5 Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)

Banyaknya oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan organik yang dapat teroksidasi dapat diukur dengan menggunakan senyawa oksidator kuat dalam kondisi asam (Metcalf and Eddy, 1991). Berdasarkan pengamatan I, konsentrasi COD untuk titik 1, pada permukaan konsentrasi COD adalah sebesar 107,64 mg/l, pada tengah kolam sebesar 99,70 mg/l dan pada dasar kolam yaitu

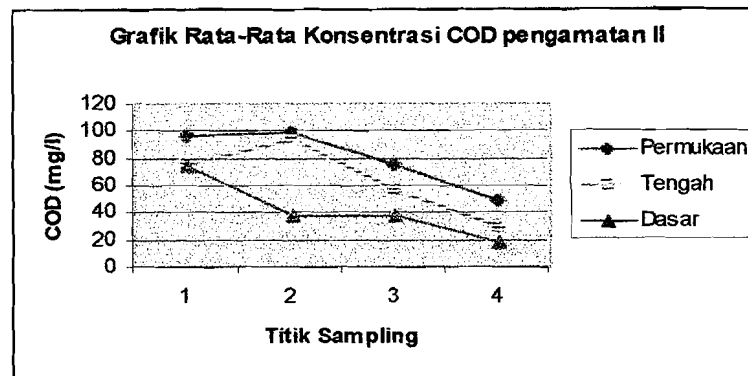
107,64 mg/l , pada tengah kolam sebesar 99,70 mg/l dan pada dasar kolam yaitu 97,51 mg/l. Untuk titik 2, pada permukaan kolam sebesar 115,38 mg/l , pada tengah kolam adalah sebesar 104,35 mg/l dan pada dasar kolam adalah sebesar 83,62 mg/l. Untuk titik 3, pada permukaan kolam sebesar 91,12 mg/l, pada tengah kolam adalah sebesar 87,92 mg/l dan pada dasar kolam adalah sebesar 82,50 mg/l. Untuk titik 4, pada permukaan kolam sebesar 88,52 mg/l, pada tengah kolam adalah sebesar 85,15 mg/l dan pada dasar kolam adalah sebesar 79,51 mg/l.



Gambar 4.16 Grafik Konsentrasi COD Kolam Fakultatif 2B Pengamatan I

Berdasarkan pengamatan II, konsentrasi COD untuk titik 1, pada permukaan konsentrasi COD adalah sebesar 96,67 mg/l, pada tengah kolam sebesar 75,19 mg/l dan pada dasar kolam yaitu 74,19 mg/l. Untuk titik 2, pada permukaan kolam sebesar 98,77 mg/l , pada tengah kolam adalah sebesar 93,99 mg/l dan pada dasar kolam adalah sebesar 37,59 mg/l. Untuk titik 3, pada permukaan kolam sebesar 75,19 mg/l, pada tengah kolam adalah sebesar 56,39 mg/l dan pada dasar kolam adalah sebesar 37,59 mg/l. Untuk titik 4, pada

permukaan kolam sebesar 48,79 mg/l, pada tengah kolam adalah sebesar 28,80 mg/l dan pada dasar kolam adalah sebesar 18,80 mg/l.

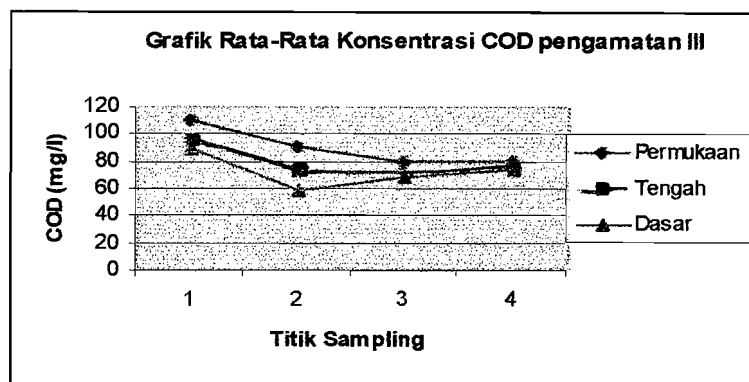


Gambar 4.17 Grafik Konsentrasi COD Kolam Fakultatif 2B Pengamatan II

Besar kecilnya COD akan mempengaruhi jumlah pencemar oleh zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologi dan mengakibatkan berkurangnya jumlah oksigen terlarut dalam air. Penurunan konsentrasi COD dapat secara optimal terjadi dengan waktu detensi yang cukup, bahan organik yang terdapat dalam limbah cair mengalir melewati partikel-partikel tanah dengan waktu detensi yang cukup sehingga akan memberikan kesempatan yang lebih lama antara mikroorganisme, *algae* dan air limbah.

Berdasarkan pengamatan III, konsentrasi COD untuk titik 1, pada permukaan konsentrasi COD adalah sebesar 109,90 mg/l, pada tengah kolam sebesar 96,54 mg/l dan pada dasar kolam yaitu 89,76 mg/l. Untuk titik 2, pada permukaan kolam sebesar 90,91 mg/l, pada tengah kolam adalah sebesar 72,73 mg/l dan pada dasar kolam adalah sebesar 59,06 mg/l. Untuk titik 3, pada permukaan kolam sebesar 78,84 mg/l, pada tengah kolam adalah sebesar 69,74

mg/l dan pada dasar kolam adalah sebesar 68,64 mg/l. Untuk titik 4, pada permukaan kolam sebesar 78,88 mg/l, pada tengah kolam adalah sebesar 75,65 mg/l dan pada dasar kolam adalah sebesar 73,44 mg/l.



Gambar 4.18 Grafik Konsentrasi COD Kolam Fakultatif 2B Pengamatan III

Nilai COD sangat fluktuasi sama dengan nilai BOD karena biasanya nilai COD lebih besar daripada nilai BOD. Dimana nilai-nilai nilai tersebut mempunyai perbandingan yang konstan antara 0,65 – 0,85.

4.3 Evaluasi Desain Kolam Fakultatif 2B

4.3.1 Tinjauan Efisiensi Penyisihan Beban BOD & COD Berdasarkan Dimensi dan Debit Desain

Instalasi Pengolahan Air Kotor Bojongsoang Bandung merupakan instalasi pengolahan air limbah domestik yang bernaung di bawah PDAM Bandung. Sebagaimana diketahui IPAL Bojongsoang merupakan pengolahan limbah domestik yang berupa kolam stabilisasi terdiri dari kolam anaerobik, fakultatif dan maturasi. Kriteria desain masing-masing kolam dapat dilihat pada Lampiran I.

Berikut adalah perhitungan dimensi kolam dan penyisihan BOD berdasarkan kriteria desain kolam fakultatif:

Diketahui:

- Debit rata-rata : 80.835 m³/hari
- Luas permukaan : 86.407 m²
- BOD influen : 144 mg/L
- BOD efluen : 50 mg/L
- COD influen : 200 mg/L
- COD efluen : 100 mg/L

Maka:

$$- K_T = K_{30} \times 1,085^{T-30}$$

$$K_{23} = 0,80 \times 1,085^{23-30} = 0,452 \text{ /hari}$$

$$- \text{Waktu detensi (td)} = \frac{(S_o/S_e) - 1}{K_T} = \frac{(144/50) - 1}{0.452} = 4.16 = 5 \text{ hari}$$

- Efisiensi penyisihan BOD

$$N = [(S_o - S_e) / S_o] \times 100\%$$

$$= [(144 - 50) / 144] \times 100\% = 65\%$$

- Efisiensi penyisihan COD

$$N = [(S_o - S_e) / S_o] \times 100\%$$

$$= [(200 - 100) / 100] \times 100\% = 50 \%$$

4.3.2 Tinjauan Efisiensi Penyisihan Beban BOD & COD Berdasarkan Debit

Aktual

Evaluasi desain kolam fakultatif 2B meliputi: evaluasi efisiensi dan waktu detensi terhadap desain awal kolam Fakultatif 2B dan dibandingkan dengan pemeriksaan secara rutin IPAL (Sept'03 – Juni'04) adalah dibawah ini:

Perhitungan waktu detensi dan efisiensi penyisihan BOD berdasarkan debit aktual

PENGAMATAN I

Diketahui:

- Debit : 9095 m³/hr
- BOD influen : 63,59 mg/L
- BOD efluen : 34,9 mg/L
- COD influen : 116,4 mg/L
- COD efluen : 86,75 mg/L
- K_r : 0,542 /hr

Maka:

$$\begin{aligned}
 \text{- Waktu detensi td} &= \frac{L \times H}{Q} \\
 \text{- Waktu detensi td} &= \frac{86.407 \text{ m}^2 \times 2 \text{ m}}{9095 \text{ m}^3/\text{hr}} \\
 &= 19 \text{ hari} \\
 \text{- Efisiensi penyisihan BOD} &= \frac{63,59 - 34,9}{63,59} \times 100 \% = 45 \%
 \end{aligned}$$

$$\text{- Efisiensi penyisihan COD} = \frac{116,4 - 86,75}{116,4} \times 100 \% = 25 \%$$

PENGAMATAN II

Diketahui:

- Debit : 18.725 m³/hr
- BOD influen : 68,02 mg/L
- BOD efluen : 21,30 mg/L
- COD influen : 112,18mg/L
- COD efluen : 37,38 mg/L
- K_T : 0,542 /hr

Maka:

$$\begin{aligned} \text{- Waktu detensi td} &= \frac{L \times H}{Q} \\ \text{- Waktu detensi td} &= \frac{86.407 \text{ m}^2 \times 2 \text{ m}}{18.725 \text{ m}^3/\text{hr}} \\ &= 9 \text{ hari} \\ \text{- Efisiensi penyisihan BOD} &= \frac{68,02 - 21,30}{68,02} \times 100 \% = 68 \% \end{aligned}$$

$$\text{- Efisiensi penyisihan COD} = \frac{112,18 - 37,38}{112,18} \times 100 \% = 67 \%$$

PENGAMATAN III

Diketahui:

- Debit : 21.000 m³/hr
- BOD influen : 87,7 mg/L
- BOD efluen : 44,70 mg/L

- COD influen : 163,64 mg/L
- COD efluen : 68,76 mg/L
- K_T : 0,542 /hr

Maka:

$$\begin{aligned}
 \text{- Waktu detensi td} &= \frac{L \times H}{Q} \\
 \text{- Waktu detensi td} &= \frac{86.407 \text{ m}^2 \times 2 \text{ m}}{21.000 \text{ m}^3/\text{hr}} \\
 &= 8 \text{ hari} \\
 \text{- Efisiensi penyisihan BOD} &= \frac{87,7 - 44,70}{87,70} \times 100 \% = 50 \% \\
 \text{- Efisiensi penyisihan COD} &= \frac{163,64 - 68,76}{163,64} \times 100 \% = 60 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil penelitian dilakukan evaluasi terhadap parameter BOD, COD dan waktu detensi yang dapat dilihat pada Tabel 4.7 dibawah ini:

Tabel 4.6 Data Evaluasi Pada Kolam Fakultatif 2B

Parameter	Desain	Aktual
BOD ₅ (%)	65	Pengamatan I: 45 Pengamatan II: 68 Pengamatan III: 50
COD (%)	50	Pengamatan I: 25 Pengamatan II: 67 Pengamatan III: 60
Waktu Detensi (hari)	5 - 7	Pengamatan I: 19 Pengamatan II: 9 Pengamatan III: 8

(Sumber: Hasil Penelitian, 2005)

Dari pengamatan I, masih merupakan masa peralihan dari musim hujan ke musim kemarau. Pengambilan sampel pada pengamatan pertama dimulai pukul 09.00 pagi, tetapi matahari sudah menyengat. BOD₅ dan COD mengalami penurunan kadar sebesar 45% dan 25%. Angka ini masih dibawah angka kriteria desain kolam fakultatif 2B. hal ini disebabkan :

- Pada saat penelitian berada pada masa hujan dengan intensitas tinggi yang berlangsung terus-menerus sehingga lumpur naik karena terjadi flotasi akibat udara yang ditimbulkan pada zone anaerob (terbentuk gas), hal ini mengganggu kondisi kolam.
- Terjadinya pencampuran akibat penambahan air hujan yang mengakibatkan naiknya *hydraulic loading* (penambahan debit) dan waktu detensi berkurang. Dalam kondisi seperti ini, kondisi fakultatif tidak tercapai dan pengembalian ke kondisi efisiensi optimum memerlukan waktu.

Pada pengamatan II, terlihat efisiensi BOD₅ dan COD sebesar 68% dan 67%. Angka ini menunjukkan adanya kenaikan efisiensi BOD₅ dan COD dibandingkan kriteria desain fakultatif 2B. Pada pengamatan III, untuk parameter BOD₅ terjadi penurunan sebesar 50%. Angka ini masih berada dibawah kriteria desain, walaupun dalam rentang sedikit. Sedangkan untuk penurunan COD adalah sebesar 60%. Angka ini menunjukkan angka yang lebih besar dari kriteria desain kolam fakultatif 2B.

Kolam fakultatif merupakan pengolahan limbah secara biologis, sehingga proses yang terjadi sangat bergantung pada alam. Untuk menunjang proses

fakultatif dapat dilakukan monitoring terhadap proses pengolahan sebelum masuk kolam fakultatif, diantaranya monitoring pada alat penyaringan sampah pada pengolahan fisik hingga monitoring pada kolam anaerobik. Pemeliharaan pada kolam fakultatif sendiri dapat dilakukan dengan monitoring genangan *algae* dan rumput liar sekitar kolam.

Evaluasi waktu detensi terhadap kriteria desain kolam fakultatif 2B, untuk pengamatan I adalah sebesar 19 hari. Hal ini diakibatkan debit yang masuk jauh lebih kecil dari kriteria desain yaitu sebesar $9095 \text{ m}^3/\text{hr}$. Sehingga ketinggian air tidak mencapai permukaan kolam, terlihat air kolam sangat hijau pekat dan timbul bau. Dalam hal ini proses kolam kurang berjalan dengan baik karena kurangnya pengenceran, sehingga penurunan konsentrasi BOD_5 dan COD sangatlah kecil. IPAL Bojongsoang telah memiliki panel debit pada saluran masuk IPAL, sehingga tidak akan terjadi over debit, tetapi limit debit dapatlah terjadi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Dari hasil penelitian kualitas air pada pengoperasian Instalasi Pengolahan Air Kotor Bojongsoang adalah :

1. Dari hasil penelitian, didapat kadar BOD rata-rata pada Inlet adalah 73,27 mg/L dan BOD rata-rata pada Outlet adalah 33,63 mg/L. Dalam hal ini efisiensi penurunan BOD sebesar 54 % atau mendekati kriteria desain awal kolam fakultatif 2B (60-65 %). Kadar COD pada Inlet adalah 134,07 mg/L dan pada Outlet sebesar 64,30 mg/L, dalam hal ini kadar penurunan kadar COD adalah sebesar 54% masuk dalam kriteria desain awal (50%).
2. Dari hasil evaluasi desain berdasarkan waktu detensi masih melebihi kriteria desain kolam fakultatif (5 – 7 hari). Hal ini disebabkan debit yang masuk masih di bawah kriteria desain.

5.2 SARAN

1. Untuk meningkatkan efisiensi penurunan kadar BOD dan COD perlu dilakukan pengawasan dan perawatan kondisi kolam, seperti: pembersihan rumput di sekitar kolam secara teratur, pegontrolan *algae* agar tidak terjadi *blooming algae*, dan *seeding* bakteri bila bakteri dalam kolam fakultatif kurang aktif.
2. Penambahan bak *Equalisasi* untuk pengendalian fluktuasi debit dan pembebanan beban organik yang merata. Untuk jumlah penambahan bak

equalisasi dapat disesuaikan dengan kondisi peralatan mekanikal yang telah ada.

3. Penelitian sebaiknya dilakukan pada waktu/ musim yang sama, agar hasil penelitian yang diperoleh lebih baik dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1995, *Instalasi Pengolahan Air Kotor Bojongsoang dan Data Teknik*, Perusahaan Daerah Air Minum Kotamadya Bandung.
- Anonim, 2004, *Hasil Pemeriksaan Kualitas Air Pada Kolam Pengolahan Bojongsoang*, Divisi Air Kotor PDAM Bandung.
- Arceivala, S.J. 1973. *Simple Waste Treatment Methods*. Middle East Technical University. Ankara.
- Bamayi, Askinin, 1990, *Perencanaan Teknik Air Limbah Instalasi Pengolahan Air Limbah dan Instalasi Pengolahan Limbah Tinja*, Bandung.
- Benfield, L.D dan C.W. Randall. 1980. *Biological Process Design For Wastewater Treatment*. Prentice - Hall Inc. USA.
- Djoko, Bowo, 1996, *Teknik Pengolahan Limbah Secara Biologis*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Earnest, Gloyna., 1971, *Waste Stabilization Pond*, World Health Organization, Geneva.
- Fair, Gordon Maskew, John Charles Geyer and Daniel Alexander Okun, 1968, *Water and Wastewater Engineering*, New York: John Willey and Sons, Inc.
- Herlina, Cucu., 1999, *Pengaruh Beberapa Parameter Pemunjang Terhadap Proses Amonifikasi Pada Kolam Anaerob Kolam Stabilisasi*, Universitas Ahmad Yani Bandung.
- Hudori dan Ketut, 1999, *Studi Sistem Pengolahan Limbah PT Pengembangan Pariwisata Bali (BTDC)*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Krekel, 1980, *Bio Treatment Of Wastewater*, John Willey and Sons, New York.
- Lehr, J.H.T.E Gass, W.A. Petty John, and J. De Marre., 1980, *Domestic Water Treatment*, Mc Graw Hill, USA.
- Malina, J.F dan R.A. Rios. 1976. *Anaerobic Ponds. In Ponds as A Wastewater Treatment Alternative*. University Of Texas Press. Texas.
- Mara, D. 1976. *Sewage Treatment in Hot Climates*, John Willey and Sons, Inc. Chichester. UK.

- Mc Kinney Rose E. 1962. *Microbiology For Sanitary Engineers*. Mc Graw-Hill Book. USA.
- Metcalf and Eddy. 1991. *Wastewater Engineering. Treatment Disposal and Reuse*. Mc Graw - Hill Book Company. Singapore.
- Middlebrooks, J.E.,C.H. Middlebrooks, J.H. Reynolds, G.Z.Watters, S.C.Reed, and D.B. George. 1982. *Wastewater Stabilization Lagoon Design, Performance and Upgrading*. Macmillan Publishing Co. Inc. New York. USA.
- Pearson, H.1990. *The Biology Of Waste Stabilization Ponds*. Asian Institute Of Technology. Bangkok. Thailand.
- Reynolds, J.H., R.E. Swiss, C.A. Macko, and E.J. Middlebrooks. 1977. *Performance Evaluation Of An Existing Seven - Cell Lagoon System*. Utah Water Research Laboratory. USA.
- Rich, Linvil G. 1963. *Unit Process Of Sanitary Engineering*. John Willey and Sons, Inc. New York.
- Sawyer, C.N. 1967. *Chemistry For Sanitary Engineers*. Mc Graw - Hill Book Co. Tokyo.
- Tebutt.T.H.Y., 1973, *Water Science and Technology*, London.

LAMPIRAN - LAMPIRAN

LAMPIRAN I

ANALISA LABORATORIUM

1. Analisa BOD₅

Prinsip pengukuran BOD₅, pengukuran terdiri dari pengenceran sampel, inkubasi selama 5 hari pada suhu 20⁰ C dan pengukuran oksigen terlarut sebelum dan sesudah inkubasi. Penurunan oksigen terlarut selama inkubasi menunjukkan banyaknya oksigen oksigen yang dibutuhkan oleh sampel air. Oksigen terlarut dianalisis dengan menggunakan metode titrasi winkler. Proses analisis BOD₅ dapat dilihat dibawah ini:

- ALAT:
- Botol BOD
- Inkubator
- Aerator
- Erlenmeyer
- Pipet
- Karet Hisap
- Buret
- Corong

- **BAHAN:**
 - Thiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)
 - Alkali Iodida
 - Asam Sulfat pekat (H_2SO_4)
 - Buffer Pospat
 - Magnesium Sulfat (MgSO_4)
 - Kalsium Klorida (CaCl_2)
 - Mangan Sulfat (MnSO_4)
 - Indikator Amilum
 - Ferri klorida (FeCl_3)
 - Aquadest

CARA KERJA:

Untuk menganalisa BOD maka DO juga harus dianalisis dengan cara:

1. Sediakan 2 botol BOD yang berisi sampel.
2. Satu botol BOD yang berisi sampel ditambah dengan 1 ml MnSO_4 dan 1 ml larutan alkali iodida.
3. Botol BOD ditutup kembali, kemudian diaduk dengan cara membolak-balikkan botol sampai larutan homogen.
4. Diamkan selama 10 menit sampai terlihat ada endapan coklat pada dasar botol. Jika ada endapan putih maka tidak ada oksigen.
5. Tuangkan sebagian isi botol ke dalam Erlenmeyer, tambahkan 1 ml H_2SO_4 , larutan akan berwarna kuning coklat.

6. Aduk dan tambahkan 2 – 3 tetes indikator amilum, kemudian titrasi dengan Thiosulfat sampai warna biru kembali hilang.

7. Catat volume titrasi, untuk larutan yang masih tersisa dalam botol BOD, tambahkan 1 ml H₂SO₄ dan indikator amilum, kemudian titrasi dengan Thiosulfat seperti diatas.

8. Simpan satu botol BOD yang berisi sample dan belum dianalisis ke dalam inkubator dengan suhu 20⁰ C selama 5 hari, setelah 5 hari periksa DO sama seperti diatas.

Jika tidak terdapat endapan coklat (O₂ = 0), maka dilakukan pengenceran, yaitu:

1. Sediakan aquadest dalam botol dalam botol 1 L.
2. Tambahkan 1 ml buffer fosfat, 1 ml larutan CaCl₂, 1 ml larutan MgSO₄, 1 ml larutan FeCl₃.
3. Campur larutan tersebut dan alirkan udara dengan pompa aerator selama 60 menit.

PERHITUNGAN:

$$DO \text{ (mg/l)} = \frac{V_{thio} \times N_{thio} \times 1000 \times 8}{V_{botol} - 2}$$

Dimana: V_{thio} = Volume titrasi natrium thiosulfat (ml)

N_{thio} = Normalitas larutan natrium thiosulfat (N)

V_{botol} = Volume botol winkler (ml)

$$BOD_5^{20} \text{ (mg/l)} = (DO_s \text{ sampel} - DO_5 \text{ sampel}) - (DO_s \text{ blanko} - DO_5 \text{ blanko}) \times P$$

Dimana:

DO_s sampel = DO sampel yang diperiksa dengan segera (t= 0 hari)

DO₅ sampel = DO sampel setelah diinkubasi selama 5 hari (t= 5 hari)

DO_s blanko = DO blanko yang diperiksa dengan segera (t=0 hari)

DO₅ blanko = DO blanko setelah diinkubasi selama 5 hari (t=5 hari)

P = Pengenceran

2. Analisis COD

Prinsip pengukuran COD yaitu senyawa organik dalam air dioksidasi oleh larutan kalium dikromat dalam suasana asam sulfat pada temperatur sekitar 150⁰

C. Kelebihan kalium dikromat dititrasi oleh larutan ferro ammonium sulfat (FAS) dengan indikator ferroin. Langkah-langkah analisis COD adalah sebagai berikut:

- **ALAT:**

- Labu refluks

- Kondensor

- Corong

- Erlenmeyer

- Pipet

- Karet Hisap

- Buret

- **BAHAN:**

- Kalium Dikromat (K₂Cr₂O₇)

- Ferro alumunium sulfat 0,025 N (FAS)

- Indikator Ferroin

- Buffer Pospat
- reagen H₂SO₄ COD
- Aquadest

CARA KERJA:

1. Masukkan 2,5 ml sampel ke dalam labu refluks.
2. Tambahkan 1,5 ml K₂Cr₂O₇ dan 3,5 ml reagen H₂SO₄ COD.
3. Labu refluks dipasang pada kondensor selama 2 jam mendidih.
4. setelah didinginkan, labu refluks dilepas dari kondensor dan diencerkan dengan aquadest.
5. Masukkan ke dalam Erlenmeyer dan tambahkan 2 – 3 tetes indikator ferroin.
6. Titrasi dengan larutan FAS, titrasi dihentikan jika terjadi perubahan warna dari hijau menjadi merah bata.
7. Percobaan blanko diperlukan yaitu menggunakan aquadest sebagai sampel dengan cara kerjasama sama seperti diatas.
8. Catat volume titrasi.

PERHITUNGAN:

$$\text{COD (mg/l)} = \frac{(A - B) N \times 8000}{\text{ml sampel}}$$

A = Vol FAS untuk titrasi blanko (ml)

B = Vol FAS untuk titrasi sample 9ml)

N = Normalitas FAS.

LAMPIRAN II

Parameter Desain Instalasi Pengolahan Air Kotor Bojongsoang

▪ Kolam Anaerobik

1. Debit rata – rata / hari : 80.835 m³/hari
2. Debit Maksimum : 243.000 m³/hari
3. Beban Volumetrik : 275 gr.BOD/m³/hari
4. BOD Influen : 360 mg/L
5. Total Beban Organik : 20.100 gr.BOD/m³/hari
6. Waktu Detensi : 2 hari
7. Kedalaman kolam : 4 m
8. Luas permukaan Kolam : 4,04 Ha
9. Temperatur : 22,5 °C
10. BOD efluen : 144 mg/L
11. Fecal Coli : 108 MPN/100 mL

▪ Kolam Fakultatif

1. Debit rata – rata / hari : 80.835 m³/hari
2. Debit Maksimum : 243.000 m³/hari
3. Beban Volumetrik : 300 gr.BOD /m³/hari
4. BOD Influen : 144 mg/L
5. Total Beban Organik : 11.640 gr.BOD/m³/hari
6. Waktu Detensi : 5 – 7 hari
7. Kedalaman kolam : 2 m

- 8. Luas permukaan Kolam : 29,8 Ha
- 9. Temperatur : 22,5 °C
- 10. BOD efluen : 50 mg/L
- 11. Fecal Coli : -

▪ **Kolam Maturasi**

- 1. Debit rata – rata / hari : 80.835 m³/hari
- 2. Debit Maksimum : 243.000 m³/hari
- 3. Beban Volumetrik : -
- 4. BOD Influen : 50 mg/L
- 5. Total Beban Organik : -
- 6. Waktu Detensi : 3 hari
- 7. Kedalaman kolam : 1,5 m
- 8. Luas permukaan Kolam : 32,2 Ha
- 9. Temperatur : 22,5 °C
- 10. BOD efluen : 30 mg/L
- 11. Fecal Coli : 5.000 MPN/100 mL

LAMPIRAN III

DATA ANALISA PARAMETER PENUNJANG LAPANGAN PADA KOLAM FAKULTATIF 2B PENGAMATAN I - III

**Tabel 1. Analisa Parameter Penunjang Lapangan Kolam Fakultatif 2B
Instalasi Bojongsoang Pengamatan I**

Pengamatan I : 29 desember 2004					
Debit (m ³ /hari)	Titik Pengambilan	Parameter Penunjang			
		pH	Suhu (°C)	DO (mg/l)	Warna Air
9095	Inlet 1	7	25	8	Hijau pekat
	Inlet 2	8	28	9	Hijau pekat
	1 A	7	26	10	Hijau pekat
	1 B	7	24	2	Hijau pekat
	1 C	6	23	2	Hijau pekat
	2 A	7	25	10	Hijau pekat
	2 B	7	24	3	Hijau pekat
	2 C	6	23	2	Hijau pekat
	3 A	7	27	9	Hijau pekat
	3 B	7	25	3	Hijau pekat
	3 C	7	24	2	Hijau pekat
	4 A	7	27	9	Hijau pekat
	4 B	6	24	4	Hijau pekat
	4 C	6	23	2	Hijau pekat
	Outlet	8	26	11	Hijau pekat

Keterangan:

- A : Permukaan Kolam (0m dari permukaan)
- B : Tengah Kolam (1m dari permukaan)
- C : Dasar Kolam (2m dari permukaan)
- Pengambilan Sampel pada pukul 09.00 (cuaca cerah)
- Kondisi permukaan kolam terdapat *algae*

**Tabel 2. Analisa Parameter Penunjang Lapangan Kolam Fakultatif 2B
Instalasi Bojongsoang Pengamatan II**

Pengamatan II : 5 Januari 2005					
Debit (m³/hari)	Titik Pengambilan	Parameter Penunjang			
		pH	Suhu (°C)	DO (mg/l)	Warna Air
18.725	Inlet 1	8	25	10	Hijau
	Inlet 2	8	28	11	Hijau
	1 A	8	27	10	Hijau
	1 B	7	25	3	Hijau
	1 C	7	24	2	Hijau
	2 A	8	25	9	Hijau
	2 B	7	23	3	Hijau
	2 C	7	22	2	Hijau
	3 A	8	27	9	Hijau
	3 B	7	25	3	Hijau
	3 C	7	24	2	Hijau
	4 A	8	27	8	Hijau
	4 B	7	24	3	Hijau
	4 C	7	23	2	Hijau
	Outlet	8	26	11	Hijau

Keterangan:

- A : Permukaan Kolam (0m dari permukaan)
- B : Tengah Kolam (1m dari permukaan)
- C : Dasar Kolam (2m dari permukaan)
- Pengambilan Sampel pada pukul 09.00 (cuaca cerah)
- Kondisi permukaan kolam sedikit *algae*

**Tabel 3. Analisa Parameter Penunjang Lapangan Kolam Fakultatif 2B
Instalasi Bojongsoang Pengamatan III**

Pengamatan III : 13 Januari 2005					
Debit (m ³ /hari)	Titik Pengambilan	Parameter Penunjang			
		pH	Suhu (°C)	DO (mg/l)	Warna Air
27.285	Inlet 1	8	29	9	Hijau pekat
	Inlet 2	8	26	3	Hijau pekat
	1 A	8	29	6	Hijau pekat
	1 B	7	26	2	Hijau pekat
	1 C	7	25	2	Hijau pekat
	2 A	8	28	1	Hijau pekat
	2 B	7	26	2	Hijau pekat
	2 C	7	25	2	Hijau pekat
	3 A	7	28	6	Hijau pekat
	3 B	6	26	2	Hijau pekat
	3 C	6	25	1	Hijau pekat
	4 A	8	29	7	Hijau pekat
	4 B	7	26	2	Hijau pekat
	4 C	7	25	1	Hijau pekat
	Outlet	8	27	7	Hijau pekat

Keterangan:

- A : Permukaan Kolam (0m dari permukaan)
- B : Tengah Kolam (1m dari permukaan)
- C : Dasar Kolam (2m dari permukaan)
- Pengambilan Sampel pada pukul 09.00 (cuaca cerah)
- Kondisi permukaan kolam terdapat *algae*

LAMPIRAN IV

DATA ANALISA PARAMETER BOD DAN COD PADA KOLAM

FAKULTATIF 2B PENGAMATAN I - III

Tabel 1. Pemeriksaan Parameter BOD dan COD Kolam Fakultatif 2B Instalasi Bojongsoang Pengamatan I

Pengamatan I : 29 Desember 2004		
Titik pengambilan	BOD (mg/l)	COD (mg/l)
Inlet 1	61,78	108,65
Inlet 2	65,40	124,15
1 A	63,20	107,64
1 B	60,80	99,70
1 C	55,30	97,51
2 A	70,40	115,38
2 B	61,20	104,35
2 C	47,40	83,62
3 A	51,60	91,12
3 B	47,50	87,92
3 C	46,80	82,50
4 A	48,50	88,52
4 B	48	85,15
4 C	45,10	79,51
Outlet	34,9	86,75

Keterangan :

- Nilai inlet rata-rata yang dipakai
 - BOD : 61,50 mg/l
 - COD : 108,51 mg/l

**Tabel 2. Pemeriksaan Parameter BOD dan COD Kolam Fakultatif 2B
Instalasi Bojongsong Pengamatan II**

Pengamatan II : 5 Januari 2005		
Titik pengambilan	BOD (mg/l)	COD (mg/l)
Inlet 1	74,60	131,58
Inlet 2	62,43	112,78
1 A	63,90	97,67
1 B	41,90	75,19
1 C	40,70	74,19
2 A	60,95	98,77
2 B	53,30	93,99
2 C	22	37,59
3 A	40,50	75,19
3 B	30,50	56,39
3 C	21	37,59
4 A	26,43	48,79
4 B	11,10	28,80
4 C	10,70	18,80
Outlet	21,30	37,38

Keterangan :

- Nilai inlet rata-rata yang dipakai
 - BOD : 63,95 mg/l
 - COD : 84,59 mg/l

**Tabel 3. Pemeriksaan Parameter BOD dan COD Kolam Fakultatif 2B
Instalasi Bojongsoang Pengamatan III**

Pengamatan III : 13 Januari 2005		
Titik pengambilan	BOD (mg/l)	COD (mg/l)
Inlet 1	103,30	200,00
Inlet 2	72,10	127,27
1 A	61,80	109,90
1 B	60,85	96,54
1 C	51,50	89,76
2 A	70,69	90,91
2 B	52,20	72,73
2 C	33,50	59,06
3 A	48,60	78,84
3 B	44,74	69,74
3 C	44,60	68,64
4 A	45,00	78,88
4 B	44,00	75,65
4 C	43,00	73,44
Outlet	44,70	68,76

Keterangan :

- Nilai inlet rata-rata yang dipakai
 - BOD : 56,50 mg/l
 - COD : 91,32 mg/l

LAMPIRAN V

HASIL PENGAMATAN RATA-RATA PARAMETER PENUNJANG

Tabel 1. Hasil Pengamatan Parameter pH Kolam Fakultatif 2B

LOKASI	PENGAMATAN			
	I	II	III	RATA-RATA
INLET I	7	8	8	7,7
INLET II	8	8	8	8,0
1 A	7	8	8	7,7
1 B	7	7	7	7,0
1 C	6	7	7	6,7
2 A	7	8	8	7,7
2 B	7	7	7	7,0
2 C	6	7	7	6,7
3 A	7	8	7	7,3
3 B	7	7	6	6,7
3 C	7	7	6	6,7
4 A	7	8	8	7,7
4 B	6	7	7	6,7
4 C	6	7	7	6,7
OUTLET	8	8	8	8,0

Keterangan:

- Pengamatan I : - Pengambilan sampel pukul 09.00 (cerah)
 - Kondisi permukaan kolam banyak *Algae*
 - Warna Air Hijau Pekat
- Pengamatan II : - Pengambilan sampel pukul 09.00(cerah)
 - Kondisi permukaan kolam sedikit *Algae*
 - Warna air Hijau
- Pengamatan III: - Pengambilan sampel pukul 09.00
 - kondisi permukaan kolam terdapat *Algae*
 - Warna air Hijau

Tabel 2. Hasil Pengamatan Parameter Suhu Kolam Fakultatif 2B

LOKASI	PENGAMATAN			
	I	II	III	RATA-RATA
INLET I	25	25	29	26,33
INLET II	28	28	26	27,33
1 A	26	27	29	27,33
1 B	24	25	26	25,00
1 C	23	24	25	24,00
2 A	25	25	28	26,00
2 B	24	23	26	24,33
2 C	23	22	25	23,33
3 A	27	27	28	27,33
3 B	25	25	26	25,33
3 C	24	24	25	24,33
4 A	27	27	29	27,67
4 B	24	24	26	24,67
4 C	23	23	25	23,67
OUTLET	26	26	27	26,33

Keterangan:

- Pengamatan I : - Pengambilan sampel pukul 09.00 (cerah)
- Kondisi permukaan kolam banyak *Algae*
- Warna Air Hijau Pekat
- Pengamatan II : - Pengambilan sampel pukul 09.00(cerah)
- Kondisi permukaan kolam sedikit *Algae*
- Warna air Hijau
- Pengamatan III: - Pengambilan sampel pukul 09.00
- kondisi permukaan kolam terdapat *Algae*
- Warna air Hijau

Tabel 3. Hasil Pengamatan Parameter DO Kolam Fakultatif 2B

LOKASI	PENGAMATAN			
	I	II	III	RATA-RATA
INLET I	8	10	9	9,00
INLET II	9	11	3	7,67
1 A	10	10	6	8,67
1 B	2	3	2	2,33
1 C	2	2	2	2,00
2 A	10	9	10	6,67
2 B	3	3	2	2,67
2 C	2	2	2	2,00
3 A	9	9	6	8,00
3 B	3	3	2	2,33
3 C	2	2	1	1,67
4 A	9	8	7	8,00
4 B	4	3	2	3,00
4 C	2	2	1	2,33
OUTLET	11	11	7	7,00

Keterangan:

- Pengamatan I : - Pengambilan sampel pukul 09.00 (cerah)
- Kondisi permukaan kolam banyak *Algae*
- Warna Air Hijau Pekat
- Pengamatan II : - Pengambilan sampel pukul 09.00(cerah)
- Kondisi permukaan kolam sedikit *Algae*
- Warna air Hijau
- Pengamatan III: - Pengambilan sampel pukul 09.00
- kondisi permukaan kolam terdapat *Algae*
- Warna air Hijau

LAMPIRAN VI

HASIL PENGAMATAN RATA-RATA PARAMETER BOD dan COD

Tabel 1. Hasil Pengamatan Parameter BOD Kolam Fakultatif 2B

LOKASI	PENGAMATAN			
	I	II	III	RATA-RATA
INLET I	61,78	74,60	103,30	79,89
INLET II	65,40	62,43	72,10	66,64
1 A	63,20	63,90	61,80	62,96
1 B	60,80	41,90	60,85	54,51
1 C	55,30	40,70	51,50	49,17
2 A	70,40	60,95	70,69	67,35
2 B	61,20	53,30	52,20	55,57
2 C	47,40	22,00	33,50	34,30
3 A	51,60	40,50	48,60	46,90
3 B	47,50	30,50	44,74	40,91
3 C	46,80	21,00	44,60	37,47
4 A	48,50	26,43	45,00	39,97
4 B	48,00	11,10	44,00	39,97
4 C	45,10	10,70	43,00	32,93
OUTLET	34,90	21,30	44,70	33,63

Keterangan:

- Pengamatan I : - Pengambilan sampel pukul 09.00 (cerah)
- Kondisi permukaan kolam banyak *Algae*
- Warna Air Hijau Pekat
- Pengamatan II : - Pengambilan sampel pukul 09.00(cerah)
- Kondisi permukaan kolam sedikit *Algae*
- Warna air Hijau
- Pengamatan III: - Pengambilan sampel pukul 09.00
- kondisi permukaan kolam terdapat *Algae*
- Warna air Hijau

Tabel 2. Hasil Pengamatan Parameter COD Kolam Fakultatif 2B

LOKASI	PENGAMATAN			
	I	II	III	RATA-RATA
INLET I	108,65	131,58	200,00	146,74
INLET II	124,15	112,78	127,27	121,4
1 A	107,64	96,67	109,90	104,73
1 B	99,70	75,19	96,54	90,47
1 C	97,51	74,19	89,76	87,54
2 A	115,38	98,77	90,91	101,68
2 B	104,35	93,99	72,73	90,36
2 C	83,62	37,59	59,06	60,09
3 A	91,12	75,19	78,84	81,72
3 B	87,92	56,39	69,74	71,35
3 C	82,50	37,59	68,64	62,91
4 A	88,52	48,79	78,88	72,06
4 B	85,15	28,80	75,65	63,20
4 C	79,51	18,80	73,44	57,25
OUTLET	86,75	37,38	68,76	64,29

Keterangan:

- Pengamatan I : - Pengambilan sampel pukul 09.00 (cerah)
 - Kondisi permukaan kolam banyak *Algae*
 - Warna Air Hijau Pekat
- Pengamatan II : - Pengambilan sampel pukul 09.00(cerah)
 - Kondisi permukaan kolam sedikit *Algae*
 - Warna air Hijau
- Pengamatan III: - Pengambilan sampel pukul 09.00
 - Kondisi permukaan kolam terdapat *Algae*
 - Warna air Hijau

Tabel 12. Data Rata-Rata Kualitas Air Kolam Fakultatif 2B

Lokasi	pH	DO(mg/L)	BOD(mg/L)	COD(mg/L)	Suhu(^o)
INLET	7.85	8.34	73.27	134.07	26.83
Titik A	7.60	7.84	55.13	90.05	27.08
Titik B	6.85	2.58	47.74	78.84	24.83
Titik C	6.70	1.83	38.74	66.95	23.83
OUTLET	8.00	7.00	33.63	64.29	26.33

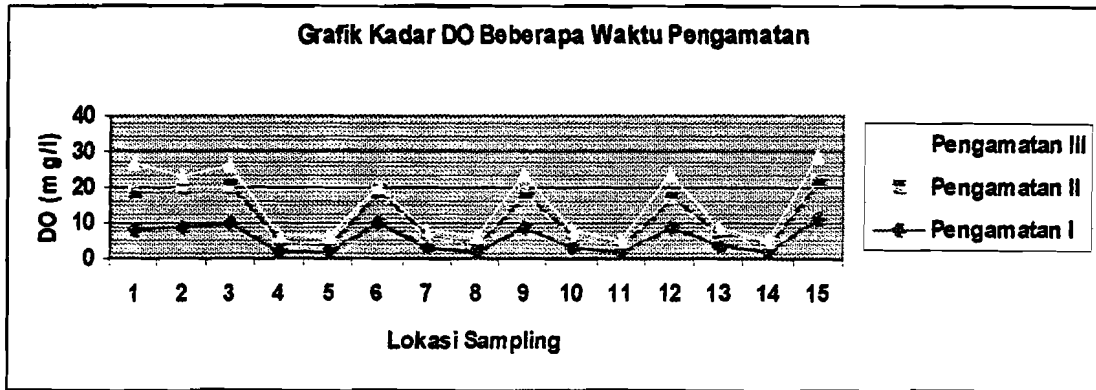
KETERANGAN:

- Inlet : - Titik 3m dari saluran masuk fakultatif 2B
 - Pengambilan sampel sejajar saluran masuk fakultatif
- Titik A: Titik permukaan kolam (0 m dari permukaan)
- Titik B: Titik Tengah kolam (1 m dari permukaan kolam)
- Titik C: Titik dasar kolam (2 m dari permukaan kolam)
- Outlet: Titik pada saluran masuk Maturasi

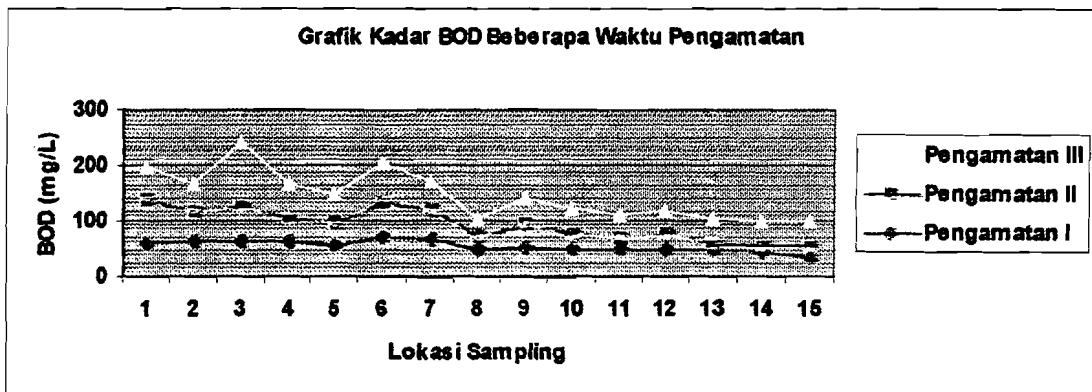
LAMPIRAN VII

GRAFIK BOD, COD DAN BEBERAPA PARAMETER PENUNJANG BEBERAPA PENGAMATAN

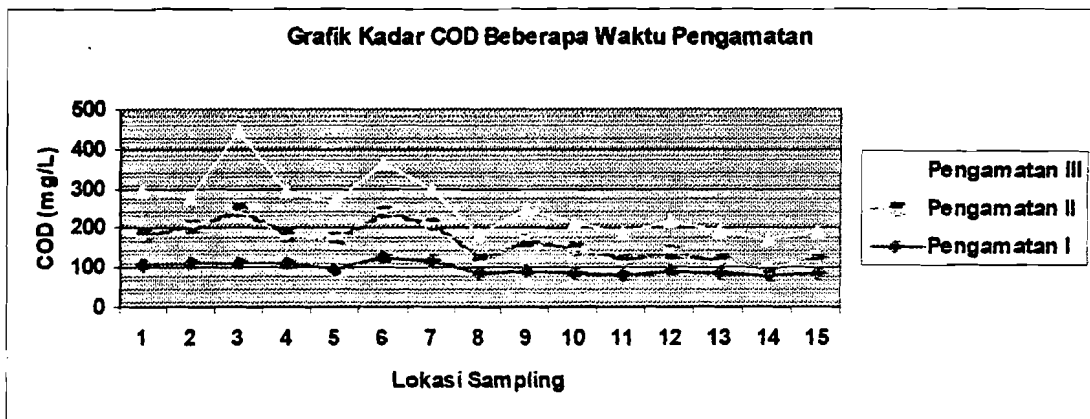
Grafik 1. Kadar DO Pada Beberapa Waktu Pengamatan



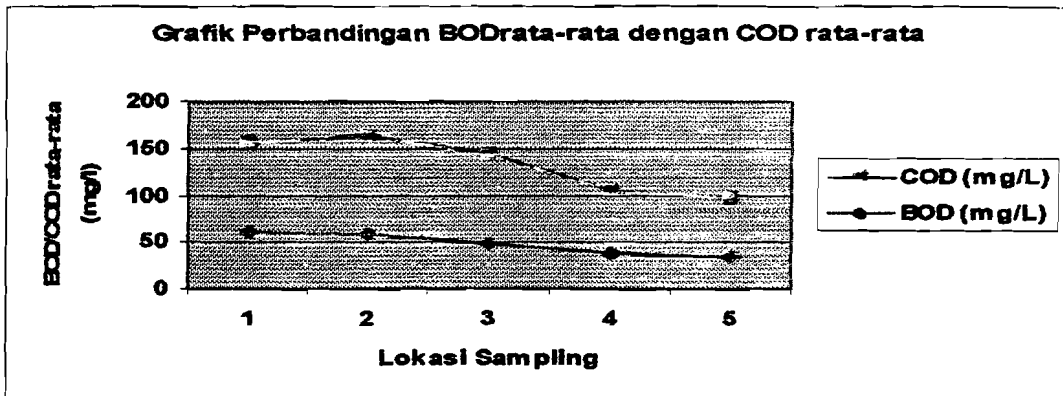
Grafik 2. Kadar BOD Pada Beberapa Waktu Pengamatan



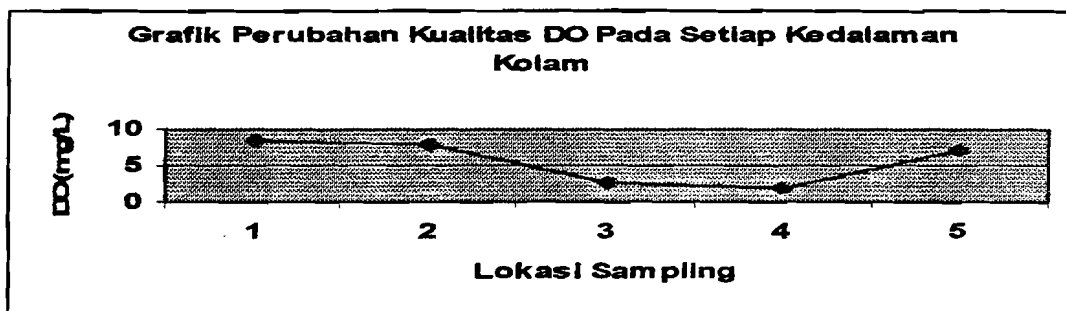
Grafik 3. Kadar COD Pada Beberapa Waktu Pengamatan



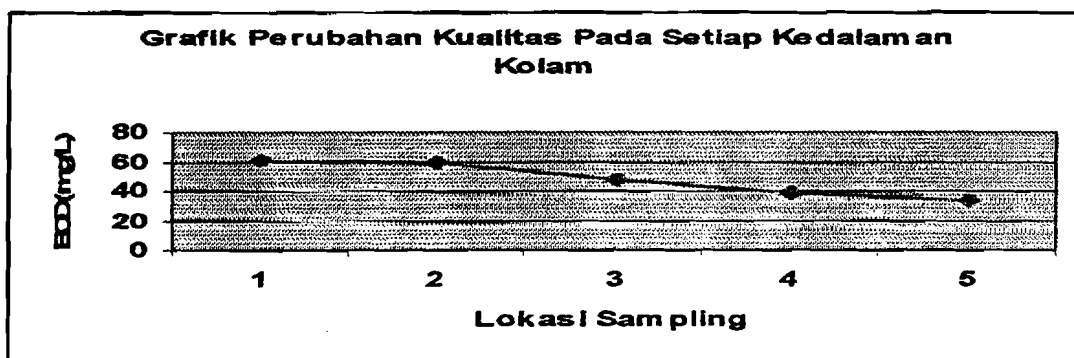
Grafik 4. Perbandingan Antara BOD Rata-Rata dan COD Rata-Rata



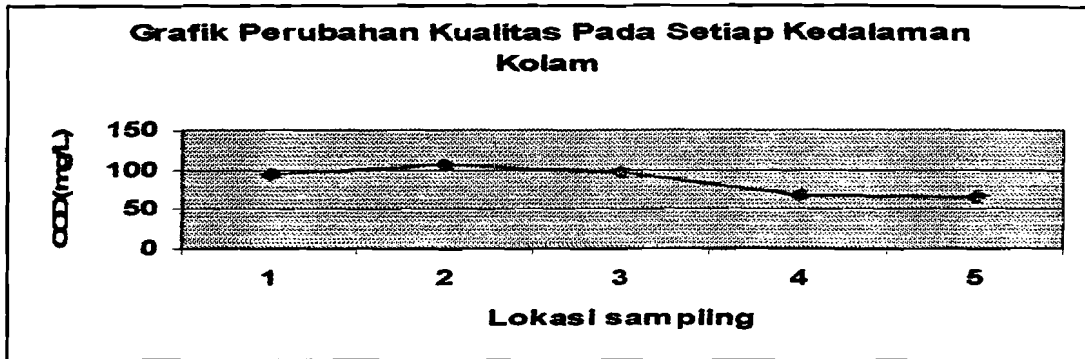
Grafik 5. Perubahan Kualitas Kadar DO Pada Setiap Kedalaman Kolam



Grafik 6. Perubahan Kualitas Kadar BOD Pada Setiap Kedalaman Kolam



Grafik 7. Perubahan Kualitas Kadar COD Pada Setiap Kedalaman Kolam



LAMPIRAN VIII
DATA KUALITAS STP BOJONGSOANG KOLAM SET B

23 JUNI 2004

No	Parameter	Satuan	Inlet	An1B	An2B	An3B	F1B	F2B	M1B	M2B	Ket
I. FISIK											
1	Suhu	°C	26	25	25	26	28	27	27	27	
2	Warna	-	Keruh hitam	hitam	hitam	hijau	hijau	hijau	hijau	hijau	
3	SS	mg/l	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
4	Conductivity	µhos/cm									
5	Bau										
II. KIMIA											
1	pH	-	6	6	6	6	7	7	7	7	
2	Alkalinitas	mg/l	185	177	191	172	142	120	139	103	
3	Kesadahan	mg/l	172	113	110	125	115	123	118	106	
4	Kalsium	mg/l	94	90	94	101	91	94	72	68	
5	Amoniak	mg/l									Spektrophotometer rusak
6	Nitrat	mg/l									
7	Nitrit	mg/l									
8	Klorida	mg/l									
9	Sulfat	mg/l									
10	Pospat	mg/l									
11	Besi	mg/l									
12	Kromium	mg/l									
13	Tembaga	mg/l									
14	Mangan	mg/l									
15	Seng	mg/l									
16	DO	mg/l	0.60	0.40	0.60	0.50	7.00	5.80	4.20	2.60	
17	BOD	mg/l	175	160	60	150	140	180	150	110	
18	COD	mg/l	270	240	140	250	240	220	200	190	
III. BAKTERIOLOGI											
1	Coliform	MPN/100 ml	1.1E+1 1	2.6E+0 9	9.0E+0 8	3.4E+0 9	6.0E+0 5	2.6E+0 6	1.5E+0 04	1.5E+0 4	
2	Fecal Coli	MPN/100 ml	0.0E+0 0	4.0E+0 8	0.0E+0 0	3.5E+0 9	2.7E+0 6	0.0E+0 0	0.0E+0 00	0.0E+0 0	

(Sumber : Hasil pemeriksaan Kualitas Air Bojongsoang, 2004)

DATA KUALITAS STP BOJONGSOANG KOLAM SET B
2 JUNI 2004

No	Parameter	Satuan	Inlet	An1B	An2B	An3B	F1B	F2B	M1B	M2B	Ket
I. FISIK											
1	Suhu	°C	24.30	25.60	24.80	23.10	26.60	27.70	25.70	23.10	
2	Warna	-	Keruh hitam	keruh	keruh	keruh	keruh	kehijauan	kehijauan	kehijauan	
3	SS	mg/l	1.50								
4	Conductivity	μhos/cm	595.0	88.7	91.7	390	356	95.3	80.8	390	
5	Bau										
II. KIMIA											
1	pH	-	4.81	6.63	6.51	6.15	7.15	7.61	4.81	6.15	
2	Alkalinitas	mg/l	196	166	163	212	129	126	67	73	
3	Kesadahan	mg/l	140	67	83	102	52	83	34	87	
4	Kalsium	mg/l	67	72	38	76	31	71	86	26	
5	Amoniak	mg/l									Spektrophotometer rusak
6	Nitrat	mg/l									
7	Nitrit	mg/l									
8	Klorida	mg/l									
9	Sulfat	mg/l									
10	Pospat	mg/l									
11	Besi	mg/l									
12	Kromium	mg/l									
13	Tembaga	mg/l									
14	Mangan	mg/l									
15	Seng	mg/l									
16	DO	mg/l	0.94	0.99	1.14	6.65	3.82	5.81	3.51	6.65	
17	BOD	mg/l	190	125	85	150	90	110	120	85	
18	COD	mg/l	250	205	140	195	95	190	200	190	
III. BAKTERIOLOGI											
1	Coliform	MPN/100 ml	4.4E+09	6.4E+09	1.1E-11	1.1E+11	3.2E+06	2.7E+06	1.5E+05	9.3E+04	
2	Fecal Coli	MPN/100 ml	1.5E+09	1.6E+09	3.5E+09	4.4E+09	6.0E+05	2.0E+06	1.1E+04	3.0E+03	

(Sumber : Hasil pemeriksaan Kualitas Air Bojongsoang, 2004)

**DATA KUALITAS STP BOJONGSOANG KOLAM SET B
10 MARET 2004**

No	Parameter	Satuan	Inlet	An1B	An2B	An3B	F1B	F2B	M1B	M2B	Ket
I. FISIK											
1	Suhu	°C	27.90	27	29.40	25.40	29.10	27.80	28.00	30.50	
2	Warna	-	keruh hitam	keruh	Keruh	keruh	kehijauan	kehijauan	kehijauan	kehijauan	
3	SS	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	Conductivity	µhos/cm	457	487	466	499	338	343	316	289	
5	Bau		bau	bau	Bau	bau	Tdk bau	Tdk bau	Tdk bau	Tdk bau	
II. KIMIA											
1	pH	-	6.45	7.05	7.03	6.14	8.04	8.13	8.47	8.25	
2	Alkalinitas	mg/l	153	156	129	134	100	111	110	101	
3	Kesadahan	mg/l	98	94	121	91	83	85	98	51	
4	Kalsium	mg/l	68	79	82	35	62	83	78	79	
5	Amoniak	mg/l									
6	Nitrat	mg/l	2.30	5.80	4.90	5.40	4.70	0.30	3.70	0.20	
7	Nitrit	mg/l	0.45	0.07	1.46	tt	0.26	1.21	0.15	0.31	
8	Klorida	mg/l	60	46	51	25	39	36	33	31	
9	Sulfat	mg/l	15.60	21.50	43.40	6	7	5.70	tt	0.6	
10	Pospat	mg/l	29.31	34.5	32.71	32.26	29.48	27.26	21.28	12.62	
11	Besi	mg/l	7.88	6.86	5.21	5.17	0.47	3.01	1.18	2.51	
12	Kromium	mg/l	0.058	0.449	0.229	0.213	tt	tt	0.256	0.204	
13	Tembaga	mg/l	1.41	0.41	0.80	tt	1.45	1.48	1.07	1.26	
14	Mangan	mg/l									
15	Seng	mg/l									
16	DO	mg/l	0.51	1.98	2.42	3.05	13.67	12.14	9.11	8.85	
17	BOD	mg/l	140	120	140	100	80	85	100	95	
18	COD	mg/l	200	170	180	160	120	120	140	140	
III. BAKTERIOLOGI											
1	Coliform	MPN/100 ml	4.3E+09	7.0E+07	1.1E+11	1.5E+08	9.0E+05	2.1E+06	7.0E+04	4.0E+04	
2	Fecal Coli	MPN/100 ml	4.3E+09	7.07E+07	7.5E+03	1.5E+08	9.0E+05	2.1E+06	7.0E+04	4.0E+03	

(Sumber : Hasil pemeriksaan Kualitas Air Bojongsoang, 2004)

**DATA KUALITAS STP BOJONGSOANG KOLAM SET B
29 MARET 2004**

No	Parameter	Satuan	Inlet	An1B	An2B	An3B	F1B	F2B	M1B	M2B	Ket
I. FISIK											
1	Suhu	°C	30.50	26.00	27.40	27.40	31.90	29.10	33.90	33.60	
2	Warna	-	keruh hitam	keruh	keruh	keruh	kehijauan	kehijauan	kehijauan	kehijauan	
3	SS	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	Conductivity	µhos/cm	510	543	472	272	301	343	309	295	
II. KIMIA											
1	pH	-	5.51	6.10	6.43	6.10	7.88	7.60	8.23	7.56	
2	Alkalinitas	mg/l	148	117	120	137	175	133	84	74	
3	Kesadahan	mg/l	108	109	99	100	109	105	101	96	
4	Kalsium	mg/l	92	82	75	162	96	70	63	61	
5	Amoniak	mg/l									
6	Nitrat	mg/l	2.00	1.50	0.80	1.10	tt	tt	0.10	0.90	
7	Nitrit	mg/l	0.25	0.12	0.10	0.35	tt	3.61	0.06	tt	
8	Klorida	mg/l	18	57	51	22	22	41	30	25	
9	Sulfat	mg/l	28.00	11.90	11.90	tt	tt	tt	tt	tt	
10	Pospat	mg/l	38.60	35.07	30.52	34.94	17.68	24.78	14.04	12.78	
11	Besi	mg/l	9.51	3.34	1.92	2.81	tt	0.24	tt	0.46	
12	Kromium	mg/l	0.163	0.05	0.244	0.299	tt	tt	tt	tt	
13	Tembaga	mg/l	1.09	0.16	0.18	0.24	tt	0.08	tt	tt	
14	Mangan	mg/l	0.023	tt	tt	tt	0.002	tt	tt	0.013	
15	Seng	mg/l									
16	DO	mg/l	0.21	0.31	1.14	0.96	12.03	13.32	10.02	18.82	
17	BOD	mg/l	145	115	120	115	95	110	90	80	
18	COD	mg/l	200	140	145	145	130	140	110	90	
III. BAKTERIOLOGI											
1	Coliform	MPN/100 ml	2.9E+10	1.1E+11	3.5E+09	7.5E+09	2.3E+06	1.5E+06	1.5E+04	7.0E+03	
2	Fecal Coli	MPN/100 ml	1.2E+10	2.1E+10	2.8E+09	1.1E+09	4.0E+05	7.0E+05	4.0E+03	4.0E+03	

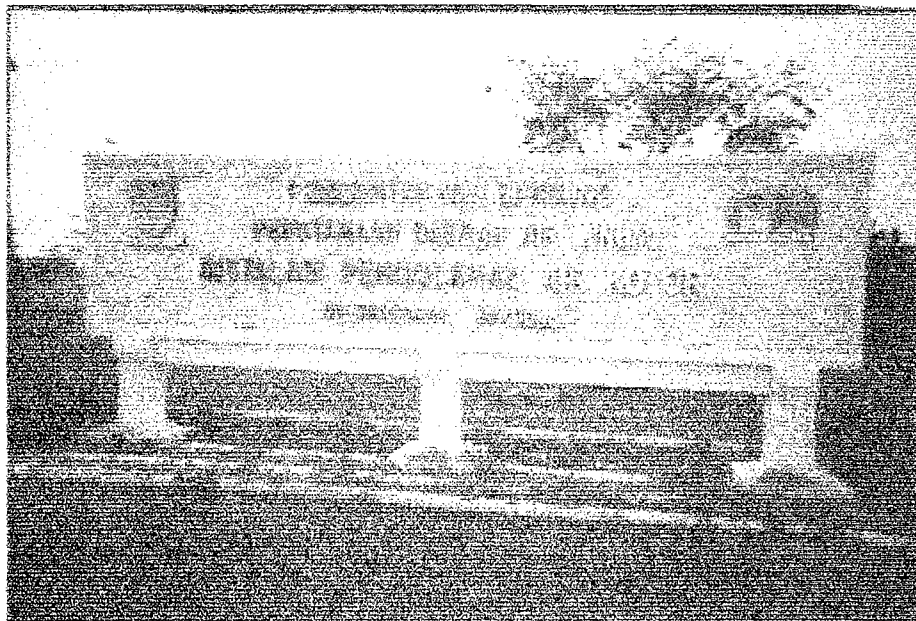
(Sumber : Hasil pemeriksaan Kualitas Air Bojongsoang, 2004)

**DATA KUALITAS STP BOJONGSOANG KOLAM SET B
15 SEPTEMBER 2003**

No	Parameter	Satuan	Inlet	An1B	An2B	An3B	F1B	F2B	M1B	M2B
1	Suhu	°C	27.9	30	29.5	27	28.3	29.1	27.2	28.9
2	Warna	-	hitam	Hitam	hitam	hitam	hijau	hijau	hijau	hijau
3	Conductivity	μhos/cm	600	591	650	645	559	435	477	406
1	pH	-	7.24	7.5	7.16	6.9	7.68	8.62	8.08	9.00
2	Alkalinitas	mg/l	185	145	120	105	132	148	162	135
3	Amoniak	mg/l	18.1	16.75	12.4	13.6	5.6	7.2	3.02	2.5
4	Nitrat	mg/l	6	3.6	32.9	52.7	24.2	49.6	2.0	1.9
5	Nitrit	mg/l	0.17	0.26	2.61	3.40	3.79	3.77	0.42	tt
6	Klorida	mg/l	98	72	68	93	45	38	42	43
7	Sulfat	mg/l	5	3.12	13.9	28.5	88.7	135.5	tt	tt
8	Pospat	mg/l	39.66	33.23	50.58	47.94	67.68	55.02	35.64	25.60
9	Besi	mg/l	2.42	4.77	0.25	0.32	0.39	0.26	0.14	0.18
10	Kromium	mg/l	0.331	0.623	0.282	0.308	0.301	0.263	0.239	0.212
11	Tembaga	mg/l	0.06	0.16	0.12	0.12	0.15	0.17	tt	tt
12	Mangan	mg/l	tt	Tt	0.93	0.89	0.18	0.16	0.004	tt
13	DO	mg/l	0.28	1.9	0.05	0.11	2.18	6.48	1.03	4.18
14	BOD	mg/l	220	120	150	100	60	80	50	40
15	COD	mg/l	250	180	160	150	800	100	60	60
1	Coliform	MPN/100 ml	11.10 ¹⁰	10.10 ¹⁰	19.10 ⁷	75.10 ⁷	4.10 ⁶	4.10 ⁶	9.10 ³	9.10 ³
2	Fecal Coli	MPN/100 ml	11.10 ¹⁰	10.10 ⁸	19.10 ⁷	23.10 ⁷	4.10 ⁶	0	4.10 ³	9.10 ³

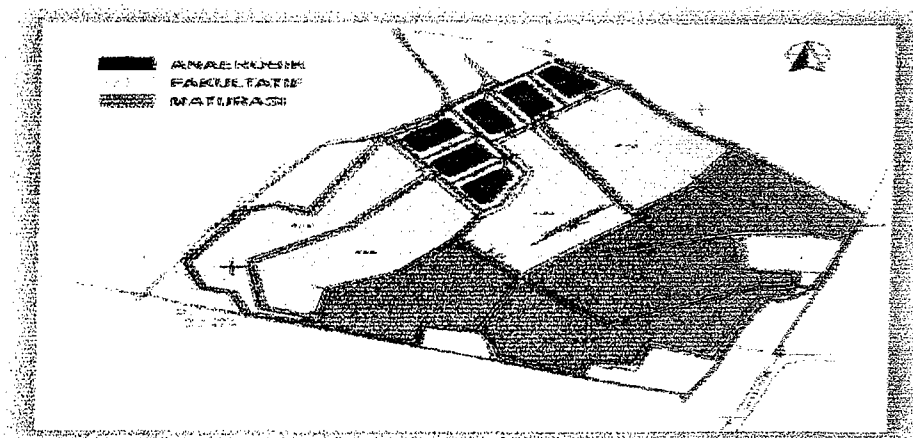
(Sumber : Hasil pemeriksaan Kualitas Air Bojongsoang, 2003)

LAMPIRAN IX



GAMBAR 1. LAND MARK IPAL BOJONGSOANG

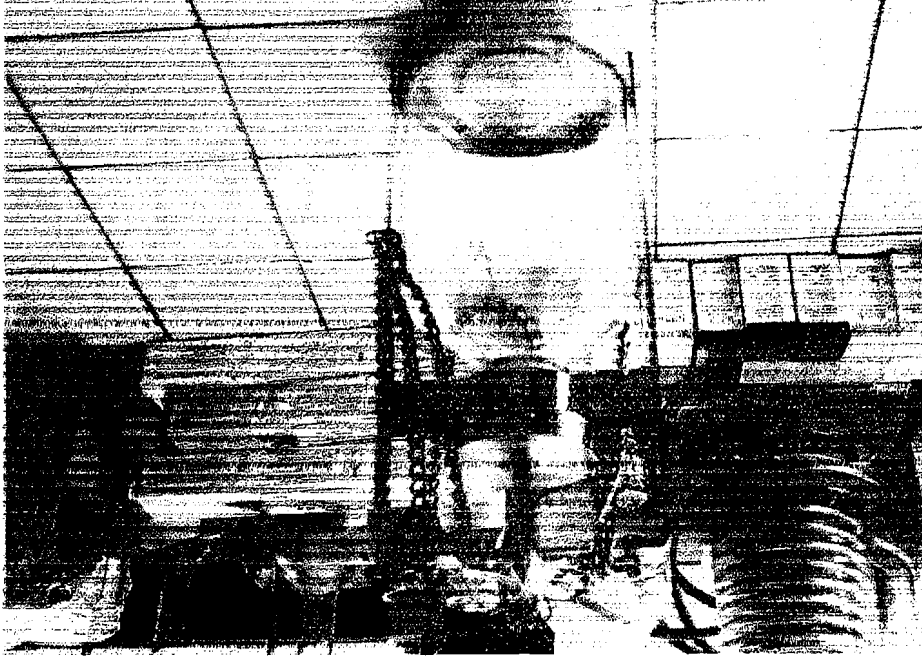
AREAL KOLAM STABILISASI INSTALASI PENGOLAHAN AIR KOTOR



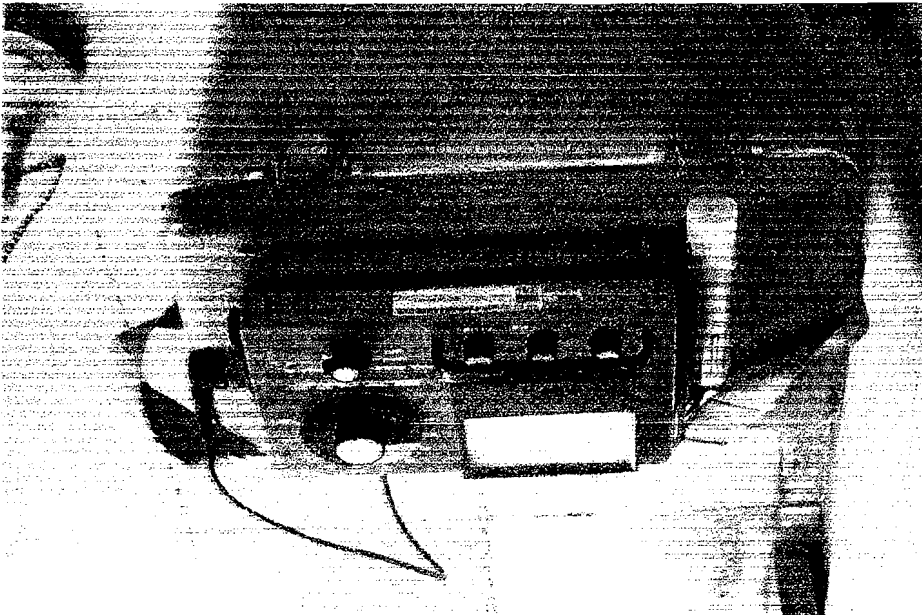
Areal Kolam Stabilisasi

GAMBAR 2. AREAL KOLAM STABILISASI IPAL BOJONGSOANG

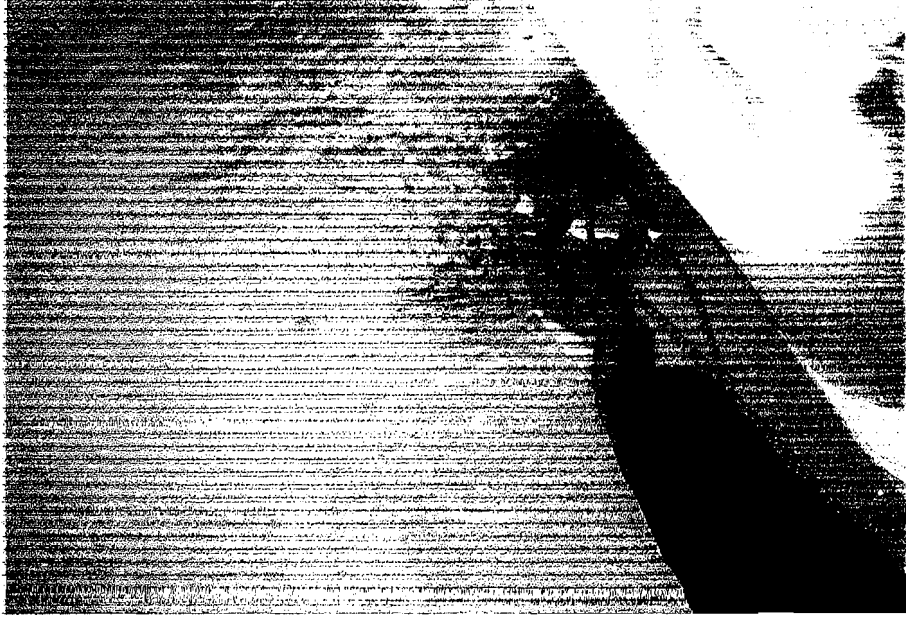
GAMBAR 4. Water Sampling



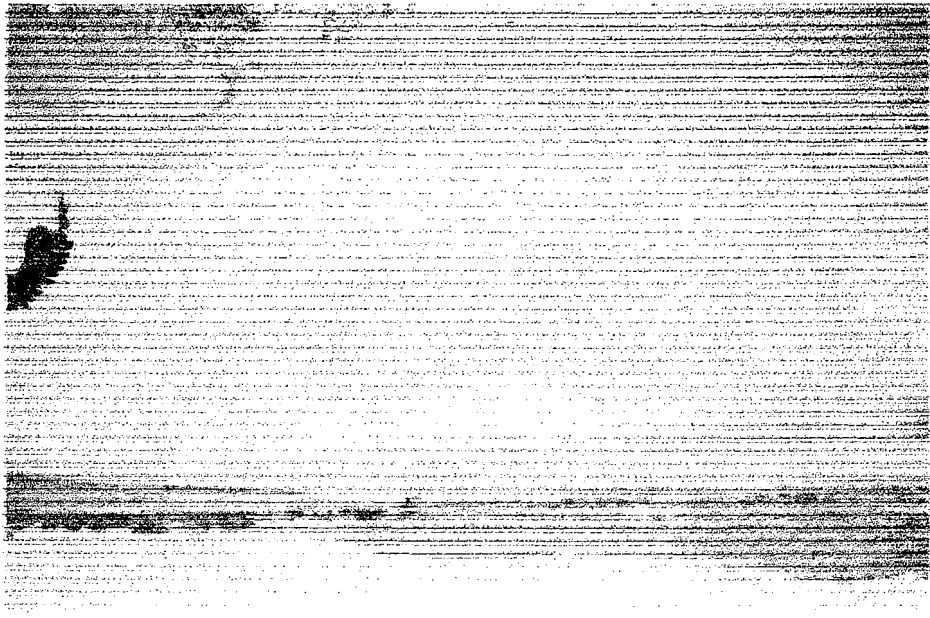
GAMBAR 3. Cool Box dan DO Meter

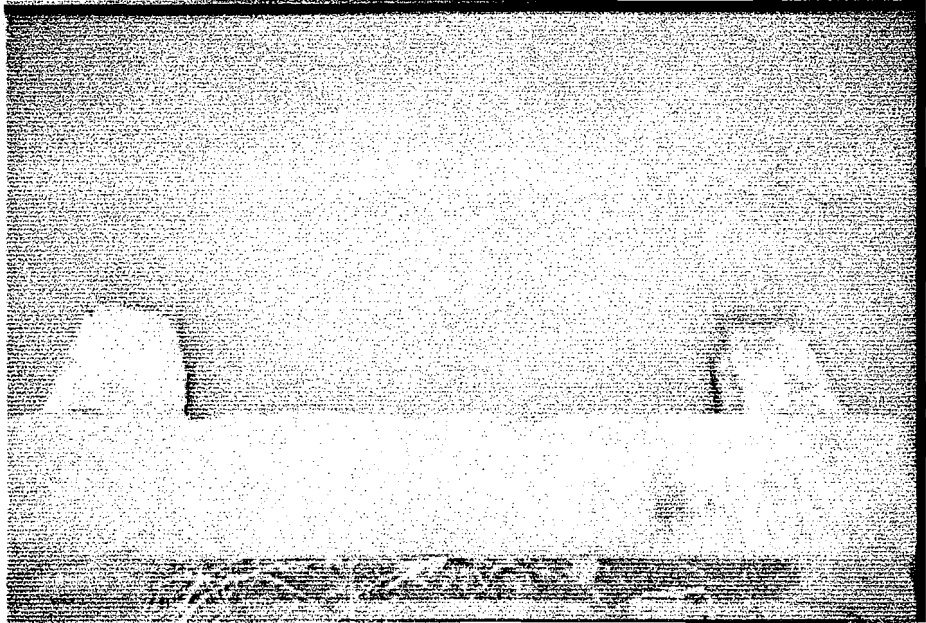


GAMBAR 6. Pengambilan Sampel

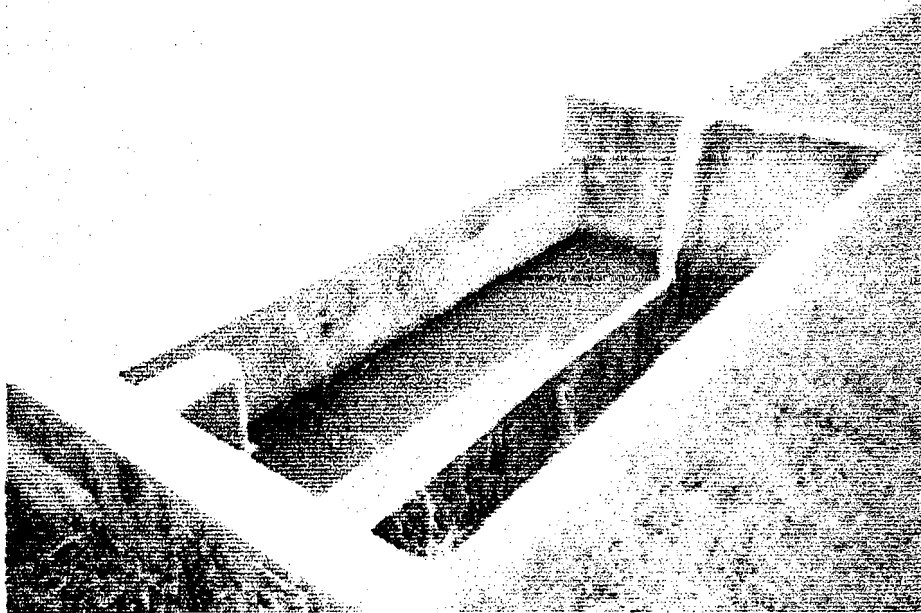


GAMBAR 5. KOLAM FAKULTATIF

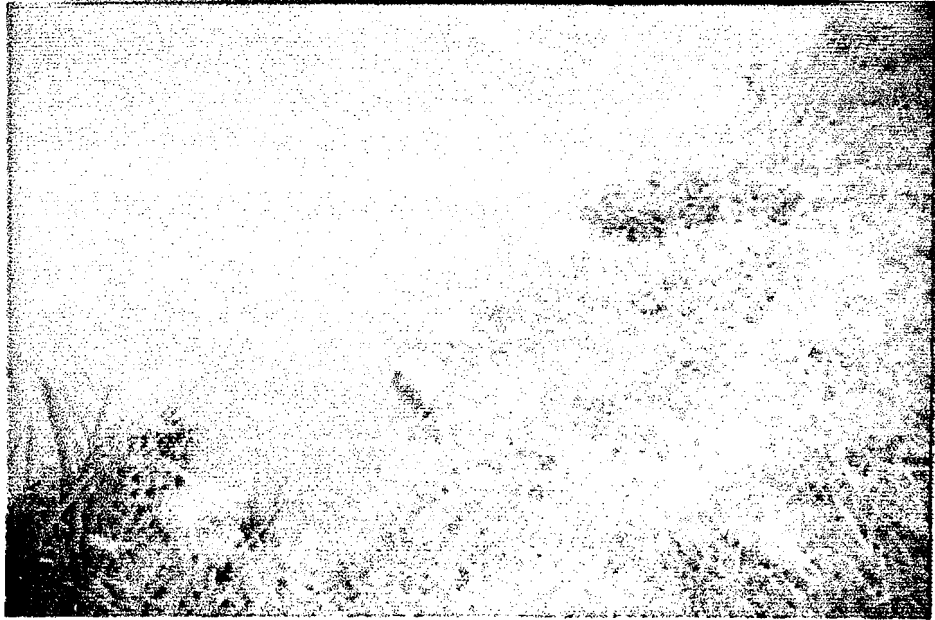




GAMBAR 7. SALURAN INLET KOLAM FAKULTATIF



GAMBAR 8. INLET KOLAM FAKULTATIF PADA MUSIM KEMARAU



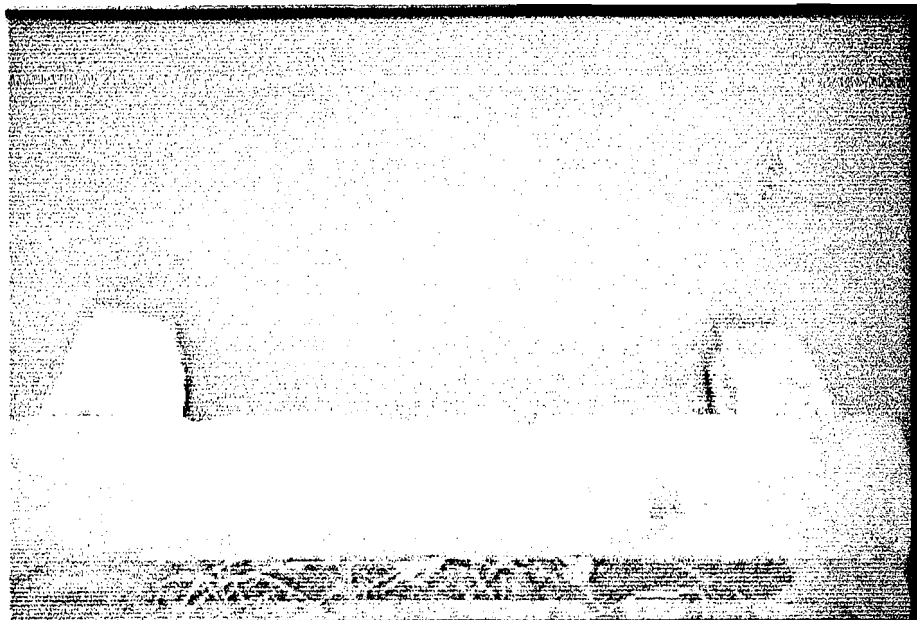
GAMBAR 9. ALGAE DALAM KOLAM FAKULTATIF



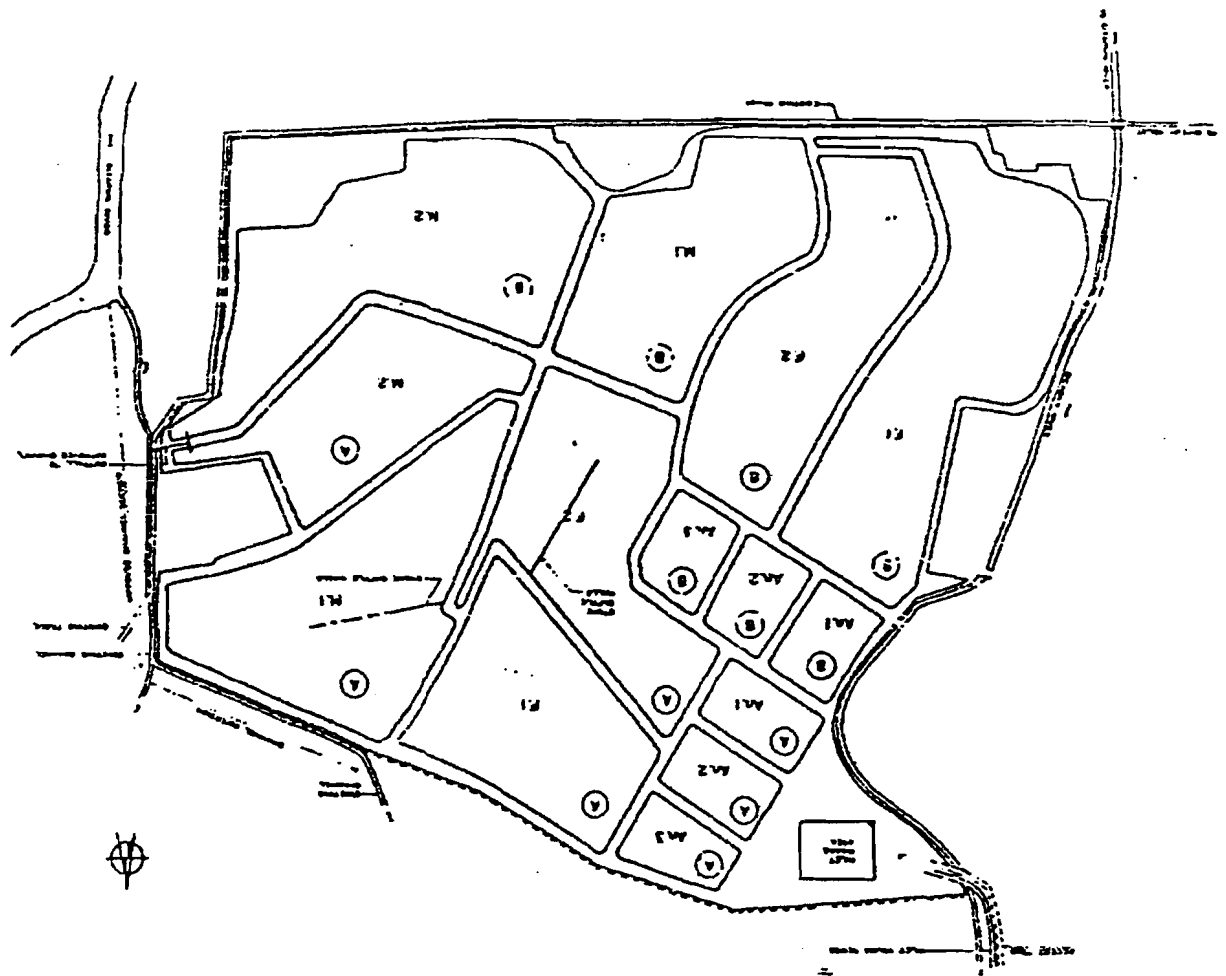
Gambar 10. Tanaman Liar di Pinggir Kolam Fakultatif

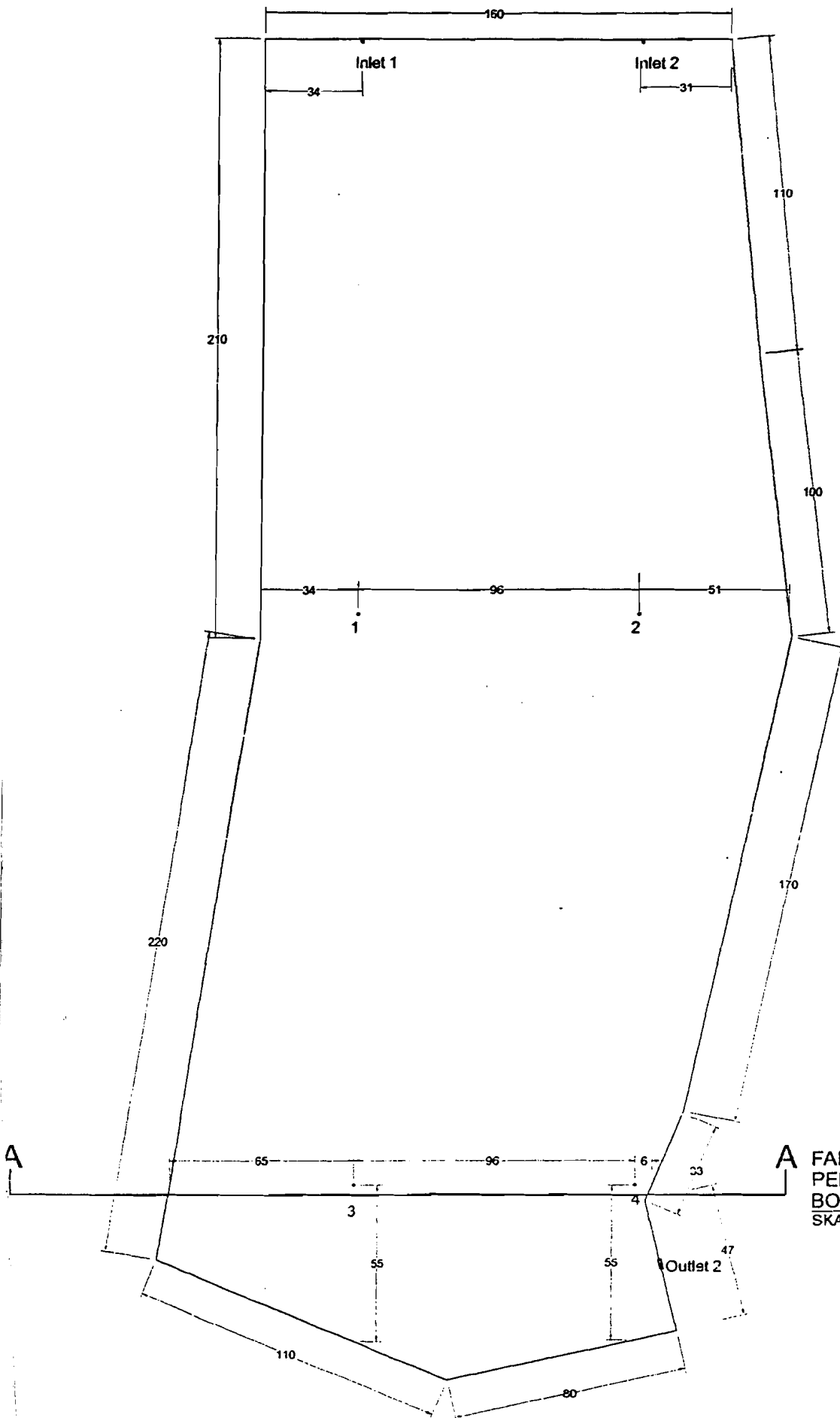


Gambar 11. Perambah Ikan di Kolam Fakultatif

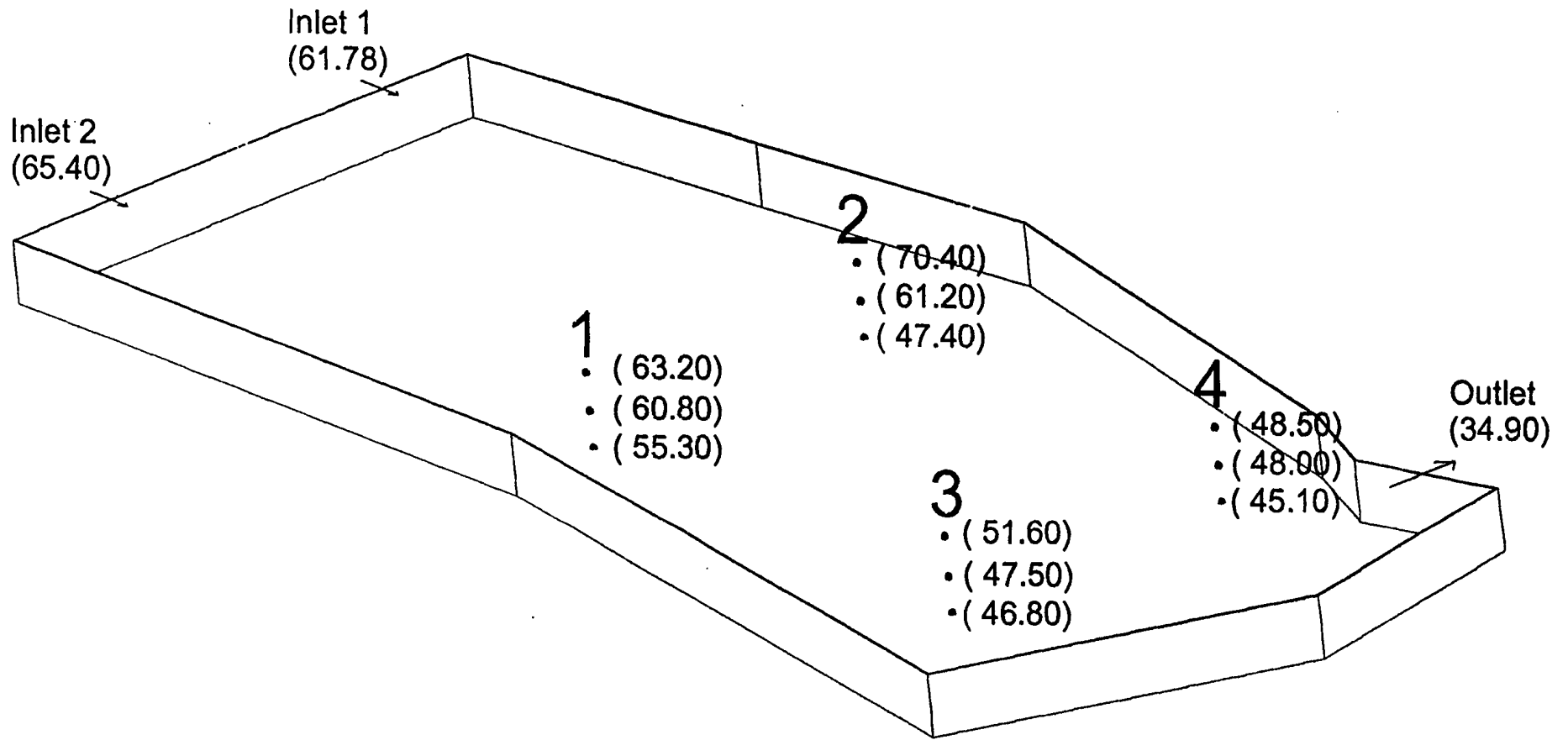


Gambar 12. Outlet Kolam Fakultatif

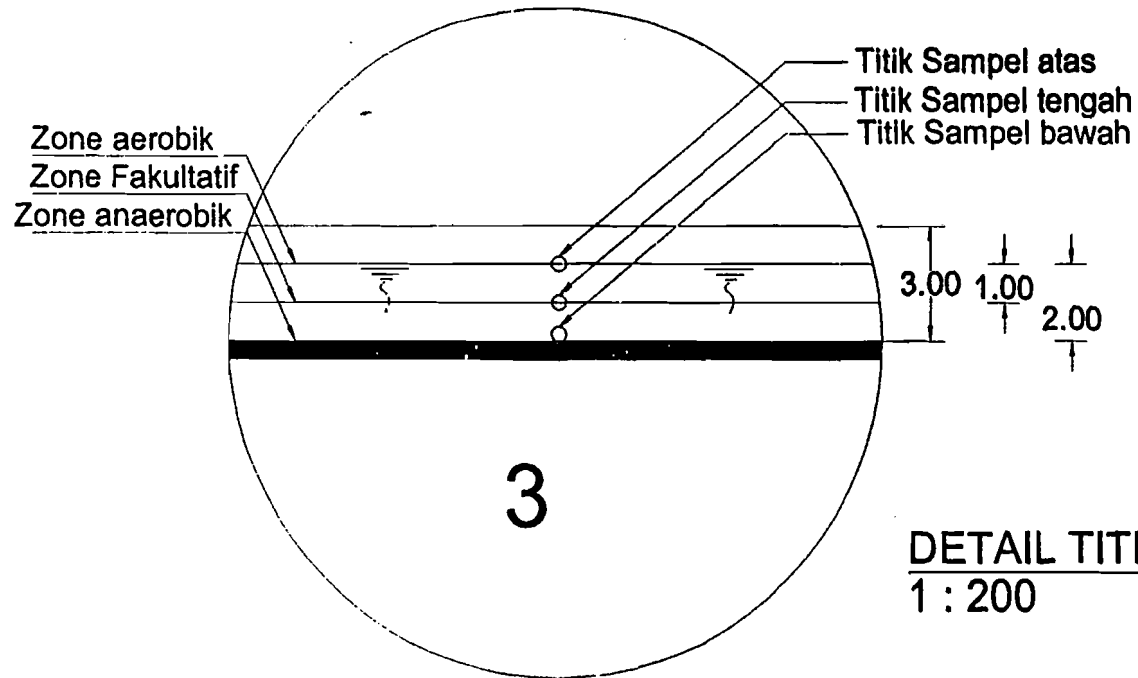




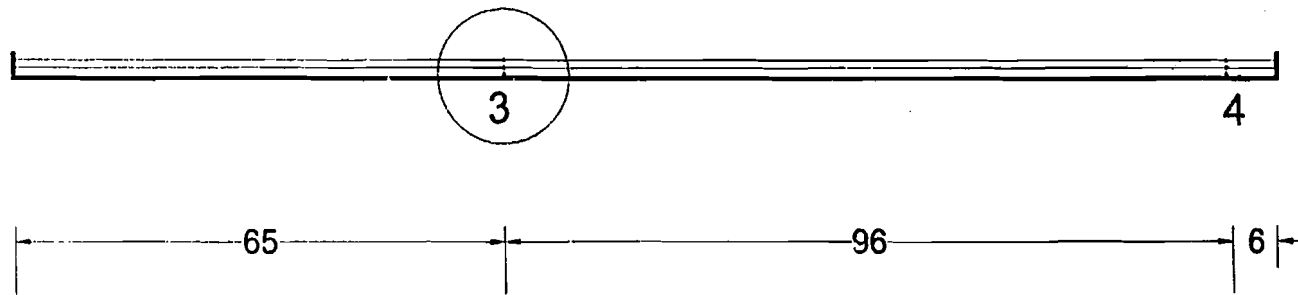
**FAKULTATIF 2B INSTALASI
 PENGOLAHAN AIR LIMBAH
 BOJONGSOANG BANDUNG
 SKALA 1 : 2000**



Titik Sampel atas



DETAIL TITIK SAMPEL 3
1 : 200



POTONGAN A-A
1 : 1000