

No: TA/TL/2004/0006

PERPUSTAKAAN FTSP UH	
HADIAB/BUK	
TGL. TERIMA :	28-12-2004
NO. JUDUL :	001 380
NO. INV. :	512 000 38 0001
NO. INDUK :	

TUGAS AKHIR

**DESAIN ROTATING BIOLOGICAL CONTACTORS MEDIA IJUK
(ARENKA PINNATA) PADA PERENCANAAN BANGUNAN
PENGOLAHAN LIMBAH DOMESTIK KOTA JOGJAKARTA**



2
628.4
E/S
D
1

xvi ; 99 ; Gib ; 28 an
Teknologi pembangunan

Disusun Oleh :
JALIN ELSAPRIKE
99 513 012

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2004**

**DESAIN *ROTATING BIOLOGICAL CONTACTORS* MEDIA
IJUK (*ARENGA PINNATA*) PADA PERENCANAAN
BANGUNAN PENGOLAHAN LIMBAH DOMESTIK KOTA
JOGJAKARTA**

STUDI KASUS DI IPAL SEWON, BANTUL, JOGJAKARTA

SKRIPSI

Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Jurusan Teknik Lingkungan



Disusun Oleh :

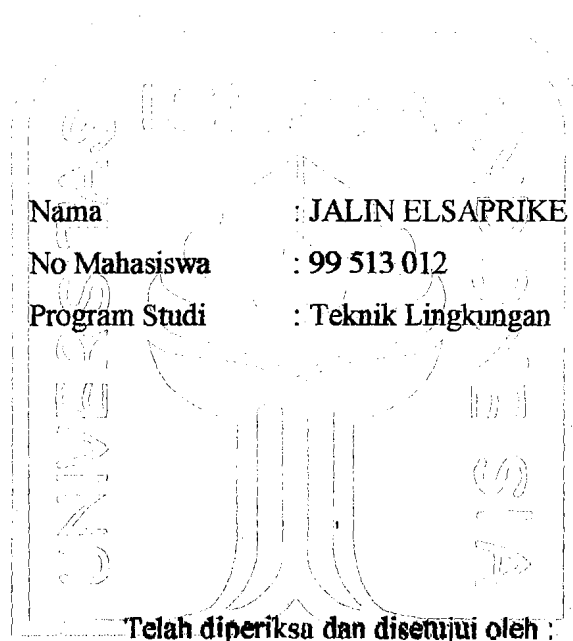
JALIN ELSAPRIKE

99 513 012

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

2004

TUGAS AKHIR
DESAIN ROTATING BIOLOGICAL CONTACTORS MEDIA
IJUK (ARENGA PINNATA) PADA PERENCANAAN
BANGUNAN PENGOLAHAN LIMBAH DOMESTIK KOTA
JOGJAKARTA



Nama : JALIN ELSAPRIKE
No Mahasiswa : 99 513 012
Program Studi : Teknik Lingkungan

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

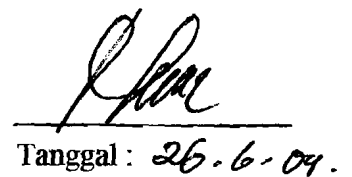


Dosen Pembimbing I

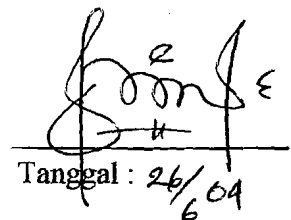
Ir. H. Kasam, MT

Dosen Pembimbing II

Eko Siswoyo, ST



Tanggal : 26.6.09.



Tanggal : 26/6/09

MOTTO

“Sesungguhnya didalam kesukaran, Allah memberikan kemudahan”

(Q.S. Al-thalaaq : 7)

“Sesungguhnya kenikmatan apalagi yang engkau dustakan dariKu”

(Q.S. Al-rahman : 40)

“Allah menganugerahkan hikmah kepada siapa yang Dia kehendaki. Barang siapa yang dianugerahi hikmah itu, dia benar-benar telah dianugerahkan karunia yang banyak, hanya orang-orang yang berakallah yang dapat mengambil pelajaran”

KUPERSEMBAHKAN

Sepenuh hati, Ku persembahkan kepada

*Ayah dan Ibu Tercinta yang selalu mendo'akan, dan memberi dorong yang sangat berarti
dalam hidupku baik kasih sayang, dan cinta.....*

*Adikku Irestin Yenita, Ongkis Trio Dio Bella dan Seluruh Keluarga besar di Kota Lubuk
Linggau Yang telah memberi kasih sayang padaku.*

*Seluruh keluarga besar di Kota Lintang Kakekku Hasyim Umar beserta keluarga, Om
Syarifudin, OM Acet, Umak Cak Asmara dan keluarga di Purworejo Kak Tamrin dan Ayuk
Romi yang telah menberikan arti kebersamaan*

Untuk seseorang yang selalu ada dalam hati dan jiwaku serta aku sayangi 'Ina Fatimah'.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb

Alhamdulillahirrabbi' alamin, segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat hidayah serta inayah – Nya kepada kita semua. Shalawat serta salam senantiasa teriring kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir jaman. Berkat ridho dari Allah SWT penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul *DESAIN ROTATING BIOLOGICAL CONTACTORS MEDIA IJUK (ARENCA PINNATA) PADA PERENCANAAN BANGUNAN PENGOLAHAN AIR BUANGAN DOMESTIK KOTA JOGJAKARTA*.

Selama proses pelaksanaan dan penulisan tugas akhir ini, penulis mendapatkan begitu banyak bantuan dan dukungan baik materil atau immateril, langsung maupun tidak langsung yang akhirnya mampu membuat penulis untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Pada kesempatan ini perkenankanlah penulis untuk menyampaikan ucapan terima kasih dan rasa penghargaan yang ikhlas dan tulus kepada :

1. Ir. H. Kasam, MT selaku ketua jurusan Teknik Lingkungan sekaligus sebagai dosen pembimbing pertama yang begitu terbuka dan ikhlas menchrma dan membimbing penulis di tengah kesibukannya yang sangat padat.
2. Fko Siswoyo, ST selaku dosen pembimbing kedua yang senantiasa memberikan bimbingannya selama proses pembuatan tugas akhir ini. Terimakasih atas nasehat-nasehat dan pengetahuan-pengetahuan yang telah diberikan.
3. Andik Yulianto, ST selaku koordinator tugas akhir yang telah memberikan arahan dan pedoman dalam tugas akhir ini.
4. Semua dosen yaang telah membekali pengetahuan, hikmah dan doa kepada penulis selama menempuh jenjang perkuliahan.

5. Bapak Syamsudin dan Mas Agus pegawai Jurusan Teknik Lingkungan yang telah membantu proses pelaksanaan tugas akhir ini.
6. Bapak Ir. Anton Soejardwo selaku direktur utama Yayasan Dian Desa yang telah memberikan kesempatan saya untuk pengerjaan tugas akhir ini.
7. Mas Agus, Mbak Yuni dan Om Momon yang telah banyak memberikan bantuan, motivasi dan perhatiannya selama ini.
8. Rekan-rekan kerja di Yayasan Dian Desa Yang telah membeikan pikiran dan tenaga selama proses pengerjaan maket tugas akhirku.
9. Kedua orang tuaku, Ayahanda yang terhormat, Bapak Saparudin dan Ibunda tercinta Elli Susanti yang tak pernah bosan dan mengeluh dalam mengarahkan, membimbing, medukung, membiayai serta mendoakan anak-anaknya untuk mencapai kesuksesan dan keberhasilan dalam mengikuti jenjang pendidikan semaksimal mungkin.
10. Adikku Irestin Yenita dan Ongkis Trio Dio Bella yang telah memberikan dorongan dan motivasinya selama ini.
11. Keluarga besar Hasyim Umar dan Sihabudin (alm) atas doa, dukungan dan harapan yang telah kalian berikan, semoga dapat ku wujudkan doa-doa dan harapan kalian.
12. Bidadari di serambi hatiku “Ina Fatimah “, atas kerendahan hatimu, pengertianmu, perhatianmu, kesabaranmu, motivasi serta ucapan-ucapan kata cinta darimu. Semoga rentang waktu dan jarak ini memberi kita kesempatan untuk lebih memaknai perjalanan selama ini, menguji “Kesetian dan Kesejatian” cinta kita.
13. Abang Soni Adiwiyanto yang telah memberikan kasih sayang dan bantuan padaku selama dalam proses cobaan yang aku derita.
14. Abang Ocu, Ican, Londo, Rozi, Agus, Risyte, Sugeng, Angga, Deden Sepupuku Bayu, Nuzul, Sari, Ulli, Gepeng, Sukris dan temen-temen Teknik Lingkungan 99 yang tidak akan cukup untuk ditulis dikertas ini dan yang telah membantu serta memberikan dukungan kepada penulis. Persahabatan dan kenang-kenangan indah selama penitihanku dikampus Biru ini takkan terlupakan.

15. kepada semua pihak yang belum disebutkan disini, yang telah membantu kesuksesan studi dan penulisan tugas akhir ini, Persahabatan bagaikan selembar uang kertas sukar dicari mudah dibuang.

Penulis sadar, karya yang telah dilahirkan ini tidak bersih dari berbagai kelemahan dan kekurangan, karena itu perkenankanlan permohonan maaf dari penulis. Akhirnya, penulis berharap karya ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan kontribusi kebaikan di dunia dan akhirat bagi penulis, sebagai umat Muslim dan manusia seluruhnya.

*Wabillahitaufiq Walhidayah
Wassalamu'alaikum Wr. Wb*

Jogjakarta, Mei 2004
Penulis

JALIN ELSAPRIKE

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Pengesahan Dosen Penguji	iii
Motto	iv
Halaman Persembahan	v
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	ix
Daftar Tabel	xii
Daftar Gambar	xiii
Daftar Grafik	xiv
Abstraksi	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Air Limbah	7
2.1.1 Pengolahan Air Buangan	7
2.2 Gambaran Umum Daerah Perencanaan	14
2.2.1 Karakteristik air Buangan	16
2.2.1.1 Karakteristik Fisik	19
2.2.1.2 Karakteristik Kimia	20
2.2.1.3 Karakteristik Biologis	22
2.3 Kuantitas Air Limbah Cair Domestik Kota Jogjakarta	25
2.4 Pengolahan Air Buangan Berdasarkan Tahap Pengolahan	26
2.5 Proses Pengolahan Biologi	31

2.6 RBC (Rotating Biological Contactors)	32
2.6.1 Beberapa Pengertian dan Prinsip Dasar RBC	35
2.6.2 Prinsip-Prinsip Operasi RBC	38
2.6.3 Kriteria Desain Proses RBC	39
2.6.4 Faktor Yang Mempengaruhi Proses Penguraian Substrat Dalam RBC	41
2.7 Mikroorganisme Pengurai Komponen Organik Air Limbah	44
2.8 Tanaman Aren Penghasil Ijuk	46
2.9 Landasan Teori	48
2.10 Hipotesis	54
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Lokasi Penelitian	55
3.2 Obyek Penelitian	55
3.3 Waktu Penelitian	55
3.4 Variabel Penelitian	55
3.4.1 Variabel Bebas	55
3.4.2 Variabel Terikat	56
3.5 Bahan dan Alat Penelitian	57
3.5.1 Bahan	57
3.5.2 Alat	57
3.5.3 Cara Kerja RBC dalam Penelitian	58
3.6 Kegiatan Persiapan Sebelum Penelitian	58
3.7 Tahap-Tahap Pelaksanaan Penelitian	59
3.7.1 Proses Pembibitan dan Aklimasi	50
3.7.2 Tahap Pelaksanaan Proses Pengolahan	61
3.8 Pengambilan Sampel	62
3.8.1 Tahap Pengambilan Sampel	62
3.8.2 Jumlah Pengambilan Sampel	62
3.8.3 Titik Pengambilan Sampel	62
3.9 Analisa Parameter	63
3.10 Analisa Data	65

BAB IV DESAIN RBC	
4.1 Perhitungan Desain RBC	67
4.2 Perhitungan BOQ dan RAB	72
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
5.1 Hasil Penelitian	73
5.1.1 Kuantitas Air Limbah	73
5.1.2 Tingkat Penurunan BOD dan COD Air Limbah Setelah Pengolahan Dengan Unit RBC	76
5.1.3 Efisiensi Penurunan BOD dan COD Air Limbah Setelah Pengolahan	79
5.2 Pembahasan	81
5.3 Bentuk Media Contaktor Yang Digunakan	93
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1 Kesimpulan	95
6.2 Saran	96
DAFTAR PUSTAKA	97
LAMPIRAN	99

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Karakteristik limbah cair rumah sakit di Kota Yogyakarta	18
Tabel 2.2.	Kandungan bahan mineral air buangan rumah tangga.....	22
Tabel 2.3.	Komposisi air buangan.....	23
Tabel 2.4.	Kelebihan dan kekurangan RBC dengan Activated Sludge.....	34
Tabel 2.5.	Informasi Desain Tipikal Untuk RBC.....	42
Tabel 5.1	Penurunan COD dan BOD selama Proses Aklimasi, dengan BOD Air Limbah sebelum Aklimasi sebesar 248,34 mg/L dan COD Air Limbah sebelum Aklimasi sebesar 480,70 mg/L	72
Tabel 5.2	Efisiensi Penurunan COD dan BOD selama Proses Aklimasi, dengan BOD Air Limbah sebelum Aklimasi sebesar 248,34 mg/L dan COD Air Limbah sebelum Aklimasi sebesar 480,70 mg/L	73
Tabel 5.3	Kualitas Air Limbah Domestik IPAL Sewon Bantul Kota Jogjakarta sebelum Diolah	74
Tabel 5.4	BOD Air Limbah Setelah Pengolahan	74
Tabel 5.5	COD Air Limbah setelah Pengolahan	75
Tabel 5.6	BOD dan COD Air Limbah setelah Pengolahan RBC Media Ijuk	75

Tabel 5.7	Efisiensi Penurunan BOD dan COD	77
Tabel 5.8.	Pengaruh Luas Basah Cakram Terhadap Penurunan BOD dan COD Air Limbah Setelah Pengolahan Dengan RBC Media Ijuk	86

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Diagram Skematis Pengolahan Fisik (Djajadiningrat, 1992).....	10
Gambar 2.2.	Diagram Skematis Pengolahan Kimiawi (Djajadiningrat, 1992)..	12
Gambar 2.3.	Diagram Skematis Pengolahan Biologi (Djajadiningrat, 1992)....	14
Gambar 2.4.	Bagan alir instalasi pengolahan konvensional	31
Gambar 2.5.	Gambar Sket aliran air dalam chamber	35
Gambar 2.6.	Kontaktor biologis Cakran Berputar (Rao and Datta,1987).....	38
Gambar 2.7.	Prinsip Operasi RBC	39
Gambar 2.8.	Diagram Skematis Tahap pengolahan Pada RBC	43
Gambar 2.9.	Grafik Metode Desain RBC	52
Gambar 2.9.	Kontraktor Biologis Berputar	54
Gambar 3.1	Variasi Ketercelupan Cakram	57
Gambar 3.2.	Bagan Rangkaian Alat Untuk Penelitian	60
Gambar 3.3.	Bagan Titik Pengambilan Sampel	64
Gambar 3.2.	Diagram Alir Metode Penelitian	67
Gambar 5.1	Ketercelupan Cakram 50%	82
Gambar 5.2	Ketercelupan Cakram 40%	82
Gambar 5.3	Ketercelupan Cakram 30%	83
Gambar 5.4	Ketercelupan Cakram 20%	84
Gambar 5.5	Ketercelupan Cakram 10%	84
Gambar 5.6.	Luas Pertumbuhan Basah.....	85

DAFTAR GAMBAR GRAFIK

Gambar 5.1. Grafik Penurunan COD dan BOD selama Aklimasi dengan COD = 480.70 mg/L dan BOD = 248.34 mg/L.....	72
Gambar 5.2. Grafik Efisiensi Penurunan COD dan BOD selama Aklimasi dengan COD = 480.70 mg/l dan BOD = 248.34 mg/L.....	73
Gambar 5.3. Grafik Ketercelupan Cakram (%) Terhadap Konsentrasi BOD Effluent Rata-Rata (mg/L)	76
Gambar 5.4. Grafik Ketercelupan cakram (%) terhadap Konsentrasi COD Efluent Rata-Rata (mg/L)	76
Gambar 5.5. Grafik Ketercelupan Cakram Terhadap Efisiensi Penurunan BOD (%)	78
Gambar 5.6. Grafik Ketercelupan Cakram Terhadap Efisiensi Penurunan COD (%)	78

ABSTRAKSI

Rotating Biological Contactors (RBC) merupakan pengolahan limbah cair dengan proses aerobik yang memiliki banyak keistimewaan. Keistimewaan tersebut antara lain adalah opsionalnya mudah, konsumsi energi sedikit, dan menghasilkan lumpur yang sedikit.

Oleh karena itu RBC termasuk teknologi pengolahan limbah cair yang penting dan bisa digunakan di Negara Asia secara luas. RBC media Ijuk pada penelitian ini merupakan penelitian teknologi tepat guna dengan bahan dasar media berupa Ijuk yang dapat diperoleh dengan mudah dan merupakan material local dengan demikian Control Over Resources lebih terjamin, sehingga untuk menginvestasikan biaya dalam pengolahan limbah sangat murah. Ijuk merupakan media dengan tingkat surface area yang cukup besar serta merupakan bahan alami/organik yang sangat kuat.

Perencanaan unit pengolahan IPAL dengan menggunakan pengolahan biologis berupa RBC media Ijuk dengan dimensi skala laboratorium panjang (P) = 150 cm, lebar 50 cm dan diameter cakram (D) = 50 cm ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan RBC media Ijuk dalam menurunkan parameter BOD dan COD air buangan kota Jogjakarta dengan kapasitas debit (Q) perhari = 15.500m³/hari dan BOD = 332 mg/L dan pada konsentrasi ketercelupan (50%, 40%, 30%, 20%, dan 10%) RBC ini paling efisien serta bentuk media mana yang dapat menurunkan BOD dan COD air buangan domestik kota Jogjakarta sesuai dengan SK Gubernur di Jogjakarta No. 417/1991 tentang baku mutu limbah cair yang sudah beroperasi.

Analisis hasil penelitian RBC media Ijuk skala laboratorium dalam bentuk grafik menunjukkan adanya perbedaan efisiensi ketercelupan cakram untuk BOD sebesar 78,08%, 58,04%, 34,72%, 18,72% dan 13,89% serta untuk COD sebesar 76,64%, 74,45%, 53,42%, 36,21%, dan 26,99%. Sedangkan untuk bentuk media yang paling efisien dalam pengolahan adalah bentuk media *squirell tail type* (ekor bajing), untuk media bentuk *mattres type* (mattres type) pada penelitian ini kurang efisien karena terjadinya *clogging*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam beberapa dekade belakangan ini terjadi peningkatan kesadaran mengenai perlindungan lingkungan di banyak negara berkembang. Hal ini merupakan buah dari berbagai usaha peningkatan kesadaran (*awarness development*) yang dilakukan oleh berbagai aktor pembangunan seperti Pemerintah, NGO, Sektor Swasta, Perguruan Tinggi, dan Kelompok Masyarakat (*civil society*). Proses tersebut juga memperoleh dukungan dari berbagai pihak seperti Pemerintah, Lembaga International, (bilateral maupun multilateral), Lembaga Penelitian, dan juga dari NGO sektor. Dengan demikian tingkat kesadaran (*level awarness*) dan tingkat kepedulian terhadap lingkungan di banyak negara berkembang, kita dapat mengatakan saat ini sudah lebih baik dibanding sepuluh tahun yang lampau.

Tetapi masalah berikutnya yang masih banyak dihadapi adalah aspek yang berkaitan dengan *problem solving* dan/atau *techological knowledge* dalam pemecahan masalah. Sungguh pun ada berbagai usaha untuk meminimalisasi limbah (seperti *clear production, recycling & reusage*) tetapi dalam kehidupan manusia kita tidak bisa lepas dari urusan limbah.

Setiap komunitas menghasilkan baik limbah cair maupun padat. Porsi cairan (air limbah), sebelumnya merupakan esensial yang kemudian melewati berbagai penggunaan (Tchobanoglous G. And Burton F. L., 1991.). Air limbah yang belum

mengalami pengolahan dapat dipastikan mengandung banyak komponen-komponen yang tidak diinginkan. Bila dibuang ke lingkungan perairan, beberapa diantaranya akan memunculkan masalah kekurangan oksigen, sementara yang lainnya mungkin merangsang pertumbuhan mikroorganisme tertentu seperti alga. Komponen-komponen tersebut terdiri dari bahan terlarut maupun tidak larut. Dengan demikian karakteristik air limbah merupakan pertimbangan yang penting sebelum memulai proses seleksi dan perancangan (Hartini S.,1997).

Air limbah diklasifikasikan menjadi 2, yaitu : air limbah industri dan air limbah perkotaan. Kedua jenis air limbah ini secara bersama sering dibuang ke saluran-saluran yang sama maupun ke badan-badan air, seperti sungai-sungai. Hal tersebut sering dilakukan dan masih umum dilakukan karena besarnya biaya yang tergambar jika harus dilakukan pra-perlakuan sebelum pembuangan ke badan air umum (Peavy et al, 1985). Meskipun peraturan-peraturan bahkan undang-undang lingkungan juga sudah diperdengarkan gaungnya (hanya pelaksanaannya masih “tergantung”) tapi dengan beberapa strategi yang berlandaskan efisiensi perusahaan maka air limbah yang seharusnya diberi pra- perlakuan dengan penuh kesadaran justru langsung diloloskan ke pembuangan badan air umum.

Kurangnya kesadaran masih umum di jumpai terutama yang terkait dengan pemahaman bahwa limbah dan air buangan lainnya tidak perlu diolah sampai mencapai tingkat pembersihan yang sama pada semua kondisi. Sesungguhnya pembersihan limbah hanya memerlukan pengolahan yang dibutuhkan untuk membuang isi limbah yang berbahaya : pembuangannya yang sempurna berarti

membersihkan limbah tersebut supaya tidak membahayakan kesehatan atau tidak menimbulkan kondisi yang tidak sehat.

Berangkat dari situasi diatas maka teknologi tepat guna dalam pengolahan limbah diharapkan dapat memenuhi kriteria-kriteria sebagai berikut :

1. Biaya investasi dan operasinya murah.
2. Hemat energi.
3. O&M (Operasi dan Perawatan) mudah hingga dapat ditangani dengan cara sederhana.
4. Dapat diproduksi secara lokal hingga ketergantungan akan *imported parts* atau *imported material* dapat dikurangi.

Rotating Biological Contactor, disingkat RBC (Kontaktor Biologis Berputar) merupakan suatu alat pengolah air limbah secara biologis yang terdiri dari serangkaian cakram yang mampu menurunkan kandungan bahan organik sampai dengan 90%.

Bahan untuk cakram RBC dapat berupa *Polyethylene, PVC, Polystyrene, Propylene, Galvanized Steel, dan Asbestos Cements* atau bahan-bahan ringan lainnya. Bahan-bahan ini digunakan dengan dasar pertimbangan tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme dan juga relatif ringan (Rao and Datta,1987).

Berdasarkan tingginya kandungan bahan organik dalam air limbah domestik, maka perlu dilakukan suatu usaha pengolahan air limbah domestik, penulis mengadakan percobaan pengolahan dengan alat RBC menggunakan cakram dari bahan ijuk sebagai media pertumbuhan mikroorganisme pengurai.

Pemilihan ijuk sebagai cakram RBC dalam percobaan ini didasarkan pada pertimbangan bawa ijuk :

- a. Mudah didapat dipasaran.
- b. Harganya relatif murah.
- c. Awet dalam berbagai keadaan.
- d. Memberikan luas permukaan yang relatif besar.
- e. Tidak terjadi *clooging* (pengumpalan).

1.2. Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang diatas dan dengan memperhatikan infulent air limbah yang masuk ke unit IPAL dan dengan kadar influent sebesar 23.679,1 m³/hari yang masih mengandung parameter-parameter seperti : BOD, COD, DO, PH, SUHU dan Zat padat tersuspensi , maka diajukan perumusan masalah sebagai berikut :

1. Mengetahui apakah pengolahan air limbah domestik kota Yogyakarta dengan RBC media ijuk dapat menurunkan kandungan bahan pencemar yang terdapat dalam air limbah tersebut.
2. Mengetahui apa pengaruh variasi dari luas kontak cakram dalam air limbah terhadap penurunan kandungan bahan pencemar.
3. Mengetahui apakah ijuk sebagai media pertumbuhan mikroorganisme pengurai mampu menurunkan bahan pencemar dalam air limbah domestik.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui kemampuan RBC, dengan Ijuk sebagai media pertumbuhan mikroorganisme pengurai, dalam menurunkan kandungan bahan pencemar dalam air limbah domestik kota Yogyakarta yang dinyatakan dalam parameter BOD dan COD.
2. Mencari persentase luas kontak optimal dari cakram ijuk sehingga didapatkan persentase tertinggi dalam penurunan kandungan bahan pencemar.

1.4. Manfaat Perencanaan

1. Menambah wawasan ilmu pengetahuan dan pengalaman bagi penulis dalam bidang pengolahan air limbah domestik kota Yogyakarta.
2. Memberikan informasi kepada pembaca yang menaruh minat pada pengolahan air limbah dengan RBC.

1.5. Batasan Masalah

Agar lingkup perencanaan lebih jelas, penulis membatasi masalah pada :

1. Mengamati dan menganalisis kualitas air limbah domestik sebelum dan sesudah diolah dengan RBC.
2. Parameter yang dianalisis adalah BOD dan COD.
3. Mencari persentase luas kontak cakram didalam air limbah, dengan variasi luas kontak 10% - 50% dari total diameter cakram, sehingga menghasilkan kandungan bahan pencemar (dalam BOD dan COD) yang lebih rendah.

4. Media pertumbuhan mikroorganisme yang digunakan dalam percobaan ini adalah dari bahan ijuk (cakram ijuk) dimana bentuk yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Mattres type* dan *Squirrel Tail type*.
5. Sampel air limbah yang diolah dalam percobaan ini adalah air limbah yang dikumpulkan pada unit IPAL Sewon, Bantul, Yogyakarta.
6. RBC dibuat dalam skala percobaan (skala laboratorium) untuk pengolahan satu tahap.
7. Penelitian ini difokuskan untuk mengetahui kemampuan unit RBC, dengan ijuk sebagai media pertumbuhan mikroorganisme pengurai, dalam menurunkan kandungan bahan organik air limbah domestik, sehingga dalam penelitian sampel diambil dari bak pengendap I (sebelum) dan bak pengendap II (sesudah) unit RBC.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Air limbah

Air limbah adalah air buangan yang terdiri dari suatu kombinasi dari cairan dan sampah bawaan air yang berasal dari tempat tinggal, bangunan-bangunan, perdagangan, industri, dan institusi (Reynolds, 1982).

Air limbah domestik adalah air limbah yang terutama dari daerah tempat tinggal, daerah perdagangan, dan fasilitas-fasilitas rekreasi (Metcalf and Eddy, 1991).

2.1.1 Pengolahan Air Buangan

Berbagai teknik pengolahan air buangan untuk menyisahkan bahan polutannya telah dicoba dan dikembangkan selama ini. Teknik-teknik pengolahan air buangan yang telah dikembangkan tersebut secara umum ada tiga metoda pengolahan, yaitu :

- a) Pengolahan secara fisika
- b) Pengolahan secara kimia
- c) Pengolahan secara biologi

Untuk suatu jenis air buangan tertentu, ketiga metoda pengolahan tersebut dapat dipisahkan secara sendiri-sendiri atau secara kombinasi (Djajadiningrat, 1992).

Pengolahan secara fisika seperti *screen*, *filtrasi*, *pengendapan* dan *flotasi* dapat merupakan proses pendahuluan untuk menyisahkan bahan tersuspensi atau

melayang dari dalam air buangan, sedangkan proses adsorpsi dan osmosa merupakan proses pengolahan sekunder tersier (Djajadiningrat, 1992).

Pengolahan secara kimia memerlukan perubahan bahan kimia agar terjadi reaksi kimia untuk menyisahkan bahan polutan. Hasil akhir proses pengolahan biasanya merupakan endapan yang kemudian dipisahkan secara fisika (pengendapan atau filtrasi) (Djajadiningrat, 1992).

Pengolahan secara biologi memanfaatkan mikroorganisme yang berada di dalam air untuk menguraikan bahan-bahan polutan. Dalam hal ini terjadi konversi bahan polutan menjadi sel mikroorganisme sebagai hasil pertumbuhan dan menjadi gas-gas. Sel mikroorganisme yang terbentuk kemudian dipisahkan secara fisika, yaitu dengan pengendapan dan atau filtrasi.

a. Pengolahan Secara Fisika

Pada umumnya sebelum dilakukan pengolahan lanjutan terhadap air buangan didinginkan agar bahan-bahan tersuspensi berukuran besar dan yang sudah mengendap atau bahan-bahan yang terapung disisahkan terlebih dahulu. *Screening* merupakan cara yang efisien dan murah untuk menyisahkan bahan tersuspensi yang berukuran besar. Bahan tersuspensi yang sudah mengendap dapat dipisahkan secara mudah dengan proses pengendapan. Parameter desain yang utama untuk proses pengendapan ini adalah kecepatan mengendap partikel dan waktu detensi hidrolis di dalam bak pengendap (Djajadiningrat, 1992).

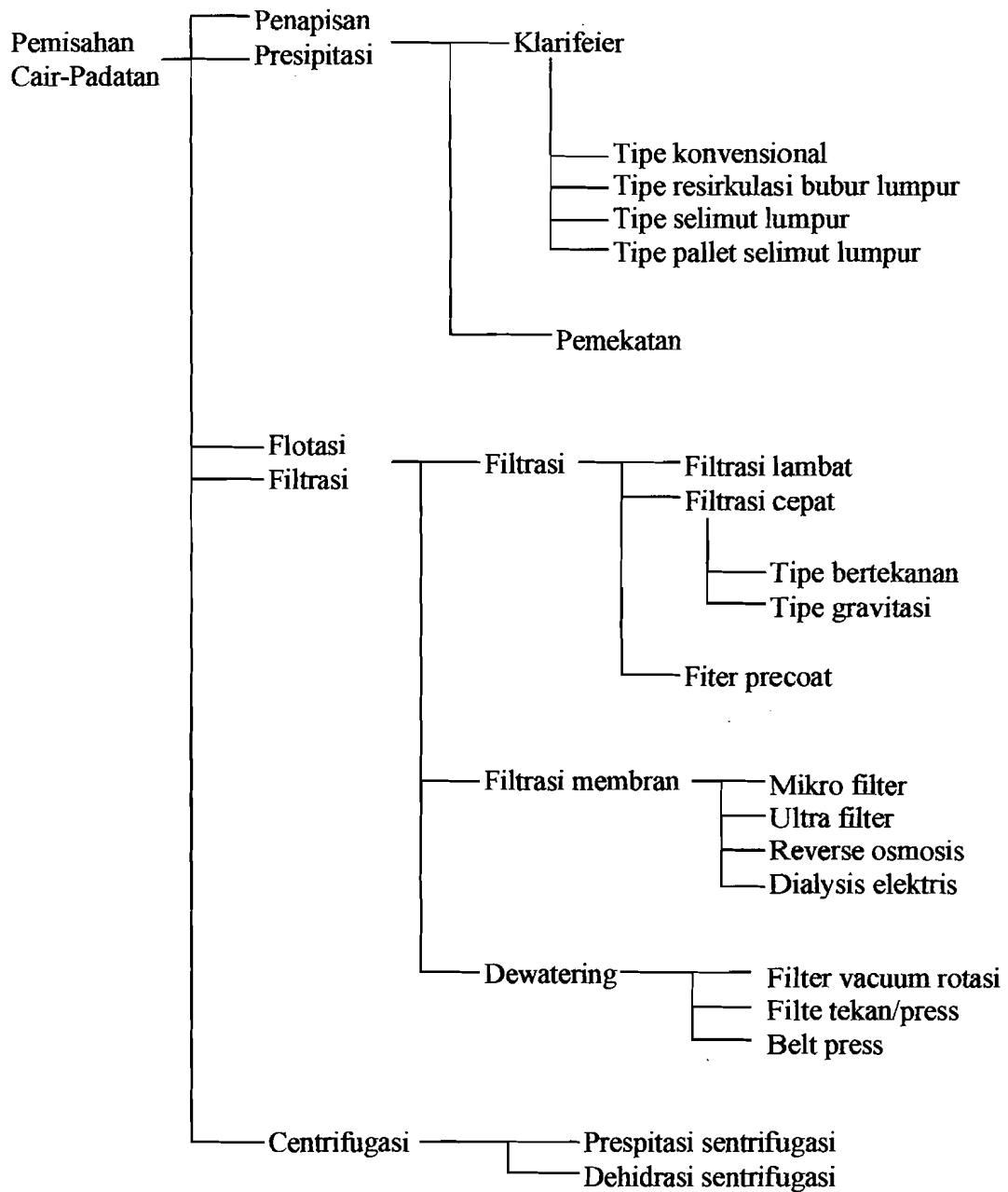
Proses flotasi banyak digunakan untuk menyisahkan bahan-bahan yang mengapung seperti minyak dan lemak agar tidak mengganggu proses pengolahan

berikutnya. *Flotasi* juga dapat digunakan sebagai cara penyisihan bahan-bahan tersuspensi (*clarification*) atau pemekatan lumpur endapan (*sludge thickening*) dengan memberikan aliran udara ke atas (*air flotation*).

Proses *filtrasi* di dalam pengolahan air buangan biasanya dilakukan untuk mendahului proses *adsorpsi* atau proses *reverse osmosis* yang akan dilakukan, yaitu untuk menyisihkan sebanyak mungkin partikel tersuspensi dari dalam air agar tidak mengganggu proses *adsorpsi* atau menyumbat membran yang dipergunakan dalam proses *osmosa*.

Proses *adsorpsi* biasanya dengan karbon aktif, dilakukan untuk menyisihkan senyawa *aromatik* (misalnya phenol) dan senyawa organik terlarut lainnya, terutama jika diinginkan untuk menggunakan kembali air buangan tersebut.

Teknologi membran (*reverse osmosis*) dapat diaplikasikan untuk unit-unit pengolahan berkapasitas besar, terutama jika pengolahan ditujukan untuk menggunakan kembali air yang diolah. Biaya instalasi dan operasinya cukup tinggi.



Gambar 2.1. Diagraf Skematis Pengolahan Fisik (Djajadiningrat, 1992)

b. Pengolahan Secara Kimia

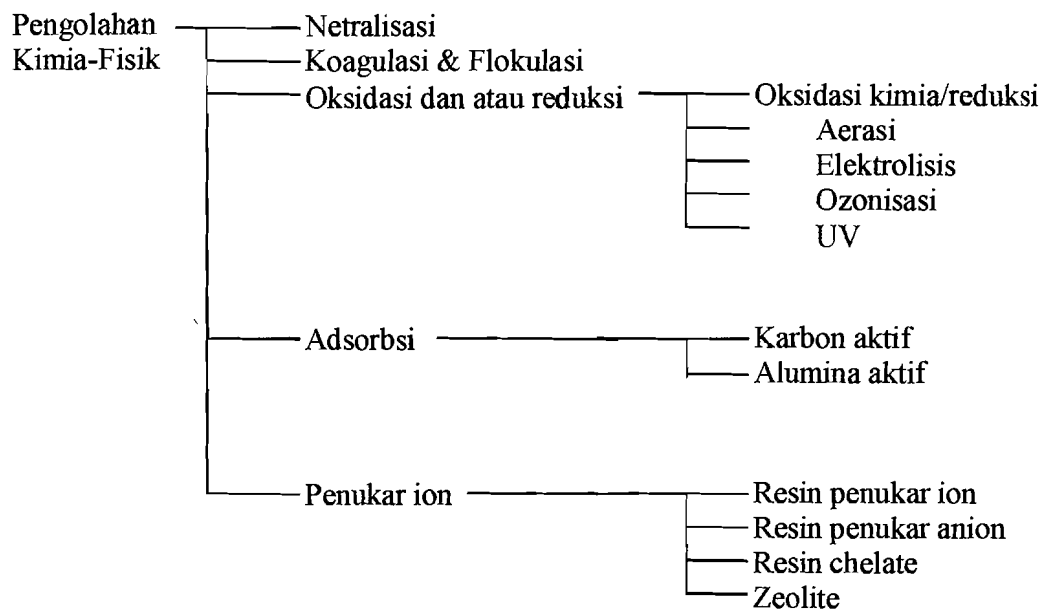
Pengolahan air buangan secara kimia biasanya dilakukan untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak mudah mengendap (*koloid*). Logam-logam berat, senyawa fosfor dan zat organik beracun, dengan menumbuhkan bahan kimia tertentu yang diperlukan (Djajadiningrat, 1992).

Penyisihan bahan-bahan tersebut pada prinsipnya berlangsung melalui perubahan sifat dari bahan-bahan tersebut, yaitu dari tak dapat diendapkan menjadi mudah diendapkan (*flokulasi-koagulasi*), baik dengan atau tanpa reaksi *oksidasi-reduksi*, dan juga berlangsung sebagai hasil reaksi *oksidasi*. Pengendapan bahan tersuspensi yang tak mudah larut dilakukan dengan menumbuhkan elektrolit yang mempunyai muatan yang berlawanan dengan muatan koloidnya agar terjadi netralisasi muatan pada koloid tersebut, sehingga akhirnya dapat diendapkan.

Penyisihan logam berat dan senyawa fosfor dilakukan dengan menumbuhkan larutan *alkali* (misalnya air kapur) sehingga terbentuk endapan *hidroksida* logam-logam tersebut atau endapan *hidroksipati* $\text{Ca}_3\text{OH}(\text{PO}_4)_2$. Endapan logam tersebut akan lebih stabil jika pH air $> 10,5$ dan untuk hidroksipati pada pH $> 9,5$. Khusus untuk *Khrom hexavalen*, sebelum diendapkan sebagai *Khrom hidroksida* $\text{Cr}_2(\text{OH})_6$, terlebih dahulu direduksi menjadi *Khrom trivalen* dengan menumbuhkan *reduktor* (FeSO_4 , SO_2 atau $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$).

Penyisihan bahan-bahan organik beracun seperti *phenol* dan *cianida* pada konsentrasi rendah dapat dilakukan dengan mengoksidasinya dengan *klor* (Cl_2), *kalsium permanganat*, *aerasi*, *ozon* *hidrogen peroksida* (Djajadiningrat, 1992).

Pada dasarnya kita dapat memperoleh efisiensi yang tinggi dengan pengolahan secara kimia, akan tetapi biaya pengolahan menjadi mahal karena memerlukan bahan kimia (Djajadiningrat, 1992).



Gambar 2.2. Diagram Skematis Pengolahan Kimiawi (Djajadiningrat, 1992)

c. Pengolahan Secara Biologi

Semua air buangan yang biodegradabel dapat diolah secara biologi. Sebagai pengolahan sekunder, pengolahan secara biologi dipandang sebagai pengolahan yang paling murah dan efisien. Dalam beberapa dasawarsa telah berkembang beberapa metoda pengolahan biologi dengan segala modifikasinya.

Pada dasarnya reaktor pengolahan secara biologi dapat dibedakan atas dua jenis, yaitu :

- a) Reaktor pertumbuhan tersuspensi (*suspended growth reactor*)
- b) Reaktor pertumbuhan lekat (*attached growth reactor*)

Di dalam reaktor pertumbuhan tersuspensi, mikroorganisme tumbuh dan berkembang dalam keadaan tersuspensi (Djajadiningrat, 1992).

Kolam oksidasi dan lagoon, baik yang diaerasi maupun yang tidak, juga termasuk dalam jenis reaktor pertumbuhan tersuspensi. Untuk iklim tropis seperti Indonesia, waktu detensi hidrolis selama 12 – 18 hari dalam kolam maupun dalam lagoon yang tidak diaerasi, cukup untuk mencapai kualitas efluent yang dapat memenuhi standar yang ditetapkan. Dalam lagoon yang diaerasi cukup dengan waktu detensi 3-5 hari saja (Djajadiningrat, 1992).

Di dalam reaktor pertumbuhan lekat, mikroorganisme tumbuh di atas media pendukung dengan membentuk lapisan film untuk melekatkan dirinya. Oleh karenanya reaktor ini disebut juga sebagai bioreaktor film tetap. Beberapa modifikasi telah banyak dikembangkan selama ini, antara lain :

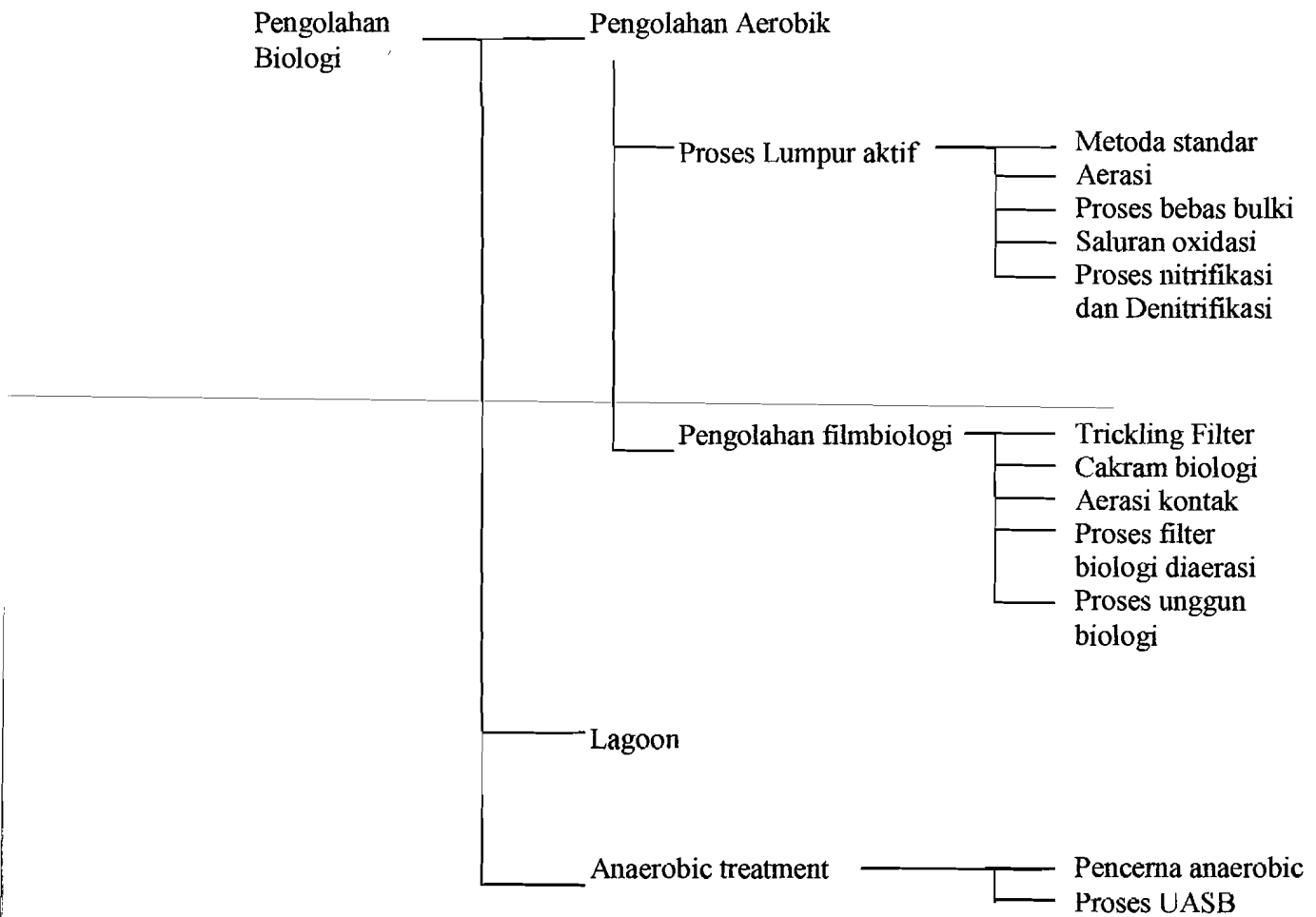
- a) Trickling filter
- b) Cakram biologi
- c) Filter terendam
- d) Reaktor fluidisasi

Seluruh modifikasi ini dapat menghasilkan efisiensi penurunan BOD sekitar 80-90% (Djajadiningrat, 1992).

Ditinjau dari segi lingkungan dimana berlangsung proses penguraian secara biologi, proses ini dapat dibedakan dalam dua jenis, yaitu :

- a) Proses aerob, yang berlangsung dengan hadirnya oksigen.
- b) Proses anaerob, yang berlangsung tanpa adanya oksigen.

Apabila BOD air buangan tidak melebihi 4000 mg/l, proses aerob masih dapat dianggap ekonomis dari anaerob. Pada BOD lebih tinggi dari 4000 mg/l, proses anaerob menjadi lebih ekonomis (Djajadiningrat, 1992).



Gambar 2.3. Diagram Skematis Pengolahan Biologi (Djajadiningrat, 1992)

2.2. Gambaran Umum Daerah Perencanaan

Tingkat pertumbuhan penduduk diwilayah perkotaan di Pulau Jawa mengalami peningkatan yang pesat. Peningkatan jumlah penduduk itu diikuti juga akan meningkatkan berbagai kebutuhan. Termasuk didalamnya kebutuhan pangan, papan dan kebutuhan lainnya. Secara sinergi, pertumbuhan industri dan permukiman juga semakin meningkat.

Di Daerah Istimewa Yogyakarta, pertumbuhan penduduk perkotaan pada tahun 2004 diperkirakan menjadi 70% dari total penduduk propinsi yang semula hanya berkisar 40% pada tahun 1990. peningkatan yang pesat ini akan menghasilkan berbagai ragam implikasi, diantaranya adalah masalah sarana sanitasi serta penanganan limbah cair.

Fasilitas perkotaan, salah satunya adalah pengolahan limbah cair tidak progresif mengikuti pertambahan jumlah penduduk. Akibatnya timbul kompleksitas permasalahan sanitasi diwilayah perkotaan.

Limbah cair rumah tangga dan industri yang tidak diolah dengan benar akan menjadi penyebab terjadinya pencemaran air permukaan. Kontribusi pencemaran bahan organik dari air limbah cair badan air Yogyakarta di perkirakan mencapai 25% hingga 50%. Disisi lain, kesadaran masyarakat mengenai bahaya yang ditimbulkan oleh limbah cair serta akibatnya terhadap permukiman masih rendah.

Study mengenai limbah rumah tangga telah dilakukan oleh pemerintah daerah dengan bekerjasama dengan berbagai pihak, diantaranya adalah proyek YUDP (Yogyakarta Urban Development Program). Tetapi informasi mengenai

limbah cair yang dihasilkan dari industri masih terbatas. Inilah salah satu hal yang melatar belakangi perlunya dilakukan studi ulang mengenai limbah cair industri dan perkotaan di Yogyakarta.

Menurut laporan Dinas perindustrian DIY dan YDD (Yayasan Dian Desa) yang ada menunjukkan bahwa pada tahun 1989 jumlah unit usaha yang masuk kelompok industri menengah ada sekitar 163 buah, sedangkan industri kecil mencapai 70.663 buah. Industri -industri tersebut adalah :

- a. Industri Penyamakan Kulit
- b. Pencelupan Batik
- c. Industri Makanan
- d. Rumah Sakit
- e. Perhotelan
- f. Tekstil

Untuk limbah cair rumah tangga pada umumnya buangan dari WC. Bebannya dipengaruhi oleh jumlah penduduk. Karena itu masalah tersedia atau tidaknya WC merupakan salah satu indikasi mengenai baik dan tidaknya sanitasi yang bersumber limbah cair rumah tangga.

2.2.1 Karakteristik Air Buangan

Berdasarkan survei yang dilakukan, kondisi umum limbah cair domestik kota Yogyakarta dapat digambarkan sebagai berikut :

a. Industri Penyamakan Kulit

Industri penyamakan kulit di Yogyakarta mempunyai sejarah cukup panjang. Industri ini berkembang cukup pesat hingga menjadi satu andalan ekspor. Di DIY ada 60 usaha kerajinan kulit, 40% dikota, 53% di Bantul, 7% sisanya di Sleman. Biasanya lokasi penyamakan kulit ini berada didekat sungai, hal ini untuk memudahkan mendapatkan air dan membuang limbahnya.

b. Pencelupan Batik

Industri pencelupan batik merupakan usaha kerajinan yang ada sejak dulu dan mempunyai kaitan erat dengan karya seni kraton. Usaha batik banyak terdapat di daerah sekitar kraton. Diperkirakan sekitar 5 kelompok usaha batik membuang limbah sekitar 375.2 m³/hari ke drainase terdekat.

c. Industri Makanan

Limbah industri ini lokasinya tersebar dan melayani pasar-pasar lokal letaknya relatif dekat dengan usaha tersebut. Limbah industri ini sering mengakibatkan konflik antar tetangga, karena limbah mereka tidak diolah tapi langsung dibuang ke badan air.

d. Rumah Sakit

Beban BOD yang dihasilkan limbah rumah sakit di wilayah perkotaan Yogyakarta sebesar 482.33 kg/hari dan beban COD mencapai 1368.01 kg/hari. Pada umumnya limbah cair dibuang langsung baik lewat resapan maupun saluran air yang menuju ke sungai. Rumah sakit yang sudah mempunyai treatment hanya RSUD Dr. Sarjito, Panti Rapih dan Bethesda.

Berikut ini typical karakteristik limbah rumah sakit yang umum dijumpai di Kota Yogyakarta

Tabel 2.1. Karakteristik limbah cair rumah sakit di Kota Yogyakarta

Item	Unit	Typical Value
PH		6-8
BOD	mg/l	400
COD	mg/l	800
SS	mg/l	250
Lemak	mg/l	100
TN	mg/l	70
TP	mg/l	10
<i>Microbiologi</i>		
Total coliform	Jumlah/ml	105 ~106
Salmonella	Jumlah/ml	10 ~102
Fecal coliform	Jumlah/ml	104 ~105
Fecal Sterptococci	Jumlah/ml	103 ~ 104
Enteris virus	Jumlah/ml	101 ~ 102
Helminth ova	Jumlah/ml	
<i>Quantity</i>		
Flow rate	Lt/bed.hari	150

e. Perhotelan

Perkembangan hotel tidak hanya pada jumlah, tetapi juga dalam hal fasilitas. Limbah cair hotel tidak beda dengan limbah rumah tangga biasanya, hanya konsentrasi dan volumenya lebih tinggi. Limbah cair dari WC biasanya dibuat septic tank dan diserapkan lewat *percollation well*. Pada lokasi yang terlewati saluran drainase, biasanya limbahnya dialirkan lewat sarana tersebut dan atau dibuang ke sungai langsung. DIY juga sudah ada program kali bersih merupakan kerja sama dari Bapeldalda DIY dengan semua industri yang ada. Bahkan standard baku mutu limbah cair secara khusus sudah ditetapkan oleh Gubernur DIY.

Karakteristik air buangan merupakan suatu faktor penting dalam menentukan :

a) Desain dan operasi pengumpulan air buangan

- b) Sistem dan tingkat pengolahan air buangan
- c) Teknik pengolahan kualitas air buangan

Secara umum karakteristik air buangan dapat dikelompokkan atas :

2.2.1.1 Karakteristik Fisik

Karakteristik fisik secara umum menurut Sumekar (1994), adalah karakteristik yang dapat dideteksi oleh panca indera, yaitu :

a. Kekeruhan

Kekeruhan yang terjadi pada air buangan akibat adanya partikel-partikel zat padat dalam air buangan yang berasal dari aktivitas rumah sakit. Partikel-partikel zat padat itu berupa Total Solid.

Total Solid terdiri dari :

1. *Dissolved Solid* (zat terlarut)
2. *Suspended Solid* (tersuspensi), dimana *suspended solid* terdiri atas *settleable solid* (mengendap) dan *non settleable solid* (koloid).

Total Solid menurut komposisi kimianya dapat dibedakan menjadi :

1. *Fix solid*, yaitu zat padat yang tidak mengalami perubahan bentuk baik yang disebabkan oleh perubahan temperatur atau oleh aktivitas mikroba.
2. *Volatile solid*, yaitu zat padat yang mengalami perubahan bentuk baik yang disebabkan oleh perubahan temperatur maupun disebabkan oleh adanya aktivitas mikroba.

b. Warna

Warna air dipengaruhi oleh komposisi zat yang terkandung dalam air buangan. *True color* disebabkan oleh zat padat yang terlarut, sedangkan

Apparent colour (warna tampak) disebabkan oleh zat padat tersuspensi (*presipitat kimiawi*). Air buangan yang masih baru biasanya berwarna kelabu seperti warna sabun, coklat dan jika sudah lama (mulai membusuk) berubah menjadi abu-abu kemudian menghitam.

c. Bau

Bau disebabkan oleh adanya gas-gas yang timbul karena adanya penguraian zat-zat organik oleh mikroba terutama bakteri anaerobik. Bau yang khas dari air buangan berasal dari gas H_2S , CH_4 , NH_3 .

d. Temperatur

Air buangan memiliki temperatur paling tinggi dicapai saat penguraian aktif oleh mikroba (lebih tinggi dari suhu normal) dan temperaturnya lebih tinggi dari temperatur air minum. Temperatur mempengaruhi waktu penguraian, kecepatan penguraian dan perkembangan mikroorganisme.

2.2.1.2 Karakteristik Kimia

a. Zat Organik

Zat organik berasal dari tumbuhan, hewan dan hasil metabolisme manusia yang tersusun dalam ikatan karbon, hidrogen dan nitrogen. Unsur-unsur lain yang biasanya terdapat dalam air buangan adalah sulfur besi dan fosfat (Sumekar, 1994).

1. Zat organik alamiah, banyak terdapat dalam air buangan domestik yang merupakan sisa metabolisme dari kehidupan manusia sehari-hari.
2. Zat organik buatan, berasal dari air buangan laboratorium dan apabila mengandung zat *toxic*, air buangan ini harus diolah secara khusus.

Pada umumnya kandungan bahan organik yang dijumpai dalam air buangan, 70 % terdiri dari *hidrat arang*, 40-60 % protein, lemak/minyak 10%. Kehadiran nitrogen dalam air buangan, akan menyebabkan menurunnya kadar oksigen dalam air tersebut. Hal ini disebabkan oksigen akan dimanfaatkan oleh bakteri untuk proses *nitrifikasi* dan *denitrifikasi*, yaitu untuk menguraikan NH_3 , NO_2 dan N_2 (Sumekar, 1994).

b. Zat Anorganik

Zat anorganik dalam air buangan sangat penting dalam penentuan dan pemeriksaan kualitas air. Konsentrasi zat anorganik dalam air buangan tergantung dari jenis air buangan itu berasal. Pemeriksaan zat anorganik biasanya dilakukan terhadap nilai-nilai (Sumekar, 1994) :

1. pH untuk air buangan mula-mula bersifat alkali lalu asam dan netral kembali. pH air buangan yang bersifat ekstrem, misalnya : air buangan industri dan air buangan tekstil
2. *Salinitas* (kadar garam) yang tinggi dapat mengganggu kahidupan bakteri.
3. *Alkalinity* yang berbentuk *hidroksil karbonat* dan elemen-elemen lain seperti : *Kalsium, Magnesium, Sodium dan Amoniak*.
4. *Nitrogen, Phospor*, merupakan nutrien bagi pertumbuhan *protista* dan tumbuhan air.

c. Gas

Dalam aktivitas biologi dan kimia yang terjadi dalam air buangan banyak dihasilkan gas-gas seperti H_2s , NH_3 , dan CH_4 yang merupakan hasil dekomposisi dari zat organik dan N_2 , O_2 serta CH_4 yang berasal dari atmosfer

(Sumestri, 1994). Kandungan bahan mineral dalam air buangan rumah tangga dapat dilihat dalam tabel 2.1

Tabel 2.2. Kandungan bahan mineral air buangan rumah tangga

Bahan mineral yang ada	Konsentrasi (mg/l)
Zat padat terlarut	100 – 300
Boron (B)	0,1 – 0,4
Sodium (Persen)	1 – 5
Sodium (N)	40 – 70
Potassium (K)	7 – 15
Magnesium ($MgCO_3$)	15 – 40
Kalsium ($CaCO_3$)	15 – 40
Nitrogen total (N)	20 – 40
Fosfat (PO_4)	20 – 40
Sulfat (SO_4)	13 – 30
Klorida (Cl)	20 – 50
Kesadahan total ($CaCO_3$)	100 – 150

Sumber : P. Walton Purdom, 1980.

2.2.1.3 Karakteristik Biologis

Secara biologis, dalam air buangan terdapat mikroorganisme yang dikelompokkan menjadi tiga, yaitu :

- a. Protista : bakteri, fungi, protozoa dan algae
- b. Tumbuhan : macam-macam lumut pakis
- c. Hewan : invertebrata dan vertebrata, tetapi kebanyakan jenis hewan lunak seperti cacing.

Komposisi air buangan dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.3. Komposisi air buangan

Konstituant	Konsentrasi		
	Kuat	Medium	Lemah
Solid total	1200	720	350
Disolved total	850	500	250
Fixed	525	300	145
Volatile	325	200	105
Suspended total	352	220	100
Fixed	75	55	20
Volatile	275	165	80
Seteeable solid (MI/l)	20	10	5
BOD ₅ , 200	400	220	110
TOC	290	160	80
COD	1000	500	250
Nitrogen (total as N)	85	40	20
Organik	35	15	8
Free Ammonie	50	20	15
Nitries	0	0	0
Nitrates	0	0	0
Phosporus	15	8	4
Organik	5	3	1
Chlorides	10	5	1
Inorganik	100	50	30
Alkalinity (as CaCo ₃)	200	100	50
Lemak	150	100	50

Sumber : Tchobanoglous, *Waste Water Engineering*, 1991.

Secara garis besar karakteristik parameter air buangan ditentukan oleh :

1. Kadar Suspended Solid (SS), yaitu partikel-partikel zat padat yang tersuspensi dalam air buangan. Kadar SS diukur untuk menentukan kapasitas runag lumpur pada bak pengendap dan banyaknya lumpur yang harus diolah.
2. Kadar *Biochemical Oxigen Demand* (BOD) adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri aerobik untuk menguraikan semua zat organik yang terlarut dan sebagian zat tersuspensi dalam air (Sumesteri, 1987). Semakin banyak zat organik yang terkandung dalam air buangan, semakin besar kebutuhan oksigen sehingga nilai BOD semakin besar. Jadi BOD dapat

dijadikan indikator terhadap banyaknya zat organik dalam air buangan sehingga merupakan pula indikator pencemaran (Mara, 1976). Banyaknya oksigen yang dibutuhkan sampai bio oksidasi selesai diuraikan oleh mikroorganisme disebut $BOD_{5, 20^{\circ} C}$ ultimate yang artinya banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh mikrobia untuk menguraikan zat organik dalam waktu 5 hari pada temperatur $20^{\circ} C$.

3. *Chemical Oxygen Demand* (COD) adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik secara kimia menjadi CO_2 dan H_2O . Sebagai indikator dipergunakan $K_2Cr_2O_7$. pada reaksi oksidasi ini semua zat organik dapat tereduksi menjadi CO_2 dan H_2O .
4. pH (*Potensial Hidrogen*), berguna untuk menentukan dosis bahan kimia dalam instalasi pengolahan, sehingga konsentrasi ion hidrogen merupakan ukuran kualitas air maupun air buangan. Adapun kadar yang baik adalah kadar dimana kehidupan biologis di dalam air bersih dapat berjalan dengan baik.
5. Daya Pengikat Chlor (DPC) adalah chlor yang dibutuhkan untuk mengoksidasi semua zat kimia organik yang terdapat dalam air buangan. Kadar chlor yang dibutuhkan tidak ditentukan berdasarkan DPC, melainkan berdasarkan BOD yang harus diturunkan pada effluent pengolahan tingkat II.

Dari kelima faktor di atas, dalam pelaksanaannya hanya dua faktor yang umum dipergunakan yaitu BOD dan SS. Keduanya sangat penting untuk menentukan tingkat dan macam unit instalasi yang dipergunakan dalam pengolahan air buangan.

2.3 Kuantitas Air Limbah Cair Domestik Kota Yogyakarta

Kuantitas air limbah adalah volume debit air yang berasal dari air buangan domestik Kota Yogyakarta. Kuantitas air buangan dikumpulkan dalam jaringan penyalur air buangan berupa saluran bawah tanah dibawah badan jalan, untuk selanjutnya dialirkan menuju bangunan pengolahan berupa IPAL yang terletak di Sewon, Bantul.

Debit air buangan domestik Kota Yogyakarta diperhitungkan berdasarkan jumlah rata-rata pemakaian air bersih untuk kegiatan sehari-hari penduduk setempat dan industri tersebut. Jumlah rata-rata pemakaian air bersih dilihat dari meteran air PDAM dan atau sumber air bersih lainnya yang ada di sekitar penduduk, seperti sumur artesis. Di Kota Yogyakarta rata-rata penduduk setempat menggunakan PDAM dan Sumur setiap sumur memberikan suplay dengan debit air 16,9 lt/dt (asumsi). 70 % dari pemakaian rata-rata air bersih akan menjadi air buangan (Sugiharto, 1987).

Cara pengukuran yang lain yaitu pengukuran debit secara langsung dengan menggunakan sekat ukur Thomson. Sekat ini berbentuk segitiga sama kaki dengan sudut 90^0 dan dapat dipindah-pindahkan karena bentuknya yang sangat sederhana.

Penggunaan alat ini dengan memperhatikan rumus :

$$Q = 0,0138 \cdot h^{5/2}$$

Dimana : $Q =$ Debit air limbah (m^3)

$H =$ Tinggi muka air (Cm) (Tchobanoglous, 1991)

Pemakaian air bersih untuk kegiatan sehari-hari di Kota Yogyakarta dapat dibedakan menjadi tiga kegiatan yaitu untuk kegiatan sehari-hari penduduk (mencuci, mandi, WC dll) dan kegiatan operasional industri. Total keperluan air bersih untuk kegiatan tersebut diambil rata-rata debit 250 lt/hari untuk operasional penduduk dan operasional industri 500 lt/detik (asumsi).

2.4 Pengolahan Air Buangan Berdasarkan Tahap Pengolahannya

Air buangan dapat diolah dalam beberapa tahap pengolahan, tergantung dari komposisi zat yang terkandung di dalamnya. Menurut Bamayi (1995), tahap pengolahan air limbah terdiri dari :

- a. Pengolahan Primer (pengolahan tingkat I)
- b. Pengolahan Sekunder (pengolahan tingkat II)
- c. Pengolahan Tertier (pengolahan tingkat III)
- d. Pengolahan Lanjutan

Pengolahan Primer meliputi pengolahan pendahuluan (*preliminary treatment*) yang terdiri dari operasi pemisahan secara mekanis untuk memisahkan benda-benda terapung yang berukuran relatif besar seperti gabus, plastik, potongan kayu dan sebagainya. Pemisahan dilakukan dengan *Bar Screen*. Jika masih ada benda terapung yang berukuran lebih kecil, diracik dengan *Communitor*. Untuk pemisahan zat padat anorganik yang berukuran relatif lebih kecil, yaitu pasir atau kerikil halus dan bahan kasar lainnya seperti kaca, seng atau besi, digunakan *Grit Chamber*. Setelah air limbah melewati unit-unit pra pengolahan, kemudian masuk ke unit pengolahan pertama yaitu tangki

sedimentasi pertama. Di sini air limbah mengalami pemisahan secara fisik (mekanik) dari kandungan zat organik yang ringan, mudah membusuk, berukuran relatif lebih besar. Prinsip proses pemisahan secara gravitasi berdasarkan perbedaan berat jenis antara zat padat dengan zat cair. Bila pengolahan primer ini dilakukan secara optimal maka dapat mereduksi BOD 30 % dan SS 60 % (Bamayi, 1995).

Pengolahan Sekunder berfungsi untuk mereduksi zat organik yang terkandung dalam air limbah dari pengolahan primer serta menurunkan kandungan zat padat tersuspensi (SS). Bila dalam Pengolahan Primer reduksi BOD tidak cukup tinggi, maka diharapkan setelah melalui Pengolahan Sekunder, BOD effluent akan memenuhi standar baku mutu yang berlaku (Bamayi, 1995). Pengolahan Sekunder biasanya menggunakan proses oksidasi secara aerobik yang terdiri dari unit pengolahan biologis serta dilengkapi unit tangki sedimentasi sekunder. Proses biologis ini dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- 1) Proses perkembangan mikroorganisme yang disuspensikan (*Suspended Growth Process*).
- 2) Proses perkembangan mikroorganisme yang dilekatkan (*Attached Growth Process*)

Kedua jenis proses tersebut memanfaatkan populasi mikroorganisme yang dapat mereduksi zat organik dan unsur lainnya (nutrien) dalam suasana aerobik agar dapat berkembang biak dalam keadaan tersuspensi (Bamayi, 1995). Hal ini juga terjadi pada proses *Activated Sludge*, *Aerated Lagoon*, dan *Oxidation Pond*. Sedangkan pada proses mikroorganisme yang dilekatkan, mikroorganisme

tersebut melekat pada suatu media lembab. Media tersebut dapat berupa batu, keramik yang dirancang khusus atau bahan plastik. Proses ini terdapat pada *Trickling Filter* dan RBC (*Rotating Biological Contractor*). Effluent dari kedua proses biologis tersebut masih mengandung zat padat biologis tersuspensi. Untuk itu perlu pengolahan berikutnya yaitu pemisahan mekanis dan sedimentasi yang disebut tangki sedimentasi II (*Final Clarifier*) agar effluent akhir dapat memenuhi standar baku mutu. Endapan yang dihasilkan disebut lumpur sekunder (*secondary sludge*). Lumpur ini harus diolah lagi dengan pengolahan yang hampir sama dengan pengolahan lumpur primer (Bamayi, 1995).

Pengolahan Tertier diaplikasikan hanya bila diperlukan. Fungsinya adalah mereduksi kandungan anorganik dan organik dari effluent hasil pengolahan primer dan sekunder. Dengan kata lain untuk mencapai kualitas BOD dan SS yang lebih baik. Proses pengolahan tertier dapat bersifat fisis, kimiawi, biologis atau kombinasi dari ketiganya, tergantung pada hasil akhir yang diinginkan. Proses yang bersifat fisis adalah pemisahan zat padat tersuspensi yang biasanya dilakukan dengan salah satu dari cara utama yaitu (Bamayi, 1995) :

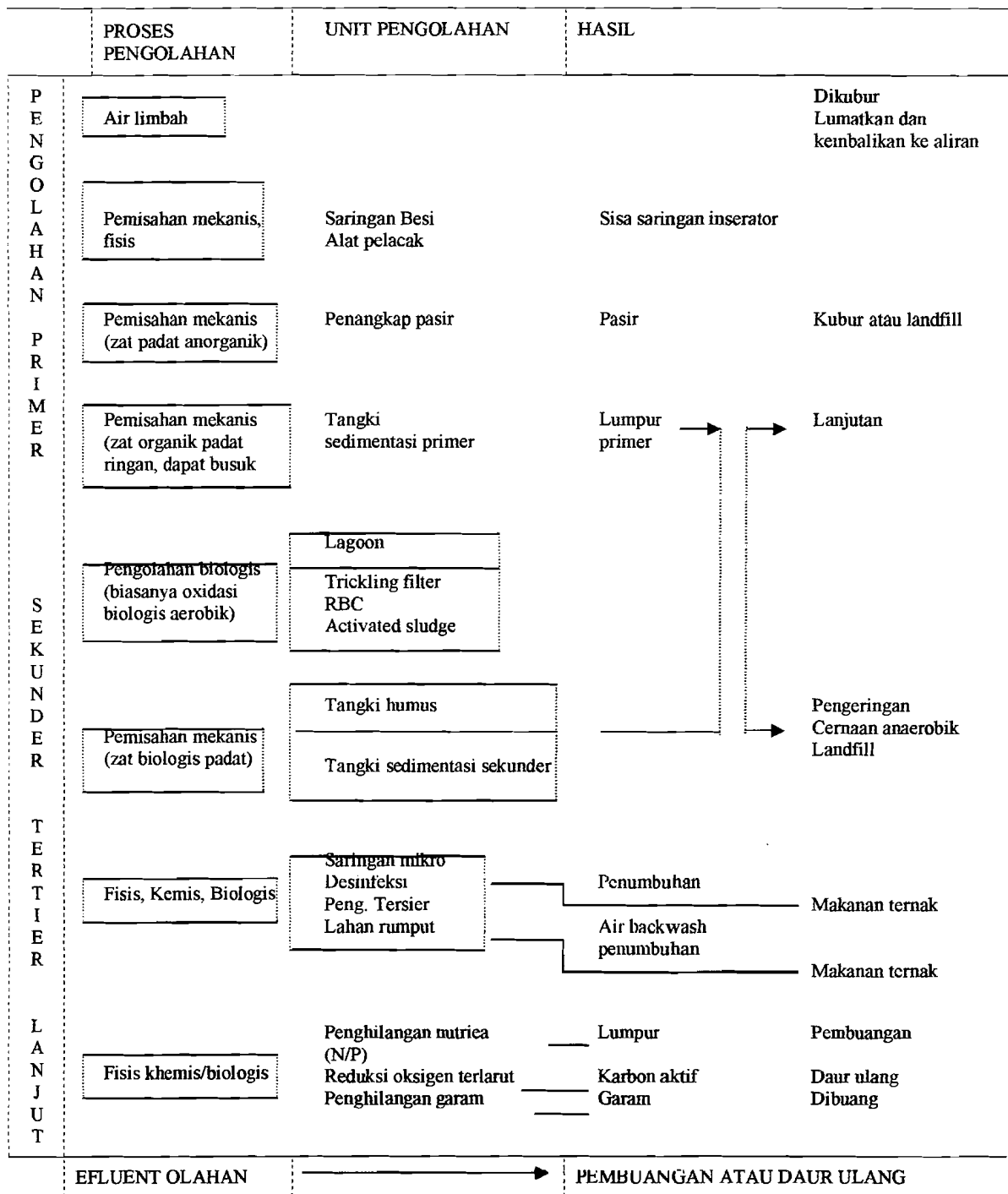
- 1) Sedimentasi dengan waktu yang panjang, menggunakan saringan halus (*micro stainer*), saringan dengan butir media, saringan rumput (effluent pengolahan sekunder diperlakukan mengalir di rumput).
- 2) Desinfeksi untuk membunuh bakteri patogenik. Kebutuhan desinfeksi dan derajat pengaruhnya pada setiap sistem pengolahan air limbah rumah sakit amat ditekankan. Pengolahan ini biasanya menggunakan zat kimia seperti chlor, ozon atau dengan penyinaran ultraviolet.

Proses pengolahan tertier sangat kecil pengaruhnya terhadap bahan-bahan seperti senyawa-senyawa organik ion *biodegradable*, *surfaktan* (detergen), garam organik terlarut dan nutria terlarut khususnya nitrogen dan fosforus (N/P). Untuk itu perlu adanya pengolahan lanjutan (Bamayi, 1995). Kandungan bahan tersebut dalam effluent pengolahan tertier lazimnya :

- a. Nutria, seperti berbagai bentuk nitrogen anorganik (30 – 60 mg/l)
- b. Senyawa organik terlarut residu (15-30 mg/l sebagai karbon organik).
- c. *Surfactant* (0,5-5 mg/l)
- d. Garam anorganik terlarut (400-800 mg/l zat padat terlarut total, TDS)

Oleh karena proses ini akan menambah biaya pengolahan air yang tidak sedikit, maka penggunaannya hanyalah dalam keadaan luar biasa. Diantara proses itu adalah penghilangan nitrogen dapat dengan cara *destilasi amonia*, *chlorinasi breakpoint*, pertukaran ion atau *denitrification*. Penghilangan fosfor terutama dengan pengendapan secara kimia dan metode biologis. Untuk menghilangkan organik residu dapat dengan *adsorpsi* karbon aktif. Karbon aktif juga dapat dipergunakan untuk menghilangkan zat padat terlarut organik serta digunakan dalam proses *disalination* dan reduksi zat organik rendah. Untuk menghilangkan detergen dapat digunakan pemecah busa, sedangkan untuk mengontrol garam dapat dengan cara *desalination*, *reverse osmosis* atau *destilasi* (Bamayi, 1995).

Instalasi pengolahan yang merupakan gabungan dari tahap-tahap di atas dalam suatu fasilitas disebut Instalasi Pengolahan Konvensional yang bagan alirnya dapat dilihat pada gambar 2.3



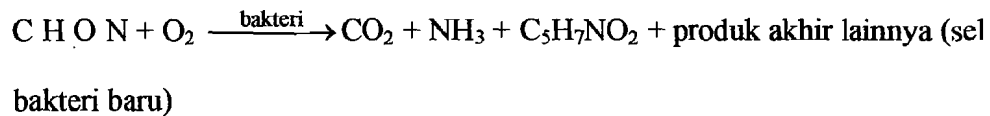
Gambar 2.4. Bagan alir instalasi pengolahan konvensional
 (Sumber : Barnes et al, Water and Wastewater Engineering System,

2.5 Proses Pengolahan Biologi

Proses pengolahan air buangan secara biologi terbagi menjadi lima kelompok utama yaitu proses aerobik, proses *anoxic*, proses anaerobik, aerobik kombinasi dan proses *pond*. Pembagian lebih lanjut dari proses-proses individual tersebut adalah sistem pertumbuhan lekat atau kombinasi keduanya (Davis, 1991).

Aplikasi dari proses tersebut adalah untuk :

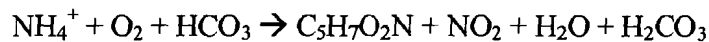
1. Mengolah materi organik karbon pada air buangan, sebagai ukuran biasanya digunakan BOD, TOC, atau COD. Reaksinya adalah sebagai berikut :



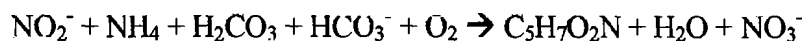
2. *Nitrifikasi*

Adalah proses perombakan amoniak menjadi nitrit. Reaksinya adalah :

- a. Reaksi *Nitrosomonas*



- b. Reaksi *Nitrobakter*



3. *Denitrifikasi*

Adalah reaksi perubahan dari nitrit menjadi gas nitrogen dengan proses biologi tanpa ketersediaan oksigen. Reaksinya adalah :



4. Pengolahan Fosfor

Fosfor pada air limbah dapat berupa *orthophosphate* (PO_4^{3-}), *polyphosphate* (P_2O_7) dan zat organik yang tersusun oleh fosfor. Mikroorganisme pengurai adalah *Acinetobakter*.

5. Stabilisasi air buangan

Stabilisasi air buangan digunakan untuk memperbaiki pengolahan sekunder.

Proses ini dapat mereduksi mikroorganisme patogen pada air limbah.

2.6 RBC (Rotating Biological Contractor)

RBC merupakan alat pengolahan air limbah secara biologis yang termasuk dalam komponen aerobic attached-growth treatment process.

Rotating Biological Contactors (RBC) merupakan pengolah limbah cair dengan proses aerobik yang memiliki banyak keistimewaannya. Keistimewaan tersebut antara lain : operasionalnya mudah, konsumsi energi sedikit dan menghasilkan lumpur sedikit. Oleh karena itu RBC termasuk teknologi pengolahan limbah cair yang penting dan bisa digunakan dinegara Asia secara luas.(Nao Tanaka,2002)

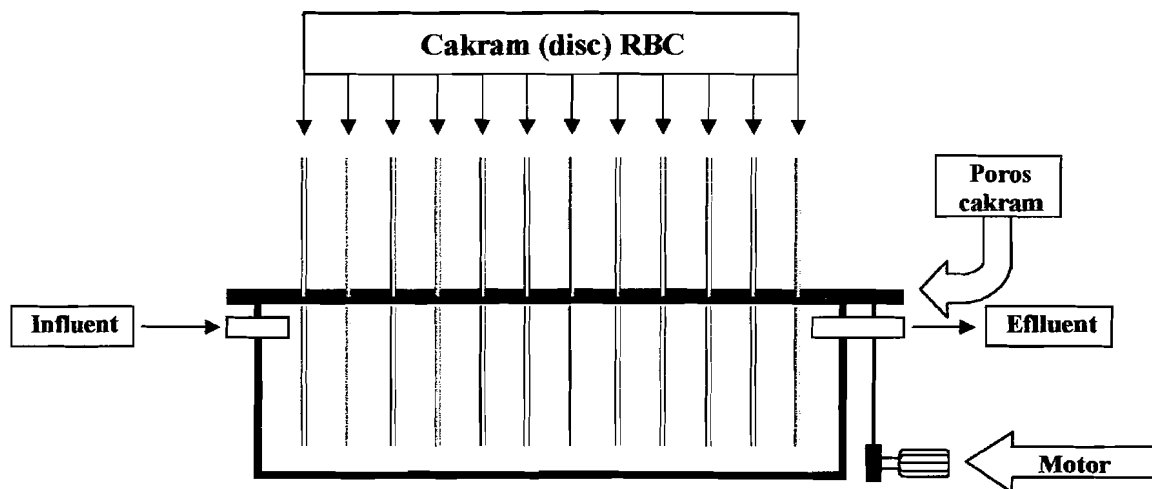
Kalau dibandingkan dengan proses biasa seperti lumpur aktif, RBC mempunyai beberapa keistimewaan. Berikut ini tabel yang menunjukkan kelebihan dan kekurangan RBC dibandingkan *Activated Sludge*.

Tabel 2.4. Kelebihan dan kekurangan RBC dengan Activated Sludge

Item of Comparison	RBC	Activated Sludge
Existance Form of Microorganism	Fixed Film	Suspended
Microbial Biota	Diverse	Simple
Energy Consumption	Relatively Small	Relatively Large
Amount of Excess Sludge	Small	Large
Stability for Load Fluctuation	Stable	Unstable
Treated Water Quality	Suitable for Moderate Quality Requirement	Responsible for high Quality Requirement
Operation/Maintenance	Easy	Difficult
Biomass Concentration	Uncontrollable	Controllable
Problems Often Faced	Clogging	Bulking
Flexibility for Expantion	Large	Small
Intail Investement	Advantageous for Small/Medium Plant	Advantageous for large Plant

Sumber : Seminar Teknologi Tepat Guna Pengolahan Limbah Cair, Yayasan Dian Desa, 2002

Pertama, pengoperasiannya mudah, yaitu dengan memutar saja. Karena itu siapa pun bisa mengoperasikannya. Sedangkan pada proses lumpur aktif, konsentrasi mikroorganisme dalam tangki harus selalu diawasi dan dikontrol, juga kadang-kadang terjadi yang disebut "*Bulking*" (penumpukan yang dapat menyebabkan operasi alat tidak berjalan) dan harus ditangani dengan keahlian tertentu. Selain mudah dioperasikan RBC punya keunggulan yang lain, yaitu dengan sedikit listrik, RBC cukup efisien memberikan oksigen lebih banyak pada organisme bila dibandingkan dengan proses lumpur aktif. Lagi pula, RBC menghasilkan lumpur sedikit karena jenis mikroorganismenya lebih beraneka ragam dibandingkan pada proses proses lumpur aktif, sehingga pertumbuhan mikroorganisme lambat atau mikroorganisme memakan mikroorganisme yang lain.



Gambar 2.5. Gambar Sket aliran air dalam chamber

Berbeda dengan anaerobic filter, pada sistem RBC mikroorganisme memerlukan suplai oksigen untuk mengurai. Untuk itu cakram-cakram RBC diputar agar terjadi kontak dengan udara. Untuk memutar cakram-cakram tersebut, diperlukan sebuah motor penggerak. Pada konstruksi RBC, motor yang diperlukan untuk memutar cakram mini pada tahap awal (starting) adalah sebesar 3 pK; tetapi setelah berputar hanya diperlukan power secara kontinue sebesar 550 watt.

Dimensi RBC sebesar 3 m (panjang) x 1,5 m (lebar), diameter cakram 1,2 m. Konstruksi menggunakan beton bertulang (ukuran lapangan).

Akan tetapi untuk kualitas efluent (buangan) RBC pada umumnya lebih rendah dari pada efluent lumpur aktif yang dioperasikan dengan baik. Untuk fasilitas skala agak besar, memang RBC menjadi kurang ekonomis. Kalau kita melihat keistimewaan dan kekurangan RBC diatas, maka RBC boleh dikatakan sebagai teknologi yang penting dan memiliki harapan di negara-negara Asia, khususnya untuk pengolahan skala kecil, menengah dan besar.

Aerobik

Istilah aerobik yang digunakan dalam proses penanganan biologis berarti proses dimana terdapat oksigen terlarut. Oksidasi bahan organik menggunakan molekul oksigen sebagai aseptor elektron terakhir adalah proses utama yang menghasilkan energi kimia untuk mikroorganisme dalam proses ini. Mikroba yang menggunakan oksigen sebagai aseptor elektron akhir adalah mikroorganisme aerobik.

Pertumbuhan Melekat

Pertumbuhan mikroba akan melekat bila mikroorganisme tumbuh pada medium padat sebagai pendukung dan aliran kontak dengan organisme. Media pendukung dapat berupa batu-batu besar, karang, lembaran plastik bergelombang, atau cakram yang berputar. Contoh pertumbuhan melekat pada filter penetes (*Trickling Filter*), filter anaerobik, dan cakram biologis berputar (*Rotating Biological Contactor*).

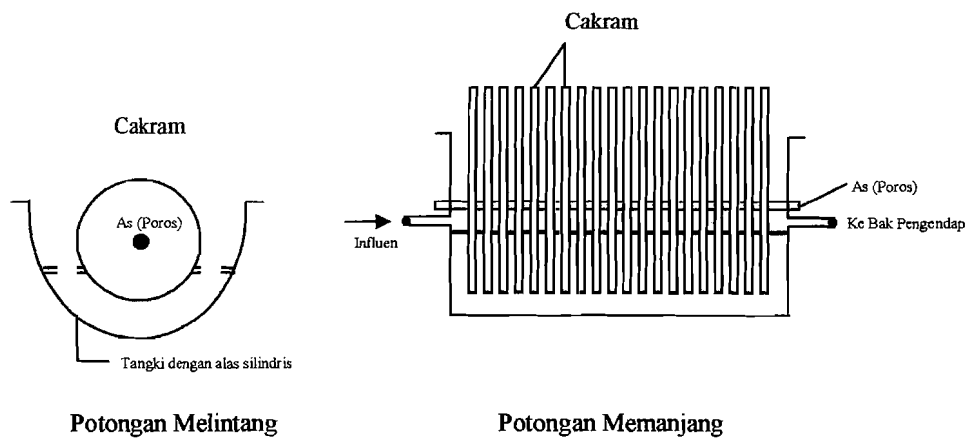
2.6.1 Beberapa Pengertian dan Prinsip Dasar RBC

RBC adalah suatu kotaktor biologis yang terdiri dari cakram-cakram bundar yang terpasang pada as (sumbu) yang berputar. Pertumbuhan biologis menempel pada cakram-cakram dimana sebagian luas dari cakram-cakram tersebut tercelup dalam tangki yang berisi air limbah. Saat cakram-cakram berputar pertumbuhan biologis yang menempel menyerap bahan-bahan organik dan mengoksidasi bahan tersebut secara biologis. Oksigen tersedia melalui *absorpsi*

dari atmosfer ketika cakram-cakram terpapar udara selama perputarannya (Reynolds, 1982).

Ditinjau dari pola hidup mikroorganisme RBC mirip dengan *trickling filter* dimana mikroorganismenya melekat pada *disk* (cakram) sedang pada *trickling filter* mikroorganismenya hidup pada batu. Dalam RBC ini cakram tempat mikroorganisme hidup terus berputar antara air dan udara, ketika cakram ini tercelup dalam air mikroorganisme menyerap zat organik didalam air dan ketika cakram di udara mikroorganisme menyerap oksigen sehingga lengkaplah proses metabolisme untuk menguraikan zat organik terkandung dalam air sehingga zat organik dipisahkan dari air dengan hasil ideal, air bersih yang tidak mengandung bahan organik lagi (Utami Choliq, 1993).

RBC analog dengan penyaring penetes berputar (*Rotating Trickling Filter*). Cakram dihubungkan dengan suatu tangkai (as) dan diberi jarak yang pendek dari satu cakram ke cakram lain, diputar dalam tangki *semisirkuler* dimana limbah cair mengalir. Lapisan biologis terbentuk pada permukaan cakram dengan cara yang serupa pada permukaan penyaring penetes. Bila direndam dalam air lapisan mikroba akan menyerap bahan organik. Pada saat berputar cakram membawa lapisan mikroba menyerap oksigen. Organisme pada permukaan cakram menggunakan oksigen dari bahan organik untuk pertumbuhan, sehingga mengurangi kebutuhan oksigen dalam air limbah. Kecepatan cakram dapat beragam dan umumnya dalam kisaran 2-5 rpm. Kriteria penampilan untuk RBC umumnya berdasarkan pada efisiensi penghilangan, yaitu persen *reduksi*

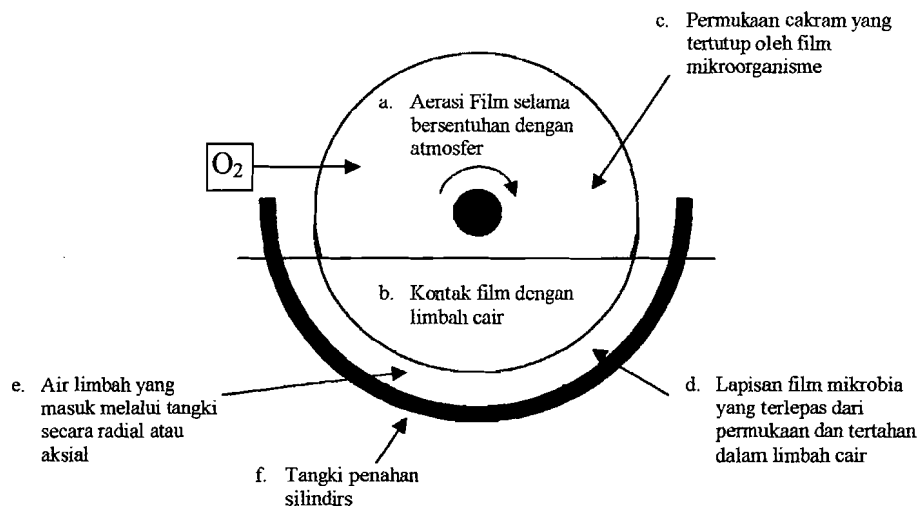


Gambar 2.6. Kontaktor biologis Cakran Berputar (Rao and Datta,1987)

RBC dapat berupa pengolah satu tahap atau multi tahap terdiri dari tahap atau lebih yang tersusun dalam satu rangkaian untuk mencapai penurunan parameter BOD yang lebih besar dibanding yang terjadi pada tahap tunggal (Reynolds, 1982).

2.6.2 Prinsip-Prinsip Operasi RBC

Dalam unit RBC ini pada permukaan cakram terdapat lapisan film yang tebalnya beberapa milimeter. Prinsip operasi dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.7. Prinsip Operasi RBC (Benfield and Randall, 1980)

Diameter cakram biasanya sepanjang 20-30 cm dalam skala laboratorium dan dirotasikan dengan kecepatan 1-2 rpm. Tingkat rotasi konstan, secara perlahan-lahan dalam hal ini dapat menghindari masalah-masalah yang berkaitan dengan pengeringan film mikrobial dari bahan-bahan absorpsi bersifat aerobik. Karena meningkatnya ketebalan film, kondisi anaerobik dapat mengalami hubungan dengan permukaan cakram, dan meningkatnya ketebalan film (2-3 mm) menyebabkan bidang biomassa menurun. Film yang melekat pada cakram kemudian menjadi aerobik dan siklus tersebut kembali berulang sehingga efisiensi proses oksidasi hampir menjadi konstan apabila cakram berputar, maka pertumbuhan biologis pada cakram melewati air limbah dan menyerap bahan-

bahan organik untuk pertumbuhan. Jika pertumbuhan biologis melalui udara maka terseraplah oksigen yang digunakan untuk menjaga supaya pertumbuhan biologis sedapat mungkin dalam kondisi aerobik.

2.6.3 Kriteria Desain Proses RBC

Kriteria desain dalam proses RBC terdiri dari :

Criteria	Satuan
Organic loading (OL)	0.5-1.0 kg/m ³ .hr (tanpa nitrifikasi) 0.25-0.30 kg/m ³ .hr (dgn nitrifikasi)
Hidrolik loading (HL)	0.03-0.06 m ³ /m ² .hr (tanpa nitrifikasi) 0.015-0.03 (dgn nitrifikasi)
Kecepatan rotasi	60 ft/menit atau 1-5 rpm
Ratio surface area	65-82 m ² /m ³ disc
Volume bak	5 x 10 ⁻³ m ² /m ³ luas disc
Waktu detensi	40-120 menit (tanpa nitrifikasi) 90-250 (dgn nitrifikasi) (pada 5 x 10 ⁻³ m ² /m ³ luas disc)
Surface loading pada clarifier	500-800 gal/ft ² .hari
Tenaga Power	3.0-5.0 HP/25 ft shaft
Diameter disc	1-5 m
Jarak antar disc	1-5 cm
Jumlah disc	20-50 disc/stage

Sumber : Pusteklim Yayasan Dian Desa

- a. Diameter cakram : 1-5 meter (skala lapangan)
20-40 cm (skala laboratorium)
- b. Kecepatan putaran : 15-20 rpm
- c. Ketebalan cakram : 1-5 cm
- d. Jarak antar cakram : 5-15 cm
- e. Permukaan cakram yang terendam : 40-60%
- f. Jumlah cakram : 9 buah (skala laboratorium)

Konfigurasi proses RBC sering kali menggunakan pola konvensional yaitu tangki pengendapan primer yang diikuti oleh unit RBC, kemudian sebuah tangki pengendapan sekunder tersebut paling tidak akan menghilangkan 50% dari bahan padat tersuspensi, tetapi hanya sekitar 25% dari BOD₅.

Pengendapan sekunder diperlukan untuk menghilangkan film yang terlepas pada tahap RBC. Biomassa film ada dalam suatu bentuk yang dapat mengendap dengan baik, sehingga tingkat aliran atau limpahan konvensional dapat digunakan (Barnes, *et al.*, 1981).

Dalam merancang sistem RBC ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan antara lain, penahapan unit RBC, kriteria pembebanan, karakteristik efluen, persyaratan bak pengendap. Sistem RBC dapat dirancang untuk mengatasi pengolahan sekunder atau pengolahan lanjutan. Karakteristik efluen BOD₅ untuk pengolahan sekunder sebanding dengan proses lumpur aktif yang beroperasi dengan baik. kisaran tipe-tipe karakteristik efluen dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2.5. Informasi Desain Tipikal Untuk RBC

Item	Tingkat Pengolahan		
	Sekunder	Nitrifikasi Gabungan	Nitrifikasi Terpisah
Beban hidrolis, gal/ft ² . hari	2.0 – 4.0	0.75 – 2.0	1.0 – 2.5
Beban organik	-	-	-
lb SBODs/10 ³ ft ² . hari ^{a,b}	0.75 – 2.0	0.5 – 1.5	0.1 – 0.3
lb TBODs/10 ³ ft ² . hari ^{a,c}	2.0 – 3.5	1.5 – 3.0	0.2 – 0.6
Beban maksimum pada tahap awal	-	-	-
lb SBODs/10 ³ ft ² . hari ^{a,b}	4 – 6	4 – 6	-
lb TBODs/10 ³ ft ² . hari ^{a,c}	8 – 12	8 – 12	-
Beban NH ₃ , lb/10 ³ ft ² . hari ^{a,b}	-	0.15 – 0.3	0.2 – 0.4
Waktu retensi hidrolis, 0, jam	0.75 – 1.5	1.5 – 4	1.0 – 2.9
Efluen BODs mg/l	15 – 30	7 – 15	7 – 15
Efluen NH ₃ mg/l	-	< 2	1 – 2

Sumber : MetCalf and Eddy, 1991.

Keterangan : ^a Temperatur air limbah di atas 55⁰ F (13⁰ C)

^b SBOD = BOD terlarut

^c TBOD = BOD total

2.6.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Penguraian Substrat dalam RBC

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi sistem RBC dalam fungsinya menguraikan substrat dalam air buangan, yaitu :

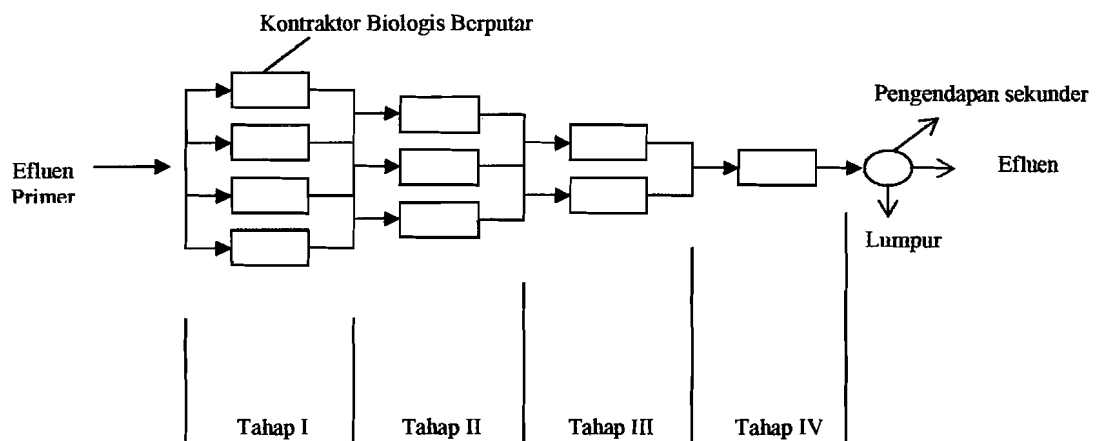
a. Rotasi media pendukung

Gerak rotasi media pendukung RBC merupakan mekanisme utama dalam proses bioksidasi yang terjadi antara biomassa dan oksigen. Media pendukung mempunyai fungsi sebagai tempat terjadinya semua mekanisme pengurai substrat dalam RBC. Mekanisme yang dipengaruhi oleh faktor ini antara lain kontak yang kontinyu antara limbah dengan biomassa, memberikan oksigen

yang cukup bagi proses oksidasi. Jenis bahan yang dapat digunakan untuk media pertumbuhan biofilm yaitu kayu, plastik, PVC, polyethylene, dan polystyrene.

b. Staging (tahap pengolahan)

Staging adalah metode pengaturan pembagian luas total reaktor yang dibutuhkan suatu tingkat pemisahan tertentu dari substrat kedalam beberapa tahap pengolahan. Dalam merencanakan sistem RBC, model yang digunakan tergantung kondisi awal air limbah.



Gambar 2.8. Diagram Skematis Tahap pengolahan Pada RBC (Metcalf and Eddy, 1991)

c. Pembelian hidrolis dan organik

Air limbah dengan beban hidrolis dan organik yang tinggi, maka kombinasi seri dan paralel baik untuk digunakan, tetapi untuk air limbah dengan beban hidrolis dan organik yang tinggi dapat digunakan model seri saja.

d. Kecepatan rotasi

Kecepatan rotasi berkisar antara 2-6 rpm atau dapat juga setinggi 12 rpm (Rao and Datta, 1987).

Kecepatan yang terlalu tinggi akan mengakibatkan bakteri yang melekat pada cakram akan terlepas dan kecepatan yang terlalu rendah akan mengakibatkan bakteri yang melekat pada cakram menjadi terlalu tebal dan lembek sehingga tidak efektif dan memungkinkan terjadinya proses anaerobik yang tidak diharapkan terjadi pada RBC.

e. Arah aliran

Arah aliran air (influen) yang tegak lurus terhadap posisi cakram memberikan efisiensi yang lebih tinggi dibanding arah sejajar.

f. Posisi cakram dalam air

Persentase kedalaman cakram yang tercelup dalam air ternyata merupakan parameter penting dalam operasi RBC. Umumnya 40%-60% dari diameter cakram tercelup dalam air dan sisanya dalam udara bebas.

g. Temperatur (suhu)

Suhu air limbah diharapkan lebih dari 55⁰F (13⁰C). Temperatur ideal adalah 20-30⁰C, karena itu RBC dianggap cocok untuk daerah tropis seperti indonesia.

h. Derajat keasaman

Organisme yang merombak senyawa-senyawa organik akan menyesuaikan dari pada kisaran pH yang sempit biasanya antara 6,5 sampai dengan 8,5. Derajat keasaman yang terlalu rendah atau tinggi dari kisaran tersebut akan dapat menghambat proses perombakan senyawa organik limbah.

i. Proses aklimasi dan pertumbuhan mikroorganisme

Proses *aklimasi* dimaksudkan untuk mendapatkan suatu kultur yang mantap dari mikroorganisme dan dapat beradaptasi dengan air limbah. Untuk mendapatkan lapisan film yang baik diusahakan RBC beroperasi selama 24 jam dalam 1 hari, tahap awal untuk mendapatkan lapisan film yang baik RBC harus dioperasikan selama kurang lebih 16 hari secara kontinyu (Anonim, 1980).

2.7 Mikroorganisme Pengurai Komponen Organik Air Limbah

Mikroorganisme yang berperan dalam penguraian komponen organik air limbah meliputi *bakteri, fungi, algae, dan protozoa*. Terdapat juga hewan-hewan tingkat lebih tinggi seperti cacing serangga, larva serangga, dan juga bekicot (Metcalf and Eddy, 1991).

a. Bakteri

Kebanyakan bakteri adalah *kemoheterotrofik* yang menggunakan bahan organik sebagai sumber energi dan karbon. Beberapa spesies mengoksidasi senyawa tereduksi seperti NH_3 untuk energi dan menggunakan CO_2 sebagai sumber karbon. Bakteri ini disebut *kemoautotrof*. Sebagian besar bakteri bersifat fotosintetik dan menggunakan sinar matahari sebagai sumber energi dan CO_2 sebagai sumber karbon. Bakteri *kemoheterotrofik* merupakan bakteri terpenting dalam penanganan air limbah karena bakteri ini akan memecah bahan organik. Bakteri *kemoautotrof* juga memegang peranan penting dalam penanganan air

limbah, terutama bakteri nitrifikasi yang mengoksidasi amonia nitrogen nitrat (Jenie and Rahayu, 1993).

Beberapa bakteri *kemoheterotrofik* yang berperan dalam penguraian bahan organik adalah spesies *Achromobacter*, *flaflobakterium*, *Pseudomonas*, dan *Alcaligenes*. Bakteri *kemoautotrof* yang berperan adalah *Nitrosomonas* dan *Strobacter* (Metcalf and Eddy, 1991).

b. Fungi

Fungi yang berperan dalam penanganan air limbah adalah *Fuzarium*, *Mucor*, *Penicillum*, *Sporaticum*, dan berbagai *ragi*.

c. Algae

Algae hanya dapat tumbuh pada lapisan atas dari media filter dimana masih ada cahaya matahari. Beberapa spesise algae yang terdapat dalam RBC adalah *Phomidium*, *Chlorella*, dan *Ulothrix*. Umumnya algae tidal langsung mengambil bagian dalam pendegradasian limbah, tetapi selama jam-jam siang hari algae menambahkan oksigen pada air limbah (Metcalf and Eddy, 1991).

d. Protozoa

Protozoa dalam RBC yang paling menonjol adalah dari kelompok *silata* meliputi *Vorticella*, dan *Epistylis*. Fungi protozoa tidak menyetabilkan air limbah tetapi untuk mengendalikan populasi bakteri.

e. Hewan-Hewan Tingkat Lebih Tinggi

Hewan-hewan tingkat lebih tinggi seprti bekicot , cacing, dan serangga, makan dari film biologis dan akibatnya, membantu memelihara populasi bakteri dalam keadaan tingginya pertumbuhan ataupun cepatnya pemanfaatan makanan.



2.8 Tanaman Aren Penghasil Ijuk

Aren, dengan nama lain ilmiah *Arenga pinnata* termasuk suku arecaceae (pinang-pinangan), merupakan tumbuhan berbiji tertutup (Angiospermae). Tanaman Aren banyak terdapat mulai dari pantai timur India sampai ke Asia Tenggara. Tanaman ini terdapat hampir diseluruh wilayah Indonesia.

Pohon aren dapat menghasilkan ijuk setelah berumur lebih dari 5 tahun. Produksi ijuk yang kualitasnya baik berasal dari pohon aren yang tidak terlalu tua (4 sampai 5 tahun, sebelum pohon aren berbunga). Karena kekuatan dan keawetannya ijuk banyak dimanfaatkan oleh masyarakat kita, umumnya di pedesaan. Serat-serat ijuk dapat digunakan untuk pembuatan berbagai peralatan rumah tangga, atap rumah, dan sebagai media penyaring air untuk keperluan minum.

Beberapa informasi tentang pemanfaatan atau penggunaan ijuk dapat diketengahkan sebagai berikut:

a. Peralatan rumah tangga

Agaknya ijuk yang digunakan sebagai peralatan rumah tangga belum ada pengganti yang dapat menyaingi kekuatan dan keawetannya. Peralatan rumah tangga tersebut dapat berupa sapu, sikat, dan alat pembersih lainnya.

b. Tali ijuk

Tali ijuk memiliki keunggulan yang tidak dimiliki oleh tali-tali dari bahan lain. Di samping kualitasnya yang baik dan wulet, tali ijuk itu tidak akan rapuh atau rusak oleh panas matahari atau terkena hujan. Tali ijuk ini biasanya digunakan untuk mengikat bambu pagar pekarangan atau untuk mengikat atap rumah dari

bambu. Dalam hal ini tali ijuk lebih kuat dan tahan lama dibandingkan dengan paku logam.

Di luar negeri tali ijuk sering digunakan sebagai tali jangkar kapal. Tali ijuk itu tidak akan rapuh walaupun selalu terendam dalam air garam

c. Atap ijuk

Atap dari bahan ijuk banyak dipakai pada rumah dengan tata artistik tertentu contohnya atap rumah adat Minang Kabau di Sumatera Barat.

d. Pemanfaatan lainnya

Di luar negeri penggunaan ijuk tidak hanya terbatas pada alat-alat rumah tangga tetapi suah meluas ke industri besar. Ijuk selain digunakan sebagai pembungkus kabel bawah laut juga digunakan sebagai tali penyerap minyak yang dipakai di pelabuhan-pelabuhan.

Limbah ijuk, berupa ijuk yang berukuran pendek, dapat digunakan sebagai bahan bangunan. Pada pembangunan tanggul atau dinding saluran pengairan, limbah ini digunakan sebagai penyaring air irigasi, pembangunan septick tank pada WC (kakus) sering menggunakan limbah ini untuk menyaring kotoran dan membuat kedap air pada dinding baknya.

Limbah ijuk juga dapat di gunakan sebagai bahan pengisi tembok (dinding) penangkis ombak laut karena sangat tahan terhadap air garam. Dapat pula limbah ini untuk membalut pangkal tiang kayu bangunan agar tidak di serang rayap.

Di daerah Jawa Barat limbah ijuk ini banyak digunakan sebagai tempat penempelan telur induk ikan mas dalam kolam pemijahan (Sunarto, 1993)

2.9 Landasan Teori

Pada operasi RBC, pertumbuhan biologis setebal hingga 4 mm menjadi terlekat pada permukaan cakram-cakram dan akhirnya membentuk lapisan lumpur diatas seluruh permukaan basah. Rotasi cakram-cakram tersebut secara bergantian berkontak dengan biomassa dan dengan bahan organik didalam air limbah dan kemudian dengan atmosfer atau adsorpsi oksigen. Rotasi cakram mempengaruhi transfer oksigen dengan biomassa dalam kondisi aerobik. Rotasi itu juga merupakan mekanisme untuk menghilangkan benda-benda padat yang berlebihan dari cakram-cakram itu, dengan daya cukurnya ia membuat dan menjaga benda-benda padat ini dapat terbawa dari unit RBC ke bak pengendap (Metcalf and eddy, 1991).

Berbagai penelitian RBC menunjukkan bahwa ketercelupan cakram dapat mempengaruhi besarnya efisiensi penurunan kandungan bahan organik air limbah yang diolah. Beberapa ahli berpendapat bahwa efisiensi penurunan kandungan bahan organik tertinggi dapat diperoleh pada ketercelupan cakram 40%-60% (Rao and Datta, 1987), kira-kira 40% (Benefield and Randall, 1980), dan 30%-50% (Metcalf and Eddy, 1991).

a. Parameter RBC

Parameter RBC yang berhubungan dengan *performance* RBC antara lain :

1) BOD Surface loading

BOD surface loading diartikan berapa gram komponen BOD dimuatkan perhari perluas permukaan seluruh kontaktors.

$$L_{\text{BOD}} = (Q \times C_0) / A$$

$$L \text{ BOD} = \text{BOD Surface Loading (g/m}^2\text{/hari)}$$

Q = Debit Limbah (m^3 /hari)

C_0 = BOD influent (ppm)

A = Luas Permukaan Contactors RBC

BOD Surface Loading yang biasa dipakai adalah 5-20 g/m^2 /hari, rata-rata 10 g/m^2 /hari

2) *Hydraulic Loading*

Hydraulic loading adalah parameter yang menunjukkan berapa volume limbah cair perhari perluas permukaan seluruh kontaktor yang diolah dengan sarana RBC ($l/m^2/day$). Karena parameter *BOD surface loading* lebih penting dan utama, maka parameter *Hydraulic loading* tidak begitu diprioritaskan atau prioritasnya lebih rendah. Akan tetapi kalau *Hydraulic loading*-nya terlalu besar, akan mempengaruhi pembentukan mikroorganisme yang lebih sesuai.

3) *Stage Number*

Apabila wadah RBC bersama rotor RBC dibagikan ke beberapa *stage*, karena kualitas limbah dalam setiap *stage* dihilir, maka jenis mikroorganisme muncul dalam setiap *stage* juga akan berbeda. Keanekaragaman mikroorganisme ini akan mengakibatkan efisiensi RBC lebih tinggi sebetulnya, ada kalanya dalam sewadah pun ada perbedaan jenis dari posisi hulu ke posisi hilir tergantung pada jenis media dan *hydraulic loadingnya*

4. *G Value*

G value menunjukkan kepadatan media yang dihitung sebagai volume wadah RBC per luas permukaan kontaktor (L/m^2). *G value* biasa dipakai adalah 5-9 L/m^2 .

5. Diameter

Diameter RBC biasa dipakai adalah 1-3,6 m. Pada umumnya, kalau surface area dibutuhkan cukup luas, itu RBC dengan diameter besar lebih murah dari pada beberapa RBC skala kecil, akan tetapi strukturnya harus cukup kuat. Sedangkan dari aspek "Stage Number", kalau surface areanya sama, RBC dengan diameter lebih kecil dan panjang lebih efisien dari pada RBC dengan diameter lebih besar dan pendek.

6. Kecepatan Putaran

Kalau kita memutar rotor RBC lebih cepat, lebih banyak oksigen akan dipindahkan ke limbah cair dalam wadah RBC dari udara dan oksigen tersebut dipromosikan reaksi mikroorganisme. Sedangkan putaran yang lebih cepat akan membutuhkan listrik lebih banyak. Selain itu apabila kita memutar rotor terlalu cepat, pembentukan lapisan mikroorganisme akan menjadi sulit. Kecepatan putaran rotor RBC pada umumnya ditetapkan oleh *peripheral speed* yang biasa dipakai adalah 15-20 m/menit.

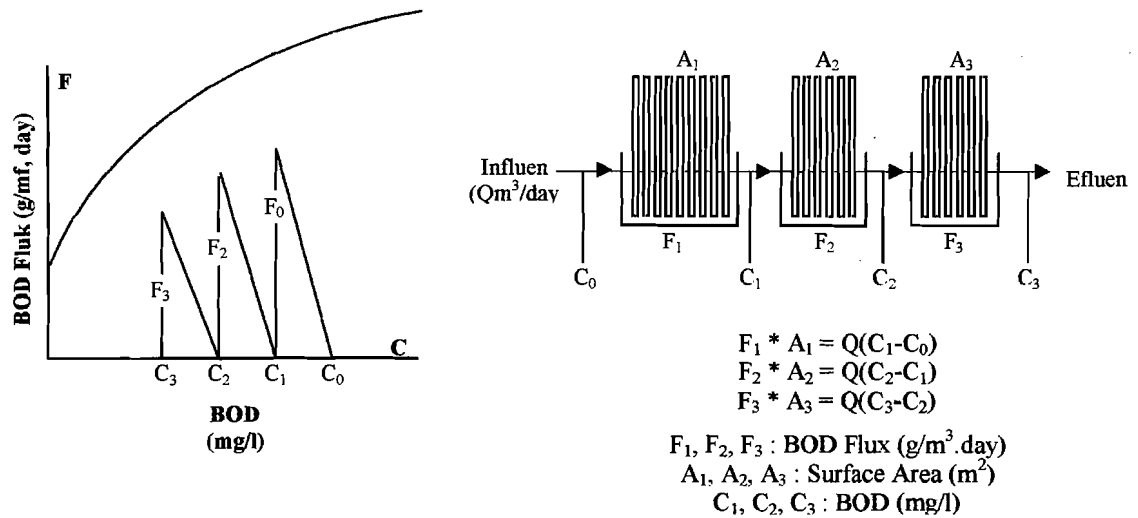
7. Temperatur

Reaksi mikroorganisme dipengaruhi oleh temperatur. Temperatur RBC bisa dioperasikan dengan baik diperkirakan 15-40 °C.

b. Prosedur Desain RBC

Parameter desain utama yang biasa dipakai untuk proses RBC adalah *BOD surface loading*. Parameter *BOD Surface Loading* bisa dipakai sebagai desain kasar, tetapi kalau kita ingin mendesain RBC dengan tingkat ketelitian yang lebih tinggi, kita bisa pakai metode grafik.

Ada hubungan antara BOD efluen dari RBC dan *BOD Flux*. Berdasarkan hubungan tersebut, kita bisa mengetahui hubungan antara BOD efluen, *surface area* dan *BOD Flux* untuk setiap satage dengan metode grafik seperti gambar.



Gambar 2.9. Grafik Metode Desain RBC

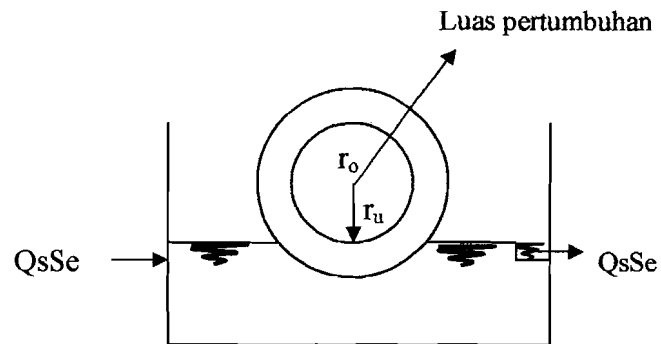
Dari aspek mekanik, perhatian khusus perlu diberikan pada desain As sedemikian hingga As RBC benar-benar cukup kuat. Dalam hal ini beban tidak sentris (hentakan yang diakibatkan oleh kondisi yang tidak mungkin 100 % balance) hal ini sangat perlu diperhatikan. Pada periode-periode tertentu dimana terjadi reputasi RBC yang mengakibatkan terjadinya kehausan (Pengikisan) pada AS sehingga sering terjadi kasus dimana As RBC patah karena kesalahan desain.

Rumus-rumus berikut merupakan rumus untuk RBC satu tahap yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian, yaitu :

$$Q(S_o - S_e) = PA \frac{S_e}{K_s + S_e}$$

$$Q(S_o - S_e) = PA \frac{(\mu_{\max})AX_r d}{Y_A}$$

$$A = 2N\pi m (r_o^2 - r_u^2)$$



**Gambar 2.9. Kontraktor Biologis Berputar
(Benfield and Randall, 1980)**

Keterangan :

Q = Volume aliran air limbah, volume/waktu

S_o = Konsentrasi substrat influen, massa/volume

S_e = Konsentrasi substrat efluen, massa/volume

P = Daya perlakuan, massa/volume

A = Total luas basah cakram, massa/volume

N = Jumlah cakram

r_o = Radius total cakram

r_u = radius cakram yang tidak tercelup

K_a = Konsentrasi tingkat pemakaian substrat, massa/volume

(μ_{max}) = Pertumbuhan maksimal biomassa melekat

X_f = Biomassa aktif dari pertumbuhan melekat

d = Ketebalan biofilm

Y_a = Koefisien hasil teoritis untuk pertumbuhan melekat

(Benfield and Randall, 1980)

2.10 Hipotesis

Berdasarkan uraian pada bab pendahuluan dan tinjauan pustaka, maka diajukan hipotesa sebagai berikut:

- a. RBC, dengan ijuk sebagai media pertumbuhan mikroorganisme pengurai, dapat menurunkan kandungan bahan organik yang ada dalam air limbah domestik kota Yogyakarta.
- b. Variasi persentase bagian cakram yang terkontak dalam air limbah dapat mempengaruhi persentase penurunan kandungan bahan organik yang dinyatakan dalam parameter BOD dan COD.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Pengambilan sampel penelitian pada IPAL Sewon, Bantul, Yogyakarta. Sampel hasil pengambilan diperiksa di laboratorium.

3.2. Obyek Penelitian

Obyek yang diteliti adalah air limbah domestik kota Yogyakarta yang ditampung oleh IPAL Sewon, Bantul dengan debit influent 15.500 m³/hari. dan untuk sampling diambil limbah setelah melalui proses unit grit chamber serta Propylene sebagai media pertumbuhan mikroorganisme pengurai dalam unit RBC.

3.3. Waktu Penelitian

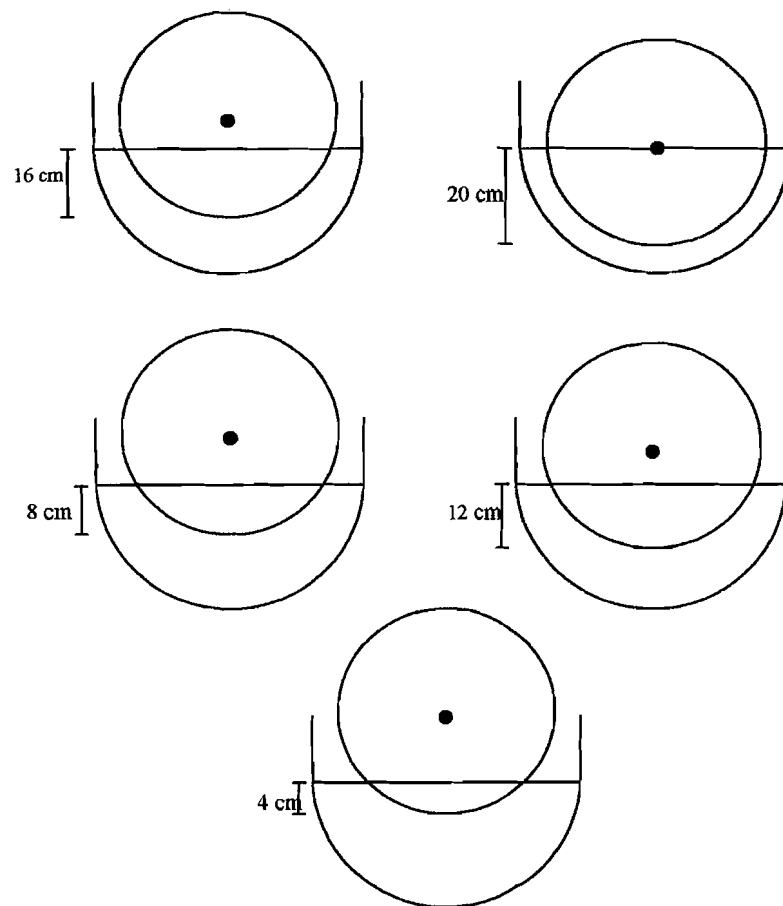
Waktu penelitian, termasuk pekerjaan persiapan, mulai bulan Oktober 2003 sampai dengan bulan Pebruari 2004.

3.4. Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan dua variable yaitu variable bebas (pengaruh) dan variable terikat (terpengaruh) sebagai berikut:

3.4.1 Variabel bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah ketercelupan cakram dengan variasi ketercelupan 50 %, 40 %, 30 %, 20 %, dan 10 % (Gambar 3.1.)



Gambar 3.1 Variasi Luas Kontak Cakram
(a) 50%, (b) 40%, (c) 30%, (d) 20%, (e) 10%

3.4.2. Variabel terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah BOD, COD, N, dan P air limbah Domestik Yogyakarta

3.5. Bahan dan Alat Penelitian

3.5.1 Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah air limbah domestik kota Yogyakarta, yang terdiri dari limbah rumah tangga, perhotelan, dan industri.

3.5.2. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian antara lain adalah :

- a. Unit RBC dengan cakram terbuat dari Ijuk.
- b. Bak penampung I dan II dari bahan plastik dengan volume masing-masing 100 liter dan 60 liter.
- c. Pipa aluminium untuk as cakram dengan diameter 1 inci dan panjang 150 cm.
- d. Tali Ijuk sebagai bahan baku pembuatan cakram.
- e. Catu daya.
- f. Motor Listrik untuk menggerakkan as cakram.
- g. Ember plastik volume 25 liter sebanyak 5 buah.
- h. Gelas ukur 1000 ml.
- i. Kertas pH indicator universal.
- j. Termometer.
- k. Botol wadah sample.
- l. Pompa hisap kecil.
- m. Jaring kecil untuk memisahkan padatan dari air limbah.
- n. Alat pencatat waktu (stop watch).
- o. Selang plastik untuk inlet dan outlet.

3.5.3. Cara kerja RBC dalam penelitian

Cara kerja RBC dalam penelitian ini sangat sederhana yaitu perputaran (rotasi) cakram Ijuk untuk mengontakkan mikroorganisme dengan oksigen bebas. Cakram diputar dengan sebuah motor listrik yang dihubungkan oleh sebuah string belt ke sebuah roda string belt yang sudah terpasang pada as cakram.

3.6. Kegiatan Persiapan Sebelum Penelitian

Beberapa kegiatan yang merupakan persiapan menjelang penelitian adalah sebagai berikut :

- a. Meminta ijin kepada pemilik
- b. Menyiapkan alat-alat yang dibutuhkan dalam penelitian ini, yaitu unit RBC dalam skala laboratorium yang dilengkapi dengan bak penampung I dan II.
- c. Bak RBC

Bak RBC dengan alas silindris terbuat dari plat stanlessstell dengan volume basah sebelum pencelupan cakram = 250 liter. Bak RBC dilengkapi dengan 5 buah outlet efluen untuk masing-masing ketercelupan cakram. Variasi ketercelupan cakram yang berbeda-beda dalam suatu volume air yang sama menyebabkan tinggi permukaan air yang berbeda-beda pula, sehingga untuk setiap tinggi permukaan air membutuhkan outlet tersendiri.

- d. Cakram

Cakram RBC terbuat dari Ijuk (tali Ijuk) yang diberi rangka dari kawat aluminium dengan diameter cakram = 50 cm, jumlah cakram = 9 buah, dan jarak antar cakram = 15 cm.

e. As (poros)

As penyangga cakram RBC terbuat dari pipa aluminium diameter 1 inci dan panjang 150 cm. Masing-masing ujung poros dilengkapi roda penggerak agar poros dapat berputar dengan lancar.

f. Sistem penggerak

Sistem penggerak RBC dalam penelitian ini menggunakan sebuah motor listrik. Motor penggerak dan poros cakram dihubungkan dengan tali sabuk (string belt), sehingga motor penggerak dapat menggerakkan cakram secara rotasi.

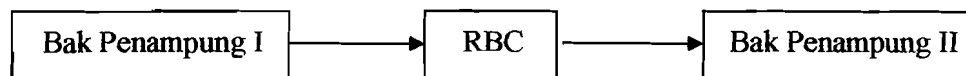
g. Bak penampung

Bak penampung I berupa drum plastik dengan volume 100 liter berfungsi sebagai wadah penampung air limbah sebelum dialirkan ke dalam unit RBC.

Bak penampung II sebagai wadah penampung air limbah setelah pengolahan.

h. Merangkai alat untuk penelitian

Bagan rangkaian alat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.2. Bagan Rangkaian Alat Untuk Penelitian

3.7. Tahap-Tahap Pelaksanaan Penelitian

Secara garis besar tahap penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu tahap proses pembibitan dan aklimasi dan tahap pelaksanaan proses pengolahan.

3.7.1. Proses pembibitan dan aklimasi

- a. Sebelum unit RBC digunakan untuk proses pengolahan air limbah, terlebih dahulu diadakan pembibitan dan aklimasi untuk mendapatkan lapisan film biologis pada media pertumbuhan (cakram Ijuk). Lapisan film yang baik akan didapatkan bila unit RBC dioperasikan selama 24 jam dalam 1 hari. Tahap awal untuk mendapatkan lapisan film yang baik RBC harus dioperasikan selama beberapa minggu (16 hari) secara kontinyu.
- b. Proses pembibitan dan aklimasi bertujuan untuk menumbuhkan mikroorganisme sehingga didapatkan biosolid dalam konsentrasi tertentu yang dapat digunakan untuk proses pengolahan selanjutnya.
- c. Sebelum pembibitan dan aklimasi dilakukan pengukuran pH air limbah, pH air limbah harus dalam keadaan netral.
- d. Pembibitan mikroorganisme menggunakan air limbah Domestik Yogyakarta, khusus air limbah yang ditampung pada IPAL Sewon, Bantul, Yogyakarta, terdiri dari air limbah rumah tangga, perhotelan, dan industri, diproses dengan mengoperasikan RBC selama 16 hari secara kontinyu.
- e. Parameter yang diuji secara berkala selama proses aklimasi berlangsung adalah COD yang kemudian dikonversi dengan suatu factor konversi sehingga didapatkan nilai BOD.
- f. Efluen diambil secara berkala (setiap 3 hari sekali) untuk mengetahui keberhasilan pembibitan dan aklimasi yang ditandai dengan efisiensi penurunan COD. Selanjutnya angka COD yang didapatkan dikonversikan ke

angka BOD dengan factor konversi yang didapatkan dari pemeriksaan BOD air limbah sebelum pembibitan dan aklimasi.

- g. Pengoperasian awal dari unit RBC tersebut untuk memperoleh biomassa "Mixed Culture" berbentuk slime yang menempel pada permukaan cakram RBC, biomassa ini merupakan mikroorganisme utama dalam proses penguraian zat organik dalam air limbah.

3.7.2. Tahap pelaksanaan proses pengolahan

Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses pengolahan air limbah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Air limbah Domestik kota Yogyakarta yang sudah dikumpulkan mendapat perlakuan secara mekanik yaitu pemisahan padatan yang berupa sisa potongan plastik, dan sampah organik seperti ranting pohon, . Pemisahan padatan ini bertujuan untuk mengurangi beban pengolahan dalam unit RBC.
- b. Memeriksa pH air limbah untuk memastikan bahwa air limbah yang akan diolah dengan RBC memiliki pHI netral sehingga proses pengolahan dapat berjalan secara optimal.
- c. Memeriksa suhu air limbah untuk memastikan suhu tidak kurang dari 55⁰F (13⁰C)
- d. Air limbah yang sudah dipisahkan padatannya dan sudah diperiksa pH-nya kemudian dimasukkan kedalam bak penampung I. Selanjutnya air limbah dialirkan kedalam bak RBC menggunakan selang dan pompa hisap kecil.
- e. Mengatur debit influen dari bak penampung I dengan cara mengubah-ubah kran pengatur debit setiap menitnya sehingga didapatkan debit influen sebesar

0,6 L/menit. Pengukuran debit menggunakan alat ukur waktu (stop watch) dan gelas ukur 1000 ml.

- f. Mengatur debit effluen dengan cara yang sama dengan pengaturan debit influen sehingga didapatkan debit effluen sebesar 0,6 L/menit.
- g. Proses pengolahan air limbah dimulai dari variasi luas kontak cakram 50% kemudian berturut-turut dilanjutkan dengan posisi luas kontak cakram 40%, 30%, 20% dan 10%.

3.8. Pengambilan Sampel

3.8.1. Tahap pengambilan sample

Sampel air limbah hasil proses dengan RBC dari masing-masing variasi luas kontak cakram diambil setelah waktu tinggal (kontak) 90 menit. Sebelum dimasukkan kedalam botol, sample effluen didiamkan selama beberapa menit dengan tujuan untuk mengendapkan sisa-sisa padatan yang teroksidasi dan lapisan biofilm yang terlepas. Pengoperasian RBC diistirahatkan sejenak, sekitar 5 menit, setiap kali pemindahan posisi luas kontak dan pemasangan string belt .

3.8.2. Jumlah pengambilan sampel

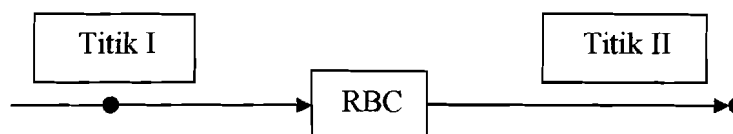
Dari proses pengolahan air limbah dengan RBC untuk masing-masing variasi luas kontak cakram dilakukan 3 kali perulangan pengambilan sample effluen.

3.8.3. Titik pengambilan sampel

Ada dua titik pengambilan sample dalam penelitian ini, yaitu:

- a. Titik pertama, sebelum masuk bak RBC.

- b. Titik kedua, setelah mengalami proses pengolahan dengan RBC, dari masing-masing outlet ketercelupan.



Gambar 3.3. Bagan Titik Pengambilan Sampel

3.9. Analisa Parameter

Sampel air limbah sebelum dan sesudah diolah dengan RBC diperiksa BOD, COD, suhu, dan pH-nya. Pemeriksaan BOD dan COD dilakukan di laboratorium. Pemeriksaan suhu dan pH, sebagai kontrol dilaksanakan di lokasi pengolahan.

(1). Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Rumus:

$$BOD_5 = \frac{(X_0 - X_5) - (B_0 - B_5)(1 - P)}{P}$$

Keterangan:

BOD_5 = Sebagai $mg\ O_2/liter$

X_0 = Oksigen terlarut sampel pada saat $t = 0$ hari ($mg/liter\ O_2$)

X_5 = Oksigen terlarut sampel pada saat $t = 5$ hari ($mg/liter\ O_2$)

B_0 = Oksigen terlarut blanko pada saat $t = 0$ hari ($mg/liter\ O_2$)

B_5 = Oksigen terlarut blanko pada saat $t = 5$ hari ($mg/liter\ O_2$)

(2). Chemical Oxygen Demand (COD)

Rumus :

$$COD(mgO_2/liter) = \frac{(a - b) \times N \times 8000}{ml\ sampel}$$

Keterangan :

- a = ml FAS (Ferro Ammonium Sulphat) yang digunakan untuk titrasi blanko
- b = ml FAS yang digunakan untuk titrasi sample
- N = normalitas larutan FAS

(3). Suhu (temperatur)

- a. Bahan
 - Air limbah
- b. Alat
 - Thermometer
- c. Cara kerja

Thermometer dimasukkan ke dalam air limbah selama beberapa menit, kemudian diangkat dan dibaca angka yang ditunjukkan oleh cairan dalam thermometer. Angka yang didapatkan kemudian dicatat.

(4). Pengukuran pH

- a. Bahan
 - air limbah
- b. Alat
 - Kertas pH indicator universal.
- c. Cara kerja:

Kertas pH dicelupkan kedalam air limbah kemudian diangkat dan diamati perubahan warnanya. Perubahan warna pada kertas pH di cocokkan dengan warna skala pH yang ada dalam wadah kertas pH. Angka pH yang didapatkan dicatat.

3.10. Analisa Data

Data-data BOD dan COD air limbah yang telah diperoleh dari hasil pemeriksaan di laboratorium diolah dan dikelompokkan, kemudian disajikan dalam bentuk table dan grafik. Untuk mengetahui kemampuan RBC dalam menurunkan kandungan zat organik dalam air limbah yang dinyatakan dalam parameter BOD dan COD digunakan rumus efisiensi sebagai berikut:

Rumus :

$$E (\%) = \frac{C_{awal} - C_{akhir}}{C_{awal}} \times 100\%$$

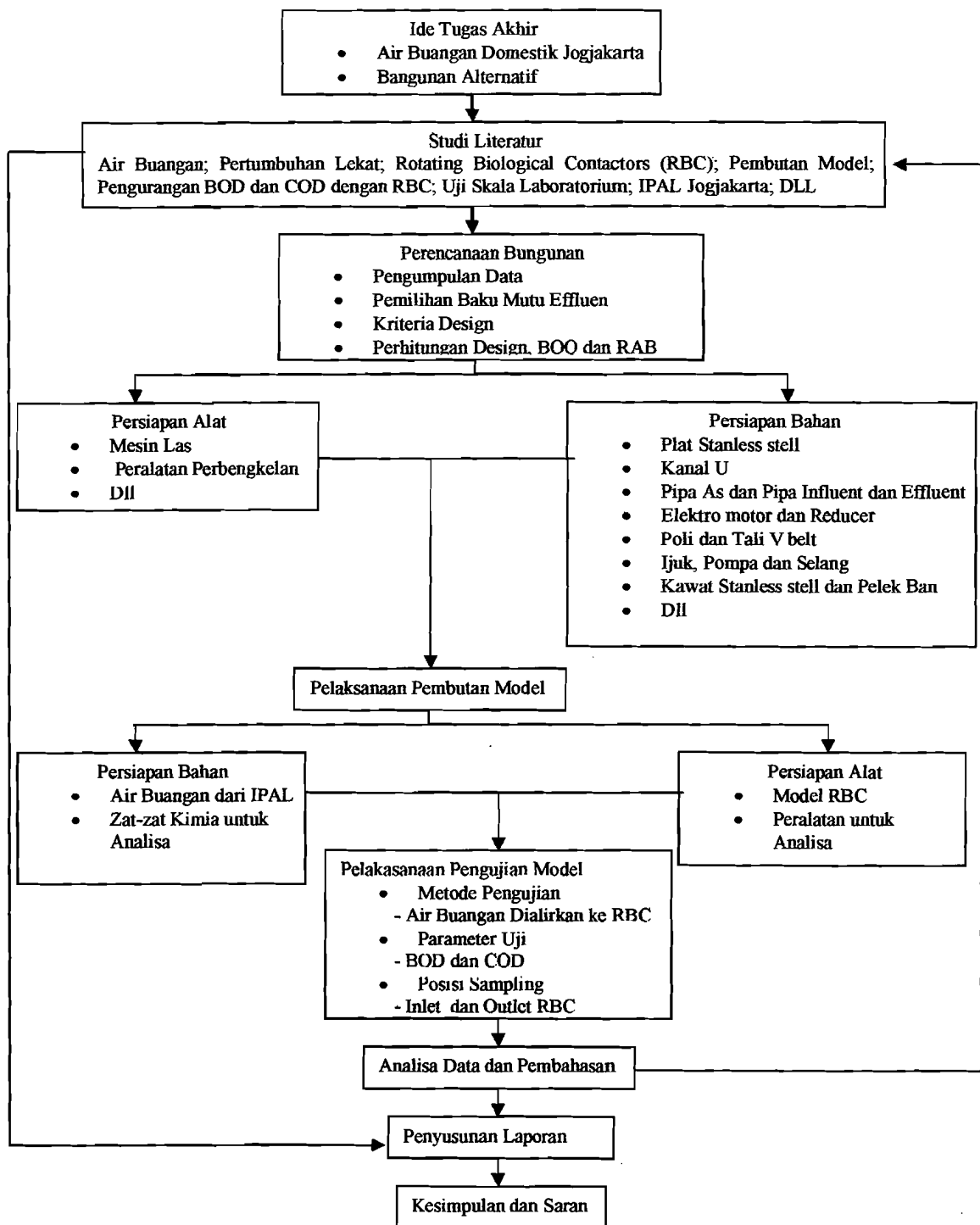
Keterangan :

E = efisiensi (%)

C = konsentrasi (mg/l)

Sumber : Metcalf and Eddy, 1991

Angka BOD dan COD dari data yang sudah diolah selanjutnya di bandingkan dengan angka BOD dan COD yang ada dalam Keputusan Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor : 214/KPTS/1991 Tentang Baku Mutu Lingkungan Daerah untuk Wilayah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Bagi Baku Mutu Limbah Cair



Gambar 3.2 Diagram Alir Tahapan Perencanaan

BAB IV

DESAIN RBC, PERHITUNGAN BOQ DAN RAB

4.1. Perhitungan Desain RBC

IPAL ini dapat memberikan pelayanan kepada 110.000 jiwa rata-rata menghasilkan air limbah sebesar 23.679,1 m³/hari. Desain IPAL didasarkan pada konsep pengolahan biologis dengan menggunakan unit pengolahan berupa RBC. Effluent IPAL dialirkan ke sungai Bedog dengan BOD effluent 30 mg/l.

Tabel 4.1 Parameter Desain IPAL Sewon

Tolak Ukur Desain	Satuan	Nilai
Total penduduk yang dilayani	[jiwa]	110.000
Jumlah sambungan rumah tangga	[unit]	17.330
Jumlah sambungan non rumah tangga	[unit]	4.630
Total jumlah sambungan	[unit]	18.420
Rata -rata kapasitas pengolahan (Berdasarkan Fluktuasi Debit)	[m ³ /hari]	23.679,1
Debit puncak	[l/detik]	356
Beban BOD influen	[kg/d]	5.130
Konsentrasi BOD influent (Berdasarkan Fluktuasi BOD)	[mg/l]	250
Konsentarsi BOD effluent	[mg/l]	30-40

Sumber : Design Study Report on the Project For the Construction of Yogyakarta STP, Jan. 1993, JICA.

Kriteria desain yang digunakan :

- Hidrolik loading (H_L) : $0.02 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ (dengan nitrifikasi)
- Organic loading (O_L) : $0.25 \text{ kg}/\text{m}^3 \cdot \text{hr}$ (dengan nitrifikasi)
- Konstanta substrat removal rate $K_{(1/2)\alpha}$: 1.5 (g/m.hr)^2
- Ratio surface area (A/V) : $70 \text{ m}^3/\text{m}^2$
- Volume tangki : $5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{m}^2$ luas disc
- Konsentrasi BOD effluent yang diinginkan : 30 mg/l
- Debit (Berdasarkan Fluktuasi Debit) : $23.679,1 \text{ m}^3/\text{hari}$
- $\text{BOD}_{5\text{influent}}$ (Berdasarkan Fluktuasi BOD_5) : 250 mg/L

Perhitungan :

- Kebutuhan luas permukaan disc :
- Perhitungan Dimensi Bak :

$$A_s = Q/H_L \dots\dots\dots(4.1)$$

$$= \frac{23.679,1 \text{ m}^3 / \text{hr}}{0.02 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{hr}} = 1.183.955 \text{ m}^2$$

- Volume bak : $5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{m}^2 \times 23.679,1 \text{ m}^2 = 5919,7 \text{ m}^3$

Direncanakan 25 bak atau shaft secara paralel, dengan masing-masing bak

mempunyai volume :

$$V \text{ per bak} = 5919,7/25 = 237 \text{ m}^3$$

- Kedalaman air diambil : 5 m
- Diameter : 5 m

$$\text{Panjang bak (L)} = \frac{V}{A} \dots\dots\dots(4.2)$$

$$= \frac{237m^3}{1/2(1/4\pi(5)^2)} = 24m$$

- Jumlah disc : 240 disc
- Tebal disc @ : → 5cm tebal total = 1200 cm
- Jarak antar disc : → 5cm jarak total = 1200 cm
=====
- = 2400 cm
- Panjang As : 25,46 m (sisa dari panjang As sebesar 146 cm untuk putaran poros poli)
- Diameter As : 14 inch
- Perhitungan Efisiensi pengolahan :

Efisiensi pengolahan dapat dihitung dengan persamaan orde ke 1/2 sebagai berikut: Asumsi bahwa terjadi reaksi orde ke 1/2 (penetrasi partial), pada kondisi pengadukan sempurna, dan steady state, maka kesetimbangan massa akan diperoleh:

diberi nama referensi

$$Q(S_o - S_e) = k_{(1/2)a} A S_e^{1/2} \dots\dots\dots(4.3)$$

dan efisiensi pengolahan :

$$E = (S_o - S_e) / S_o \dots\dots\dots(4.4)$$

Pengabungan persamaan tersebut diatas menjadi

$$Q S_o E = k_{(1/2)a} A S_e^{1/2} \dots\dots\dots(4.5)$$

$$\text{atau } S_e = \left| \frac{Q S_o E}{k_{(1/2)a} A} \right|^2 \dots\dots\dots(4.6)$$

persamaan efisiensi (E) dapat ditulis sebagai berikut:

$$E = (S_o - S_e) / S_o \dots\dots\dots(4.7)$$

$$\text{atau } Se = So(1 - E) \dots\dots\dots(4.8)$$

$$\text{atau } Se + ESo - So = 0 \dots\dots\dots(4.9)$$

$$\left| \frac{QSoE}{k_{(1/2)a}A} \right|^2 + ESo - So = 0 \dots\dots\dots(4.10)$$

$Q/A = H_L$ (hidrolik loading), sehingga:

$$\left| \frac{H_L \cdot So}{K(1/2)a} \right|^2 E^2 + E So - So = 0 \dots\dots\dots(4.11)$$

$$\left| \frac{0.02 \cdot (250)}{1.5} \right|^2 E^2 + 250 E - 250 = 0$$

$$E^2 + 22.5 E - 22.5 = 0$$

$$X_{1,2} = -b \pm \sqrt{\frac{b^2 - 4ac}{2a}} \quad \text{(Rumus abc)}$$

Persamaan tersebut dapat diselesaikan dengan rumus ABC, dan diperoleh harga

efisiensi $E = 95 \%$

BOD effluent = $332(1 - 0.95) = 16.6 \text{ mg/l}$ (**memenuhi**)

- Control organic loading :

$$\text{Volume disc} = \frac{\text{luaspermukaan disc}}{\text{ratiosurfacearea}} \dots\dots\dots(4.12)$$

$$= \frac{1.183.955/25}{70} = 676,5 \text{ m}^3$$

$$O_L = \frac{250 \text{ g/m}^3 \times 2370 \text{ m}^3 / \text{hr}}{23.679,1 \text{ g/kg} \times 676,5 \text{ m}^3} = 0.037 \text{ kg/m}^3 \text{ hr} \quad \text{(memenuhi)}$$

(Sumber Rumus : B.D Marsono, 1993)

Berdasarkan perhitungan skala lapangan diatas, maka dibuat unit pengolahan RBC dalam skala laboratorium sehingga didapatkan dimensi RBC untuk pengolahan satu tahap :

Berdasarkan perhitungan skala lapangan diatas, maka dibuat unit pengolahan RBC dalam skala laboratorium sehingga didapatkan dimensi RBC untuk pengolahan satu tahap :

- Panjang bak : 150 cm
- Lebar bak : 50 cm
- Diameter cakram : 50 cm
- Kedalaman bak 50 cm
- Ketebalan cakram : 5 cm
- Jumlah disc : 9 buah
- Tebal disc : 5 cm
- Jarak antar disc : 15 cm
- Diameter Poli I (String belt I) : 40 cm
- Diameter Poli II (String belt II) : 8 cm
- Ukuran Tali V belt : A 54

Keterangan untuk roda penggerak cakram :

- Ratio putaran antar poli I dan poli II 1 : 5 artinya 1 x putaran poli I sebanding 5 x putaran poli II
- Spesifikasi Elektromotor : Power menggunakan $\frac{3}{4}$ Hp, dan RPM 1420
- Spesifikasi Reducer : Ratio putaran 60 artinya ratio putaran antara elektromotor dengan reducer 1 : 60
- Untuk 25 unit RBC media ijuk Biaya yang dibutuhkan Rp 1.854.835.000,-,

4.2. Perhitungan BOQ dan RAB

Tabel 4.2 Rekapitulasi Volume dan Jumlah Bahan Untuk 1 Unit RBC

No	URAIAN BAHAN	SATUAN	JUMLAH (Rp)
1	Bak plat Ms 2,8	19 Lembar	5.510.000
2	Tutup plat Ms 1,2	6 Lembar	1.050.000
3	Kanal U 100.50 Ms	4 Lonjor	628.000
4	Plat Ms 10 mm	1 Lembar	970.000
5	Kanal U 80.40	2 Lonjor	260.000
6	As Ms. Ø 70	18 Lonjor	17.010.000
7	Pipa Ms Ø 275 (10")	½ Lonjor	3.800.000
8	Siku Steinles steel 40	1 Lonjor	260.000
9	Pipa steinles steel Ø 48 (tebal)	4 Lonjor	2.400.000
10	Siku Ms L 65	2 Lonjor	360.000
11	As Steinles Steel Ø10"	4 Lonjor	960.000
12	Shock Pralon Ø1½"	30 Biji	9.000.000
13	Pipa pralon Ø10"	1½ Meter	2.400.000
14	Cakram Ijuk (150 Set)	1 Unit	13.125.000
15	Motor 13,5 2HP	1 Buah	500.000
16	Reducer Ratio 60	1 Buah	800.000
17	Rantai Rs 80	1 Unit	360.000
18	Lager Besar Ø 70 mm	6 Buah	10.500.000
19	Gear Besar Ø 418 mm	1 Buah	800.000
20	Gear Kecil Ø 145 mm	1 Buah	135.000
21	Pipa Air Ø 2"	1/3 Lomjor	205.000
22	Mur Baut		
	• MB Stainless steel Ø ¾ x 3"	4 Biji	12.000
	• MB Stainless steel Ø ½ x 2"	20 Biji	32.000
	• MB Stainless steel Ø 10 x 1"	28 Biji	25.200
	• MB Ms ½ x 1½"	16 Biji	4.000
	• MB Ms ½ x 3"	2 Biji	1.200
23	Verpak karet Ø 10 mm (1000 x 500) mm	1 Pot	40.000
24	Cat Anti Karat (Poksi)	1 Kaleng	250.000
25	Veper Glass	20 Lembar	4000.000
Total			74.193.400

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

5.1.1 Kualitas Air Limbah

Hasil analisa laboratorium menunjukkan bahwa kualitas air limbah, dalam parameter BOD dan COD cukup tinggi. Untuk mengurangi konsentrasi BOD dan COD tersebut perlu diadakan suatu pengolahan terhadap air limbah sehingga air limbah tidak mencemari lingkungan.

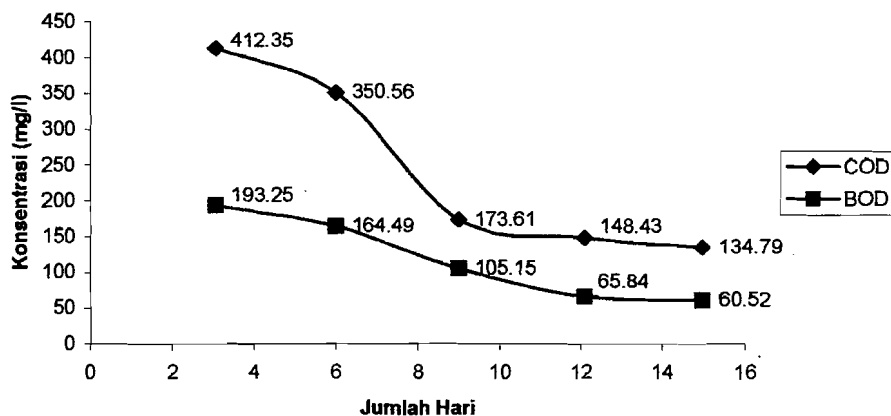
Sebagai langkah awal dari usaha pengolahan air limbah, diadakan suatu percobaan pengolahan menggunakan RBC dengan pemanfaatan Ijuk sebagai media pertumbuhan mikroorganisme pengurai.

Sebelum RBC dioperasikan untuk pengolahan diadakan proses pembibitan dan aklimasi yang berfungsi untuk menumbuhkan dan mengembangkan mikroorganisme yang akan digunakan untuk mengurangi bahan organik yang ada dalam air limbah. Parameter BOD dan COD diperiksa dilaboratorium, sedangkan pemeriksaan suhu dan pH air limbah langsung dilakukan dilapangan. Sebagai parameter pengontrol pada proses pembibitan dan aklimasi didapatkan suhu rata-rata air limbah 27,3 °C dan pH rata-rata 7,5. Pada proses pengolahan didapatkan suhu rata-rata air limbah 27,5 °C dan pH rata-rata 7,3. Hasil pemeriksaan kualitas air limbah dalam parameter BOD dan COD disajikan dalam bentuk tabel dan grafik berikut ini:

Tabel 5.1 Penurunan COD dan BOD selama Proses Aklimasi, dengan BOD Air Limbah sebelum Aklimasi sebesar 248,34 mg/L dan COD Air Limbah sebelum Aklimasi sebesar 480,70 mg/L

Pengambilan/ Pemeriksaan	Tanggal	COD (mg/L)	BOD (mg/L)
I	13 Maret 2004	412,35	193,25
II	16 Maret 2004	350,56	164,49
III	19 Maret 2004	173,61	105,15
IV	22 Maret 2004	148,43	65,84
V	25 Maret 2004	134,79	60,52

Sumber : Analisa Laboratorium Yayasan Dian Desa dan Data Primer, 2004



Gambar 5.1. Grafik Penurunan COD dan BOD selama Aklimasi dengan COD = 480.70 mg/L dan BOD = 248.34 mg/L

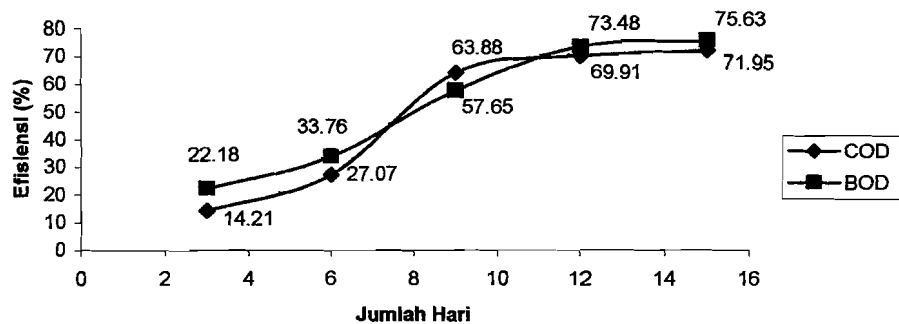
Dari Tabel 5.1. Dapat diketahui bahwa angka BOD menunjukkan penurunan dari hari ke hari. Pada pemeriksaan terakhir dengan BOD 60,52 mg/L dan COD 134,79 mg/L. Jika dibandingkan dengan BOD sebelumnya sebesar 65,84 mg/L dan COD sebelumnya sebesar 148,43 mg/L, hal ini sudah

menunjukkan penurunan yang tidak terlalu berarti. Selisih persentase penurunan dari kedua BOD dan COD tersebut sangat kecil yaitu untuk BOD sebesar $75,63\% - 73,48\% = 2,15\%$ dan COD sebesar $71,95\% - 69,91\% = 2,04\%$. Ini berarti proses aklimasi sudah mendekati titik jenuh sehingga bila proses aklimasi tetap dilanjutkan diperkirakan tidak terlalu memberikan penurunan BOD dan COD yang berarti. Dengan berpijak pada teori bahwa lamanya aklimasi adalah 16 hari, maka pada kondisi aklimasi terakhir dianggap aklimasi sudah tercapai dan proses pengolahan dapat dilaksanakan.

Tabel 5.2 Efisiensi Penurunan COD dan BOD selama Proses Aklimasi, dengan BOD Air Limbah sebelum Aklimasi sebesar 248,34 mg/L dan COD Air Limbah sebelum Aklimasi sebesar 480,70 mg/L

Pengambilan/ Pemeriksaan	Tanggal	Penurunan COD (%)	Penurunan BOD (%)
I	13 Maret 2004	14,21	22,18
II	16 Maret 2004	27,07	33,76
III	19 Maret 2004	63,88	57,65
IV	22 Maret 2004	69,91	73,48
V	25 Maret 2004	71,95	75,63

Sumber : Analisa Laboratorium Yayasan Dian Desa dan Data A. Primer, 2004



Gambar 5.2. Grafik Efisiensi Penurunan COD dan BOD Selama Aklimasi Dengan COD = 480.70 mg/L dan BOD = 248.34 mg/L

Hasil pemeriksaan kualitas air limbah sebelum diolah dengan RBC disajikan dalam Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Kualitas Air Limbah Domestik IPAL Sewon Bantul Kota Jogjakarta sebelum Diolah

No	Parameter	Satuan	Hasil Pemeriksaan
1	BOD	mg/L	235,12
2	COD	mg/L	550,32

Sumber : Analisa Laboratorium Yayasan Dian Desa dan Data Primer, 2004

5.1.2 Tingkat penurunan BOD dan COD air limbah setelah pengolahan dengan unit RBC

Pengolahan air limbah dengan RBC dengan lima variasi luas kontak cakram yang berbeda-beda yaitu ketercelupan 50 %, 40 %, 30 %, 20 %, dan 10% memberikan hasil yang berbeda-beda pula dalam hal penurunan BOD dan COD.

Hasil pengolahan air limbah dengan RBC dengan beberapa variasi luas kontak berturut-turut disajikan dalam Tabel 5.3 dan Tabel 5.4.

Tabel 5.3 BOD Air Limbah Setelah Pengolahan

Ulangan	Variasi Luas Kontak Cakram					Jumlah	Rata-Rata
	50%	40%	30%	20%	10%		
I	55,32	101,20	138,14	190,20	221,50	706,36	141,27
II	49,21	95,64	150,9	193,00	200,91	688,77	137,75
III	30,05	99,11	152,30	191,15	202,99	697,06	139,52
Jumlah	154,48	295,95	460,45	574,35	607,04	2092,37	418,47
Rata-Rata	51,52	98,65	153,48	191,45	202,46		

Sumber : Analisa Laboratorium Yayasan Dian Desa dan Data Primer, 2004

Tabel 5.4 COD Air Limbah setelah Pengolahan

Ulangan	Variasi Luas Kontak Cakram					Jumlah	Rata-Rata
	50%	40%	30%	20%	10%		
I	127,15	134,67	253,40	351,61	399,51	1266,34	253,27
II	129,45	134,51	256,50	350,17	403,62	1274,25	254,85
III	128,16	136,02	259,19	352,12	402,11	1277,6	255,52
Jumlah	384,76	405,02	764,09	1053,09	1205,24	3467,19	693,44
Rata-Rata	128,25	135,06	256,36	351,03	401,74		

Sumber : Analisa Laboratorium Yayasan Dian Desa dan Data Primer, 2004

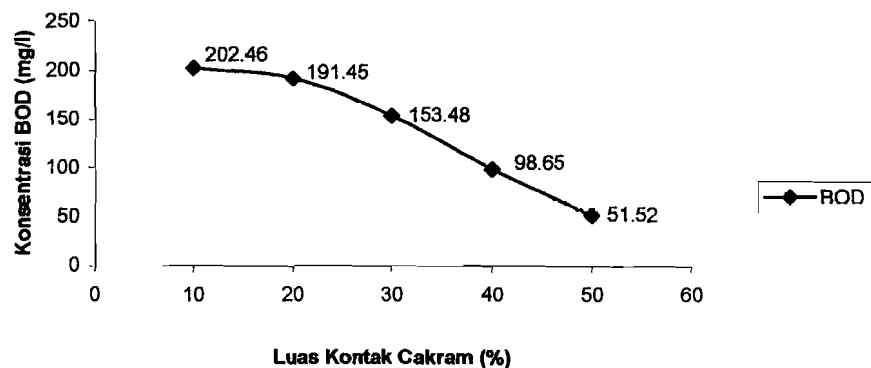
Data-data hasil pengolahan air limbah dengan RBC selanjutnya dikelompokkan lagi untuk lebih memudahkan pemahaman tentang kemampuan RBC dalam menurunkan BOD dan COD air limbah. Data berikut ini merupakan rata-rata nilai BOD dan COD air limbah setelah pengolahan yang disajikan dalam Tabel 5.5.

Tabel 5.5 BOD dan COD Air Limbah setelah Pengolahan RBC Media Ijuk

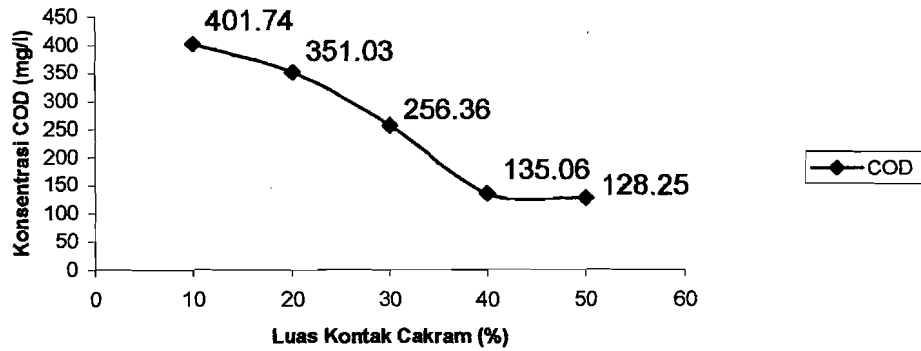
No	Variasi Luas Kontak Cakram (%)	Sebelum Analisa		Hasil Analisa		Keterangan
		BOD (mg/L)	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	
1	50	235,12	550,32	51,52	128,25	BOD dan COD merupakan nilai rata-rata
2	40	235,12	550,32	98,65	135,06	
3	30	235,12	550,32	153,48	256,36	
4	20	235,12	550,32	191,45	351,03	
5	10	235,12	550,32	202,46	401,74	

Sumber : Analisa Laboratorium Yayasan Dian Desa dan Data Primer, 2004

Hubungan antara luas kontak cakram dengan penurunan BOD dan COD dapat pula disajikan dalam bentuk grafik, sehingga secara visual dapat dipahami pengaruh ketercelupan cakram terhadap penurunan BOD dan COD.



Gambar 5.3. Grafik Luas Kontak Cakram (%) terhadap Konsentrasi BOD Efluent Rata-rata (mg/L)



Gambar 5.4. Grafik Luas Kontak Cakram (%) terhadap Konsentrasi COD Efluent Rata-Rata (mg/L)

5.1.3 Efisiensi Penurunan BOD dan COD Air Limbah Setelah Pengolahan

Hasil pengolahan air limbah dengan RBC, dengan ijuk sebagai media pertumbuhan mikroorganisme pengurai, yang dipengaruhi oleh lima variasi luas kontak cakram menghasilkan efisiensi penurunan seperti yang disajikan dalam Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Efisiensi Penurunan BOD dan COD

Parameter	Luas Kontak Cakram (%)	Sebelum Pengolahan (Influent)	Setelah Pengolahan (Effluent)	Efisiensi (%)
BOD (mg/L)	50	235,12	51,52	78,08
	40	235,12	98,65	58,04
	30	235,12	153,48	34,72
	20	235,12	191,45	18,72
	10	235,12	202,46	13,89
COD (mg/L)	50	550,32	128,25	76,64
	40	550,32	135,06	75,45
	30	550,32	256,36	53,42
	20	550,32	351,03	36,21
	10	550,32	401,74	26,99

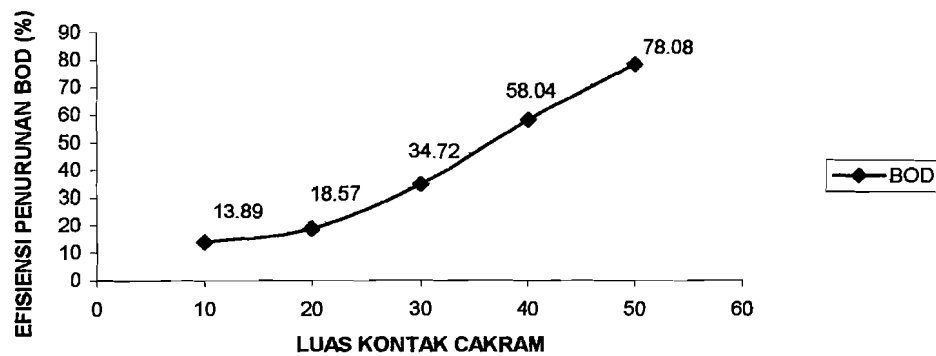
Sumber : Data Primer, 2004

Keterangan : Efisiensi penurunan dihitung berdasarkan rumus di bawah ini, dengan konsentrasi (C) dalam BOD dan COD

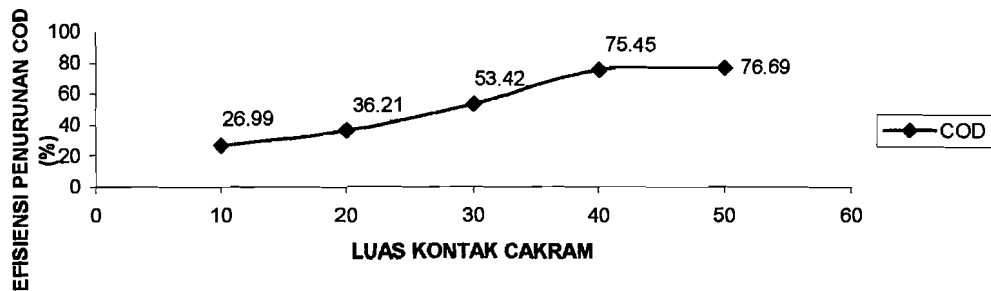
$$\text{Efisiensi Penurunan BOD (\%)} = \frac{\text{BOD influent} - \text{BOD effluent}}{\text{BOD influent}} \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi Penurunan COD (\%)} = \frac{\text{COD influent} - \text{COD effluent}}{\text{COD influent}} \times 100\%$$

Berdasarkan tabel 5.6, dapat dibuat grafik hubungan antara luas kontak cakram dengan efisiensi BOD dan COD sebagai berikut :



Gambar 5.5. Grafik Luas Kontak Cakram Terhadap Efisiensi Penurunan BOD (%)



Gambar 5.6. Grafik Luas Kontak Cakram Terhadap Efisiensi Penurunan COD (%)

5.2 Pembahasan

RBC dengan ijuk sebagai media pertumbuhan mikroorganisme pengurai, mampu menurunkan kandungan bahan pencemar dalam air limbah yang dinyatakan dalam parameter BOD dan COD.

Air limbah yang digunakan sebagai bahan baku pengolahan adalah air limbah yang merupakan hasil proses keluaran dari limbah rumah tangga yang mengandung bahan organik dan deterjen serta industri kecil yang ada disekitar kota Yogyakarta dan kabupaten Bantul seperti : industri batik dan pencelupan, serta industri makanan tahu dan tempe yang kesemuaan itu ditampung dalam satu tempat pengolahan berupa IPAL. Kandungan bahan baku pengolahan dalam penelitian ini lebih diarahkan pada pengolahan air limbah yang mengandung zat-zat organik. Dengan demikian pada percobaan air limbah dengan RBC ini tidak perlu dilakukan pra pengolahan untuk menurunkan kandungan bahan-bahan kimia seperti deterjen dan zat-zat kimia yang dihasilkan dari industri kecil tersebut.

Pemisahan padatan, berupa sisa-sisa potongan kayu, ranting-ranting pohon, dan plastik bahan makanan, yang kebetulan ada dalam air limbah dilakukan dengan menggunakan sistem screen yaitu berupa jeruji-jeruji besi yang dipasang secara vertikal dalam satu kesatuan, sehingga beban pengolahan dalam unit RBC dapat dikurangi.

Dalam penelitian ini digunakan unit RBC satu tahap dengan variasi luas kontak cakram 50%, 40%, 30%, 20%, dan 10%. Sebelum pengolahan air limbah dilakukan, terlebih dahulu dilakukan proses aklimasi selama 16 hari. Aklimasi dilakukan dengan debit 0,6 l/menit, kecepatan putaran cakram 5 rpm, dan pada posisi luas kontak cakram 50% dengan harapan semua permukaan cakram ditumbuhi oleh mikroorganisme yang menempel. Setelah proses aklimasi selesai barulah dilakukan percobaan pengolahan dengan debit 0,6 l/menit dan kecepatan putaran cakram 5 rpm.

Pengolahan pertama dilakukan pada posisi luas kontak cakram 50% kemudian berturut-turut dilanjutkan dengan pengolahan pada posisi luas kontak cakram 40%, 30%, 20%, dan 10%. Urutan pengolahan seperti ini dipilih agar mikroorganisme yang menempel pada cakram dengan variasi luas kontak yang lebih besar dapat bertahan hidup.

Effluent hasil pengolahan dari masing-masing variasi perlakuan di ambil tepat setelah 90 menit, terhitung mulai dari air limbah yang dialirkan pada tiap-tiap waktu 0 (nol) menit. Jadi, waktu tinggal hidrolis dari masing-masing variasi perlakuan adalah 90 menit. Setiap kali satu variasi pengolahan selesai, pengoperasian RBC diistirahatkan selama beberapa menit (5 menit) guna memindahkan posisi cakram ke variasi luas kontak yang lain (berikutnya). Effluent yang dihasilkan dari proses pengolahan air limbah, dari masing-masing perlakuan, ditampung dengan ember (sebanyak 3 liter) kemudian didiamkan selama beberapa menit agar terjadi pengendapan biofilm yang terlepas dan juga sisa-sisa zat-zat organik lainnya. Setelah itu effluent dimasukkan kedalam 3 buah botol dengan volume masing-masing 500 ml. Endapan yang ada dalam effluent diusahakan tidak terbawa masuk kedalam botol yaitu dengan cara menuangkan effluent secara pelan-pelan dan hati-hati kedalam botol sample dan diusahakan tidak menimbulkan gelembung udara. Dari masing-masing variasi perlakuan diambil sampel effluent dengan jumlah dan volume yang sama (3 x 500 ml) untuk keperluan analisa laboratorium.

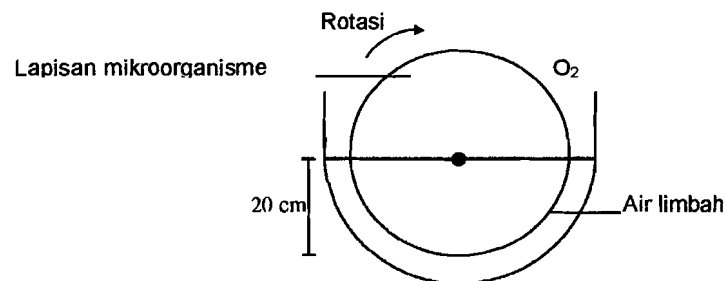
Dari percobaan tersebut, berdasarkan analisa laboratorium, didapatkan BOD air limbah setelah perlakuan (effluent) paling rendah dihasilkan oleh RBC

pada variasi luas kontak cakram 50%. BOD sebelum perlakuan (influen) sebesar 235,12 mg/L dan setelah perlakuan sebesar 51,52 mg/L dengan efisiensi penurunan BOD sebesar 78,08%. Proses pengolahan pada variasi luas kontak cakram 50% ini merupakan proses pengolahan yang menghasilkan efisiensi penurunan tertinggi. Pengolahan pada variasi luas kontak 40% menghasilkan BOD efluen sebesar 98,65 mg/L dengan efisiensi penurunan 58,04%, tidak terpaut jauh dari efisiensi penurunan BOD pada variasi luas kontak cakram 50%. Pengolahan pada variasi luas kontak 30% menghasilkan BOD effluent sebesar 153,48 mg/L dengan efisiensi penurunan sebesar 34,72%. Pengolahan pada variasi luas kontak 20% menghasilkan BOD efluen sebesar 191,45 mg/L dengan efisiensi penurunan sebesar 18,57%. Pengolahan pada variasi luas kontak 10 % menghasilkan BOD efluen sebesar 202,46 mg/L dengan efisiensi penurunan sebesar 13,89%.

Pengolahan air limbah pada variasi luas kontak 50% dengan COD influen sebesar 550,32 mg/L menghasilkan COD efluen sebesar 128,25 mg/L sehingga didapatkan efisiensi penurunan COD tertinggi 76,64%. Pengolahan pada variasi luas kontak 40%, 30%, 20%, dan 10% berturut-turut menghasilkan cfluen COD sebesar 135,06 mg/L, 256,36 mg/L, 351,03 mg/L, dan 401,74 mg/L dengan efisiensi penurunan COD berturut-turut 75,45%, 53,42%, 36,21%, dan 26,99%. Efisiensi penurunan COD pada variasi luas kontak cakram 50% juga tidak terpaut jauh dari efisiensi pada variasi luas kontak cakram 40%.

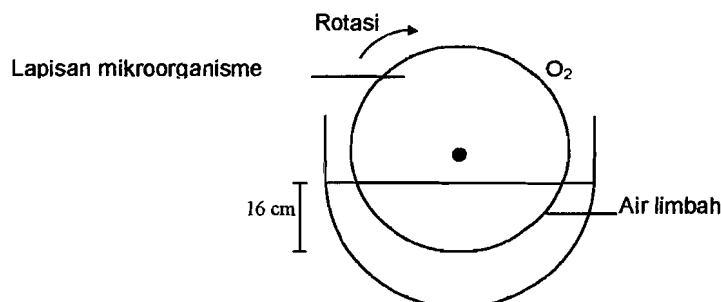
Efisiensi penurunan BOD pada variasi luas kontak 50% merupakan efisiensi tertinggi. Hal ini dapat dijelaskan, bahwa luas bagian cakram yang

tercelup dalam air limbah dengan bagian cakram yang tidak tercelup (terpapar di udara) seimbang. Ketercelupan cakram 50% dalam perputarannya, akan membawa air limbah (zat organik) relatif lebih banyak dan kemudian zat organik yang terbawa oleh cakram diuraikan oleh mikroorganisme yang menempel pada cakram pada saat 50% bagian cakram terpapar di udara.



Gambar 5.1 Luas Kontak Cakram 50%

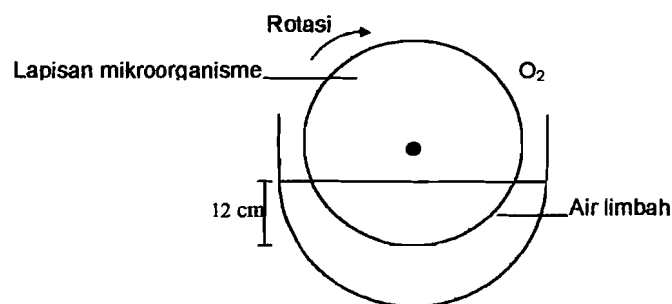
Jika dibandingkan dengan proses pengolahan pada luas kontak cakram 50%, proses pengolahan pada luas kontak 40%, menghasilkan efisiensi penurunan BOD dan COD sedikit lebih rendah. Hal ini disebabkan adanya bagian (luas) cakram yang tidak berkontak dengan air limbah (Gambar 5.2., lingkaran kecil yang tidak di arsir) sehingga zat organik yang menempel pada cakram dan yang berkontak dengan udara juga lebih sedikit walaupun bagian cakram yang terpapar di udara relatif lebih luas.



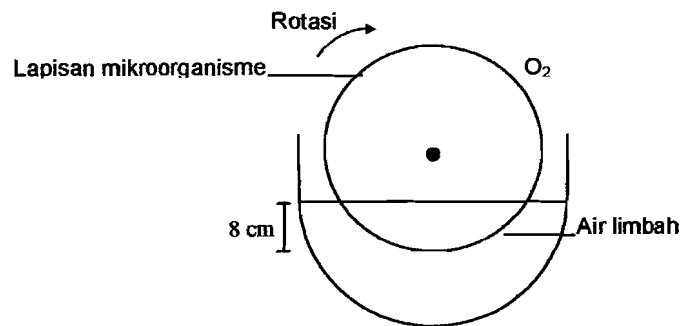
Gambar 5.2 Luas Kontak Cakram 40%

Selisih efisiensi penurunan BOD dan COD yang kecil antara luas kontak cakram 50% dan 40% kemungkinan disebabkan adanya air limbah yang merembes pada bagian cakram yang tidak berkontak dengan air limbah yang merembes pada bagian cakram yang tidak berkontak dengan air limbah sedangkan pada bagian tersebut masih terdapat biomassa (mikroorganisme) yang masih aktif atau hidup.

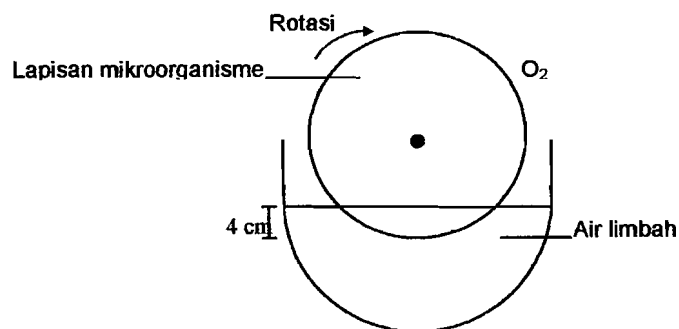
Proses pengolahan selanjutnya yaitu pada variasi luas kontak cakram 30%, 20%, dan 10% efisiensi penurunan BOD dan COD-nya berturut-turut semakin kecil. Hampir sama dengan proses pengolahan pada variasi luas kontak cakram 40%, luas bagian cakram yang tidak berkontak dengan air limbah pada proses pengolahan tersebut (variasi luas kontak 30%, 20%, dan 10%) berturut-turut semakin luas. Dengan kondisi semakin luasnya bagian cakram yang tidak berkontak dengan air limbah sangat memungkinkan semakin banyak biomassa (mikroorganisme) yang mati (berkurang) karena kekurangan bahan makanan (nutrien). Semakin kecil persentase luas kontak cakram maka semakin sedikit pula zat organik yang menempel pada permukaan cakram sehingga penurunan kandungan zat organik dalam limbah relatif semakin rendah.



Gambar 5.3 Luas Kontak Cakram 30%



Gambar 5.4 Luas Kontak Cakram 20%



Gambar 5.5 Luas Kontak Cakram 10%

Parameter COD merupakan salah satu indikator tercemarnya air oleh zat organik maupun organik. Penurunan COD air limbah setelah pengolahan dengan RBC selain disebabkan oleh oksidasi secara kimia terhadap zat organik juga sangat dipengaruhi oleh oksidasi secara biokimia dimana bahan organik telah mengalami perombakan oleh bakteri aerob menjadi gas metan, CO_2 , dan gas-gas bio lainnya. Dalam suatu air limbah COD selalu tinggi dari BOD, perbedaan ini disebabkan oleh banyak faktor seperti adanya bahan kimia yang tahan terhadap oksidasi secara biokimia tetapi tidak tahan terhadap oksidasi secara kimia.

Luas kontak cakram dengan zat organik yang ada dalam air limbah dinyatakan dengan rumus :

$$A = 2 N\pi (r_0^2 - r_u^2)$$

Keterangan :

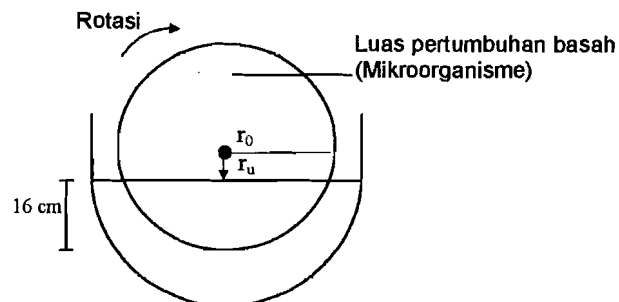
A : Luas basah total (luas pertumbuhan basah)

N : Jumlah cakram

r_0 : jari-jari lingkaran

r_u : Jari-jari lingkaran yang tidak tercelup (Benefield and Randall, 1980)

Jadi, dari masing-masing variasi luas kontak cakram akan memberikan luas basah yang berbeda-beda sehingga jumlah jumlah bahan organik yang menempel pada luas basah cakram yang juga berkontak dengan udara akan berbeda pula. Kondisi ini akan mempengaruhi penurunan BOD, seperti hasil penurunan BOD yang dihasilkan dari percobaan.



Gambar 5.6. Luas Pertumbuhan Basah

Sebagai contoh, luas basah total cakram pada variasi luas kontak 40% dengan tinggi kontak 16 cm adalah sebagai berikut :

Diketahui :

$$r_o : 20 \text{ cm}$$

$$r_u : 20 \text{ cm} - 16 \text{ cm} = 4 \text{ cm}$$

$$N : 9 \text{ buah}$$

$$A : 2 N \pi (r_o^2 - r_u^2)$$

$$A : 2 \times 9 \times 3,14 (20^2 - 4^2) \text{ cm}^2$$

$$: 21703,68 \text{ cm}^2 = 2,17 \text{ m}^2$$

Dengan perhitungan yang sama akan didapat luas basah total dari masing-masing variasi luas kontak cakram (lampiran II). Tabel 5.7. memuat hubungan persentase luas kontak cakram dengan luas basah cakram serta pengaruhnya terhadap efisiensi penurunan BOD dan COD air limbah domestik kota Yogyakarta. BOD air limbah sebelum pengolahan sebesar 235,12 mg/L dan COD sebesar 550,35 mg/L.

Tabel 5.7. Pengaruh Luas Basah Cakram Terhadap Penurunan BOD dan COD Air Limbah Setelah Pengolahan Dengan RBC Media Ijuk

Luas Kontak Cakram (%)	Luas Basah (m ²)	Setelah Perlakuan		Efisiensi Penurunan (%)	
		BOD (mg/L)	COD (mg/L)	BOD	COD
50	2,26	51,52	128,25	78,08	76,64
40	2,17	98,65	135,06	58,04	75,45
30	1,89	153,48	256,36	34,72	53,42
20	1,44	191,45	351,03	18,72	36,21
10	0,81	202,46	401,74	13,89	26,99

Sumber : Data Primer, 2004

Luas kontak cakram akan mempengaruhi luas basah cakram selama perputarannya. Semakin besar luas basah semakin banyak zat organik yang dapat menempel pada permukaan cakram sehingga semakin banyak pula zat organik yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme dengan bantuan oksigen bebas selama sebagian cakram terpapar di udara. Secara teoritis hal ini dapat dijelaskan dengan menggunakan rumus $A : 2 N \pi (r_0^2 - r_u^2)$. Semakin kecil r_u maka A besar.

Rumus $A : 2 N \pi (r_0^2 - r_u^2)$ merupakan bagian dari rumus :

$$Q (S_o - S_e) = PA \frac{S_e}{K_s + S_e} ; \text{sehingga}$$

$$A = \frac{Q(S_o - S_e)}{P \frac{S_e}{K_s + S_e}}$$

Dapat dilihat bahwa A berbanding terbalik terhadap S_e sehingga A semakin besar (diperbesar) bila diinginkan S_e semakin kecil. Dengan mengatur keterkontakannya (mengubah-ubah r_u sampai menuju 0, titik pusat lingkaran) bisa didapatkan A yang lebih besar. Berarti dengan mengatur luas kontak cakram sampai permukaan air limbah mendekati titik pusat cakram akan didapatkan luas basah maksimal.

Untuk membuktikan bahwa luas basah cakram (A) mempengaruhi penurunan BOD (S_e) dapat dilihat pada contoh soal berikut (Benefield, 1980)

Diketahui :

Q : 0,1 MGD

So : 250 mg/L

P : 2500 mg/ft².d

K_s : 100 mg/L

S_e : 15 mg/L

Ditanya : Hitunglah A ?

Penyelesaian :

$$Q(S_0 - S_e) = PA \frac{S_e}{K_s + S_e}$$

$$A = \frac{Q(S_0 - S_e)}{P \frac{S_e}{K_s + S_e}}$$

$$A = \frac{(100.000 \text{ gal} / d)(3,78 \text{ l} / \text{gal})(250 - 15) \text{ mg} / \text{l}}{(2500 \text{ mg} / \text{ft}^2 \cdot d) \left(\frac{15}{100 + 15} \right) \text{ mg} / \text{l}} = 272,401 \text{ ft}^2$$

Jika diinginkan BOD (S_e) lebih rendah, misalnya $S_e = 10$ mg/L, maka diperlukan :

$$A = \frac{(100.000 \text{ gal} / d)(3,78 \text{ l} / \text{gal})(250 - 15) \text{ mg} / \text{l}}{(2500 \text{ mg} / \text{ft}^2 \cdot d) \left(\frac{10}{100 + 10} \right) \text{ mg} / \text{l}} = 399,168 \text{ ft}^2$$

Dari contoh soal diatas dapat dipahami bahwa $A : 2 N \pi (r_0^2 - r_u^2)$ mempengaruhi penurunan BOD (S_e) dimana besar A maka BOD (S_e) dimana kecil. Hubungan A dan S_e dinyatakan sebagai hubungan berbanding terbalik.

Demikianlah dapat dijelaskan bahwa variasi luas kontak cakram, selama proses pengolahan air limbah, mempengaruhi besarnya penurunan BOD dan COD. Penjelasan dengan tabel dapat dilihat pada tabel 5.3 sampai dengan tabel 5.7 dan penjelasan dengan grafik 5.1. sampai dengan 5.6. serta gambar 5.1 sampai dengan 5.6

Efisiensi penurunan tertinggi untuk BOD sebesar 78,08% didapatkan dari variasi luas kontak cakram 50% dan efisiensi penurunan terendah BOD sebesar 13,89% didapatkan dari variasi luas kontak cakram 10%. Efisiensi penurunan tertinggi untuk COD sebesar 76,64% didapatkan dari variasi luas kontak cakram 50% dan efisiensi penurunan terendah untuk COD sebesar 26,99% didapatkan dari variasi luas kontak cakram 10%.

Setelah mengalami pengolahan dengan RBC, dengan ijuk sebagai media pertumbuhan mikroorganisme pengurai, dapat menurunkan kandungan zat organik dalam air limbah domestik IPAL Sewon, Bantul.

Konsep ketercelupan cakram adalah terendamnya sebagian cakram disc yang berkontak dengan air limbah, dengan posisi pusat sumbu cakram yang menetap, sehingga mempengaruhi besarnya efisiensi penurunan kandungan bahan organik air limbah yang diolah (Annonim, 2004).

Ketercelupan cakram dapat terjadi antara 50%-10% yaitu cakram disc yang dicelupkan dengan persentase jarak yang ditentukan melalui muka air limbah yang diturunkan berdasarkan persentase jarak sehingga didapat variasi effluent dari ketercelupan cakram tersebut.

Adapun uraian konsep dari *Attached Growth Treatment* adalah bahan-bahan organik yang ada dalam air limbah diuraikan oleh mikroorganisme pada media filter. Bahan organik sebagai substrat yang terlarut dalam air limbah diadsorpsi ke dalam biofilm atau lapisan berlendir. Pada bagian luar lapisan biofilm, bahan organik diuraikan mikroorganisme aerobik. Pertumbuhan mikroorganisme akan mempertebal lapisan biofilm. Oksigen yang terdifusi dapat

di konsumsi sebelum biofilm mencapai ketebalan maksimum. Pada saat mencapai ketebalan penuh maka oksigen tidak dapat mencapai penetrasi penuh, sehingga pada bagian dalam atau pada permukaan media akan berada pada kondisi anareobik.

Pada saat lapisan biofilm mengalami penambahan ketebalan, bahan organik yang diadsorb dapat diuraikan oleh mikroorganisme yang berada dipermukaan media. Dengan kata lain tidak tersedia bahan organik untuk sel karbon pada bagian permukaan media, sehingga organisme sekitar permukaan media mengalami fase *endogenous* (kematian). Pada akhirnya mikroorganisme sebagai biofilm tersebut akan lepas dari media. Cairan yang masuk akan turut melepas/mencuci dan mendorong biofilm keluar. Setelah itu lapisan biofilm baru akan segera tumbuh. Fenomena lepasnya beban hidrolis dari media disebut *sloughing* dan hal ini fungsi dari beban organik dan beban hidrolis pada *Rotating Biological Contactors* tersebut. Beban hidrolis memberikan kecepatan daya gerus biofilm, sedangkan beban organik memberikan kontribusi pada laju metabolisme dalam biofilm (Bowo Djoko Marsono, 1993)

Selain variasi luas kontak cakram, kemampuan RBC, diketahui dalam menurunkan kandungan zat organik dalam air limbah dapat ditingkatkan dengan menggunakan unit RBC dua tahap atau lebih yang tersusun dalam suatu rangkaian untuk mencapai penurunan BOD yang lebih besar dibandingkan dengan pengolahan RBC satu tahap.

Untuk keadaan vessel yang terbuka pengaruhnya adalah: secara estetika lingkungan tidak sedap dipandang, dikarenakan adanya lapisan biofilm yang

menebal, oleh karena itu dibuat tutup tidak penuh hal ini bertujuan untuk penetrasi sinar matahari yang membantu proses kinerja bakteri yang membutuhkan sumber energi dari matahari. Untuk biota bakteri pengganggu yaitu : bakteri *bigiota* pengaruhnya terhadap kinerja bakteri tidak terlalu riskan, dikarenakan adanya keunikan berbagai macam bakteri yang ada pada biofilm tersebut atau sering disebut *mikroorganisme diversyiti*.

5.3. Bentuk Media Contaktor Yang Digunakan

Bentuk yang digunakan dalam desain dan penelitian ini ada dua macam. Uraian mengenai kedua bentuk media tersebut selama proses pembibitan dan aklimasi adalah sebagai berikut :

1. Mattress Type

Ijuk dianyam sedemikian hingga berbentuk matras (keset) dengan kerangka penopang terbuat dari pelek sepeda yang dilapisi oleh stainless stell, hal ini bertujuan agar jalinan dari pelek stainless contaktor tersebut tahan terhadap korosi yang disebabkan oleh limbah.

Bentuk ini efisien, karena memberikan *Surface Area* yang besar dan karena tiap cakram relatif tipis maka stage number untuk panjang poros yang sama lebih banyak. Dengan demikian mikroorganime menjadi lebih seragam hingga secara keseluruhan menghasilkan performance yang baik. Tetapi untuk BOD load yang tinggi bentuk ini mempunyai masalah dengan terlampau banyaknya mikroorganime yang tumbuh dan membentuk slime hingga menutup permukaan matras. Hal ini akan

menurunkan secara drastis *surface area* hingga efisiensi dari sistem ini juga menurun drastis (blocking).

Sehingga dalam waktu singkat (kira-kira 3 bulan) harus dilakukan pembersihan sarana pengolahan limbah, hal ini merupakan pekerjaan yang menjengkelkan.

dari kawat stainless steel hal ini bertujuan agar jalinan dari kontaktor tersebut tahan terhadap korosi yang disebabkan oleh limbah.

2. Squirrel Tail Type

Ijuk dianyam dalam bentuk tali memanjang sebagai sumbu dengan bagian tangential hingga berbentuk ekor bajing dimana sebagai sumbu jalinan terbuat dari kawat stainless steel yang bertujuan agar jalinan dari kontaktor tersebut tahan terhadap korosi yang disebabkan oleh limbah.

Keuntungan dari bentuk 2 ini adalah tidak terjadi blocking mikroorganisme hingga cocok untuk diterapkan bagi pengolahan limbah dengan BOD yang tinggi. Tetapi kerugiannya adalah untuk mencapai *surface area* yang sama dibutuhkan poros yang kira-kira 20 % lebih panjang dibanding bentuk matras.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan :

1. RBC, dengan ijuk sebagai media pertumbuhan mikroorganisme pengurai, mampu menurunkan BOD dan COD air limbah
2. Variasi persentase luas kontak RBC (50%, 40%, 30%, 20%, dan 10%) dalam air limbah mempengaruhi penurunan kandungan bahan pencemar dalam air limbah domestik IPAL Sewon, Bantul kota Yogyakarta yang dinyatakan dalam parameter BOD dan COD.
3. Efisiensi penurunan BOD dan COD paling tinggi didapatkan dari hasil proses pengolahan air limbah dengan RBC pada variasi luas kontak cakram 50%.
4. Efisiensi penurunan BOD tertinggi adalah sebesar 78,08%, dari BOD sebelum perlakuan : 235,12 mg/L dan BOD setelah perlakuan : 51,52 mg/L dengan penurunan BOD : 183,06 mg/L. Efisiensi penurunan COD tertinggi adalah sebesar 76,64 % dari COD sebelum perlakuan : 550,35 mg/L dan COD setelah perlakuan 128,25 mg/L dengan penurunan COD : 422,01 mg/L.
5. Bentuk media contactor yang mengalami percepatan penumbuhan adalah bentuk media contactor dengan tipe ekor bajing (*squirrel tail type*) dengan waktu pertumbuhan awal 6 hari, hal ini disebabkan karena tipe ini

mempunyai surface area yang lebih besar jika dibandingkan dengan tipe matras (*mattres type*) dan tidak terjadi *blocking* mikroorganisme sehingga cocok untuk diterapkan bagi pengolahan limbah dengan load BOD yang tinggi.

6.2. Saran

1. Penurunan BOD dan COD dapat lebih ditingkatkan dengan menggunakan RBC dua tahap atau lebih
2. Pemilihan bahan dalam desain untuk *Vessel* dan As cakram sebaiknya yang kuat dan dilapisi dengan stainless steel, karena adanya pengaruh dari limbah yang menyebabkan korosi dan patahnya As akibat beban pada cakram yang semakin hari semakin berat akibat cepatnya pertumbuhan mikroorganisme pada media cakram.
3. Dalam desain RBC sebaiknya kedudukan dari motor penggerak bisa diubah-ubah, karena dengan semakin beratnya cakram akibat pertumbuhan mikroorganisme yang cepat mengakibatkan putaran cakram semakin lamban sehingga *Vbelt* atau *Stringg belt* akan mengalami kenduran dan mengakibatkan lambannya laju putaran cakram
4. Dilakukan posisi luas kontak cakram yang lebih tinggi yaitu keterkontakannya di atas 60% sampai dengan 100%.

DAFTAR PUSTAKA

- Anton Soedjarwo, 2002, **Diktat Pelatihan Teknologi Tepat Guna Limbah Cair**, PUSTEKLIM, Yayasan Dian Desa, Jogjakarta.
- Anton Soedjarwo, 2002, **Laporan Seminar Cakrawala Baru Pengembangan Teknologi Tepat Guna Pengolahan Limbah Cair**, PUSTEKLIM, Yayasan Dian Desa, Jogjakarta.
- Anonim, 1997, **Laporan Teknologi Tepat Guna Untuk Limbah Cair**, Yayasan Dian Desa dan Apex, Jogjakarta.
- Anonim, 1991, **Studi Kebutuhan Nyata (Rumah Tangga Perkotaan) Proyek Pembangunan Perkotaan Yogyakarta**, Yayasan Dian Desa, Yogyakarta
- Anonim, 2003, **Data Pengendalian Kualitas Air Buangan Bulan April 2003**, Instalasi Pengolahan Air Limbah, Jogjakarta.
- B.D. Marsono, 1993 **Teknik Pengolahan Air Limbah Secara Biologis**, Jurusan Teknik Lingkungan, ITS, Surabaya.
- Benefield, L. D., 1980, **Biological Proseses Design For Wastewater Treatment**, Prentice – Hall, Inc., USA.
- Corbit, R. A., 1989, **Standard Handbook of Environmental Engineering**, Mc Graw Hill, New York.
- Davis, M. L., 1991, **Introduction To Environmental Engineering**, Mc Graw Hill, New York.
- Djajadiningrat, A. H., 1992, **Pengendalian Pencemaran Limbah Industri Jurusan Teknik Lingkungan**. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITB, Bandung.
- Fair, Geyer, dan Okum., 1968. **Water and Waste Water Engineering**. John Willey and Sonds. New York, London.
- Hammer., M. J. 1975 **Water and Waste Water Technology**. John Wiley and Sons Inc. New York.
- Mahida, U. N., 1986, **Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri**, Edisi III, CV Rajawali, Jakarta.
- McKinney, R. E., 1962, **Microbiology for Sanitary Engineers**, McGraw-Hill Book Company, New York.

- Metcalf & Eddy, 1991, **Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse**, Third Edition, McGraw-Hill, New York.
- Ramalho, R. S., 1983, **Introduction to Wastewater Treatment Processes**, Second Edition, Academic Press, New York.
- Reynold,. T. D. 1978. **Unit Operation and Process Environmental Engineering**. MC Grow Hill Book. Co Inc. New York.
- Sumekar, H. dan Tjahyono. H., 1994, **Teknologi Sistem Pertumbuhan Lekat dalam Pelatihan Sepuluh Hari Teknologi Proses Penanganan Limbah Organik Secara Biologis**, Kerjasama BPP Teknologi dan BTIG Project.
- Suriawia, 1986, **Mikrobiologi Air dan Dasar-dasar Pengolahan Buangan secara Biologi**, Alumni, Bandung.
- Susilo J, 2000, **Pengolahan Air Buangan Rumah Tangga Dengan Kolam Aerasi fakultatif di IPAL Sewon Bantul Jogjakarta**, Skripsi (tidak diterbitkan), STTL, Jogjakarta.
- Tchobanoglaus, Inc, 1991, **Wastewater Engineering Treatment, Disposal And Reuse**, Third Edition, Mc Graw Hill, Inc., New York
- S. Veenstra, 1995, **Wastewater Treatment, International Institute for Infrasructural, Hydraulic and Environmental Engineering**. The Netherlands.

Hasil Analisa Uji Kualitas Air Limbah Sebelum Proses Pengolahan dan Setelah Pengolahan dengan Variasi Ketercelupan 50%, 40%, 30%, 20% dan 10% di Laboratorium PUSTEKLIM Yayasan Dian Desa

Kualitas Limbah Sebelum Pengolahan

No	Parameter	Satuan	Hasil Pemeriksaan
1	BOD	mg/L	235,12
2	COD	mg/L	550,32

BOD Limbah Setelah Pengolahan

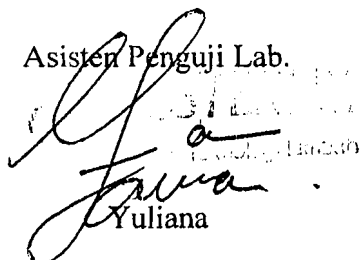
Ulangan	Variasi Ketercelupan Cakram					Jumlah	Rata-Rata
	50%	40%	30%	20%	10%		
I	55,32	101,20	138,14	190,20	221,50	706,36	141,27
II	49,21	95,64	150,9	193,00	200,91	688,77	137,75
III	30,05	99,11	152,30	191,15	202,99	697,06	139,52
Jumlah	154,48	295,95	460,45	574,35	607,04	2092,37	418,47
Rata-Rata	51,52	98,65	153,48	191,45	202,46		

COD Limbah Setelah Pengolahan

Ulangan	Variasi Ketercelupan Cakram					Jumlah	Rata-Rata
	50%	40%	30%	20%	10%		
I	127,15	134,67	253,40	351,61	399,51	1266,34	253,27
II	129,45	134,51	256,50	350,17	403,62	1274,25	254,85
III	128,16	136,02	259,19	352,12	402,11	1277,6	255,52
Jumlah	384,76	405,02	764,09	1053,09	1205,24	3467,19	693,44
Rata-Rata	128,25	135,06	256,36	351,03	401,74		

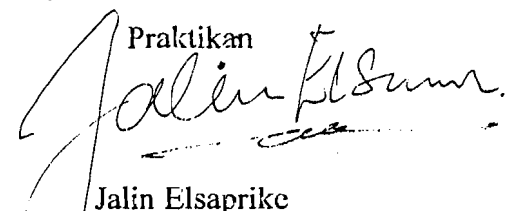
Yogyakarta, 28 Maret 2004

Asisten Penguji Lab.



Yuliana

Praktikan

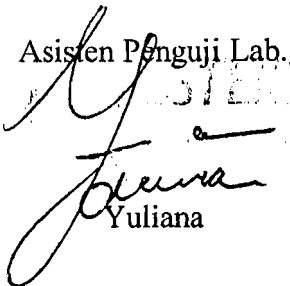


Jalin Elsaprike

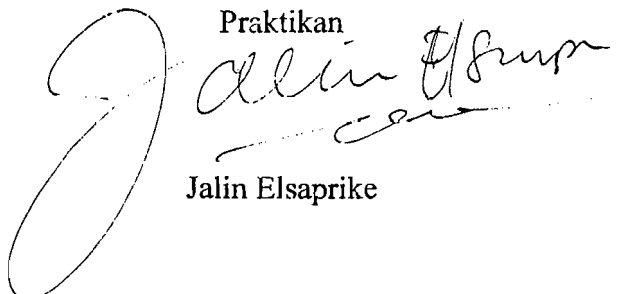
**Hasil Analisa Uji Kualitas Limbah Selama Proses Aklimasi di Laboratorium
PUSTEKLIM Yayasan Dian Desa**

**BOD Air Limbah sebelum Aklimasi sebesar 248,34 mg/L dan COD Air
Limbah sebelum Aklimasi sebesar 480,70 mg/L**

Pengambilan/ Pemeriksaan	Tanggal	COD (mg/L)	BOD (mg/L)
I	13 Maret 2004	412,35	193,25
II	16 Maret 2004	350,56	164,49
III	19 Maret 2004	173,61	105,15
IV	22 Maret 2004	148,43	65,84
V	25 Maret 2004	134,79	60,52

Asisten Penguji Lab.,

Yuliana

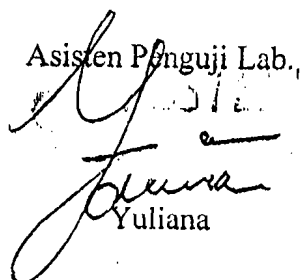
Yogyakarta, 28 Maret 2004

Praktikan

Jalin Elsaprike

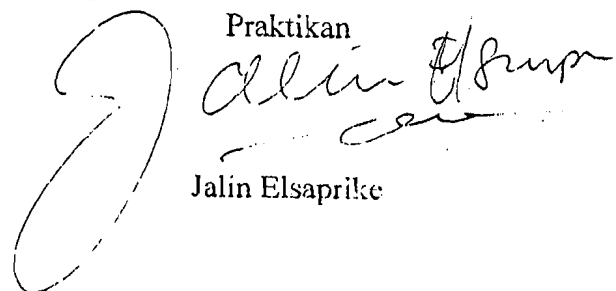
**Hasil Analisa Uji pH (Potensial Hidrogen) dan Suhu Selama Proses Aklimasi
dan Pengolahan Limbah Domestik Kota Jogjakarta**

Tanggal Pemeriksaan	pH	Suhu(°C)
13 Maret 2004	7.4	27.3
16 Maret 2004	7.5	27.3
19 Maret 2004	7.4	27.3
22 Maret 2004	7.5	27.3
25 Maret 2004	7.5	27.3
26 Maret 2004 (Pada saat pengolahan)	7.3	27.5

Sumber : Analisa Laboratorium Yayasan Dian Desa, 2004

Asisten Penguji Lab.,

Yuliana

Yogyakarta, 28 Maret 2004

Praktikan

Jalin Elsaprike

No. : 120/15/PUSTEKLIM/2004
Hal : Pemberian ijin Kerja Praktek

Yogyakarta, 1 April 2004

Kepada yang terhormat:
Ir. H. Kasam, MT
Ketua Jurusan Teknik Sipil & Perencanaan
Univ. Islam Indonesia
Yogyakarta

Dengan hormat,
Melalui surat ini kami memberitahukan bahwa kami dapat menerima mahasiswa Bapak untuk Kerja Praktek di lingkungan kami. Adapun mahasiswa tersebut adalah :
Nama : Jalin Elsaprike
NIM : 99513012

Demikian peberitahuan kami, atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

Hormat Kami



DR. Ir. Slamet Sudarmadji, MSc



**PEMERINTAH PROPINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
DINAS PERMUKIMAN DAN PRASARANA WILAYAH
(DISKIMPRASWIL)**

Jl. Bumijo No. 5 Telepon : (0274) 589074, 589091, Fax. (0274) 550320
YOGYAKARTA 55213

Nomor : 070/207/e
Lamp. :
Perihal : Ijin Penelitian dan Pengambilan Sampel

Yogyakarta, 17 Maret 2004

Kepada Yth .

1. Dekan Fakultas Teknologi Industri
2. Ketua Jurusan Teknik Lingkungan
Universitas Islam Indonesia

Di Yogyakarta

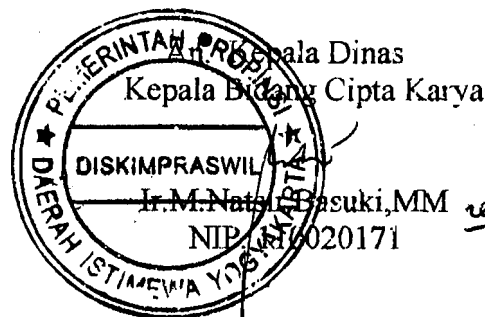
Menunjuk surat nomor : 470/PD.I/TI/20/Bag.Pn/III/04 tanggal 5 Maret 2004 dan surat Nomor :127/KAJUR.TL/20/Bg/Pn/III/2004 tanggal 5 Maret 2004 , perihal seperti tersebut pada pokok surat, pada prinsipnya kami dapat menerima mahasiswa saudara untuk melakukan penelitian dan pengambilan sample pada Instalasi Pengolahan Air Limbah di Sewon, Kabupaten Bantul , adapun mahasiswa tersebut adalah :

1. Nama : Sigit Prasetyo
No.Mhs : 98523142
Jurusan : Teknik Informatika
2. Nama : Jalin Elsaprike
No,Mhs : 99513012
Jurusan : Teknik Lingkungan

Dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Dinas Kimpraswil Propinsi DIY tidak menyediakan fasilitas apapun kepada Mahasiswa dimaksud
2. Para Mahasiswa harus menjaga tata tertib dan peraturan yang berlaku yang ada Pada Dinas Kimpraswil Propinsi DIY maupun IPAL sewon Bantul

Demikian untuk menjadikan periksa dan terima kasih .



Tembusan Kepada Yth .

1. Kasi Perencanaan Teknis Cipta Karya
2. Kepala Unit IPAL Sewon, bantul
3. Peringgal

DATA PENGENDALIAN KUALITAS AIR
BULAN : JANUARI 2003

Tgl	Debet m3/hari	Total Debet (m3)	COD (mg/l)		BOD (mg/l)		SS (mg/l)		PH		SUHU (C)		DO (mg/l)		Cuaca
			IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	
1	11,556.0	11,556.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cerah
2	14,391.5	25,947.5	336	52	112	17	136	36.0	7.0	7.2	27.7	28.4	1.0	5.0	gerimis
3	11,256.4	37,203.9	582	50	194	17	290	29.0	6.9	7.3	27.4	28.5	0.5	5.0	hujan
4	16,403.1	53,607.0	402	48	134	16	182	30.0	7.0	7.1	27.5	28.2	1.0	5.0	hujan
5	14,241.7	67,848.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cerah
6	13,364.3	81,213.0	496	40	145	14	201	27.0	7.0	7.3	28.0	28.5	1.0	5.5	mendung
7	13,021.9	94,234.9	592	40	198	14	319	31.0	7.0	7.2	29.2	29.1	1.2	5.5	cerah
8	13,567.6	107,802.5	264	48	88	16	168	33.0	7.0	7.1	28.5	28.9	1.5	5.0	cerah
9	12,112.4	119,914.9	384	48	128	16	176	31.0	7.0	7.2	29.0	29.4	1.0	5.0	cerah
10	11,309.9	131,224.8	360	64	120	18	200	32.0	6.9	7.0	28.8	28.9	1.3	4.8	cerah
11	11,673.7	142,898.5	320	50	106	17	128	29.0	7.0	7.1	28.4	29.0	1.5	5.0	cerah
12	11,106.6	154,005.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cerah
13	10,411.1	164,416.2	380	40	126	13	124	33.0	6.9	7.0	28.7	29.0	1.3	5.5	cerah
14	11,684.4	176,100.6	380	40	128	13	93	30.0	6.9	7.0	28.6	29.1	1.3	5.0	cerah
15	14,284.5	190,385.1	400	40	134	13	203	26.0	6.9	7.0	28.4	30.4	1.0	5.5	cerah
16	14,241.7	204,626.8	560	40	186	13	191	23.0	7.0	7.0	28.4	30.2	1.0	5.5	cerah
17	9,940.3	214,567.1	400	40	133	12	230	19.0	6.9	7.1	28.6	29.8	1.3	6.0	cerah
18	12,775.8	227,342.9	360	56	120	13	200	30.0	7.0	7.1	28.5	29.7	1.3	5.0	cerah
19	11,256.4	238,599.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cerah
20	11,502.5	250,101.8	420	60	140	14	247	43.0	7.0	7.2	29.0	30.1	1.0	5.0	hujan
21	12,947.0	263,048.8	362	54	122	12	200	37.0	7.2	7.5	28.6	29.4	1.0	5.5	hujan
22	10,582.3	273,631.1	480	58	160	14	330	26.0	6.8	7.2	29.0	30.0	1.0	5.0	cerah
23	11,502.5	285,133.6	378	58	126	16	198	29.0	6.9	7.3	29.4	28.4	1.5	5.0	cerah
24	10,807.0	295,940.6	390	64	130	18	203	31.0	6.9	7.1	28.6	29.2	1.0	5.0	cerah
25	11,609.5	307,550.1	384	48	128	11	226	24.0	7.0	7.1	28.5	29.4	1.0	5.5	mendung
26	10,892.6	318,442.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	mendung
27	11,737.9	330,180.6	368	48	123	16	211	28.0	7.0	7.2	28.6	29.2	1.2	5.0	cerah
28	10,732.1	340,912.7	420	56	140	17	262	30.0	7.0	7.2	28.8	29.6	1.0	5.0	cerah
29	10,988.9	351,901.6	510	60	170	20	301	36.0	6.9	7.3	29.1	30.0	0.8	4.5	gerimis
30	10,357.6	362,259.2	396	52	132	17	227	23.0	7.0	7.1	28.8	30.2	1.0	5.0	mendung
31	12,069.6	374,328.8	488	56	162	18	282	21.0	6.9	7.3	29.1	30.0	0.8	5.0	hujan

Note :

Volume air masuk :

Min	9940.3	m3/hari
Max	16403.1	m3/hari
Rata-rata	12075.1	m3/hari
Total	374328.8	m3/bl

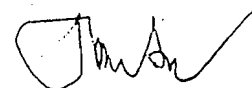
BOD Inlet :

Min	88	mg/l
Max	198	mg/l
Rata-rata	137.9	mg/l

BOD Outlet :

Min	11	mg/l
Max	20	mg/l
Rata-rata	15.2	mg/l

Mengetahui :
Kepala Unit IPAL



Ir. Anton Haryono, M.T.
NIP. 490 027 456

DATA PENGENDALIAN KUALITAS AIR
BULAN : FEBRUARI 2003

Jl	Debet m3/hari	Total Debet (m3)	COD (mg/l)		BOD (mg/l)		SS (mg/l)		PH		SUHU (C)		DO (mg/l)		Cuaca
			IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	
1	12,155.2	12,155.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	gerimis
2	9,758.4	21,913.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	mendung
3	9,876.1	31,789.7	324	60	108	18	289	14	6.9	7.8	29.2	27.7	1.10	4.5	mendung
4	10,453.9	42,243.6	300	50	100	17	104	12	6.9	7.9	29.7	30.2	1.25	5.0	hujan
5	12,037.5	54,281.1	380	56	125	18	202	19	7.0	7.7	28.5	29.6	1.00	5.0	cerah
6	11,630.9	65,912.0	556	50	185	16	425	16	6.9	7.8	29.4	30.0	0.80	5.2	mendung
7	14,819.5	80,731.5	380	48	125	16	178	21	7.1	7.6	29.6	30.1	1.20	5.0	cerah
8	11,352.7	92,084.2	320	50	106	16	182	14	7.0	8.0	30.3	30.1	1.25	5.5	cerah
9	10,700.0	102,784.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cerah
10	12,337.1	115,121.3	310	62	100	21	100	33	6.9	7.8	27.3	28.2	1.50	4.8	cerah
11	13,449.9	128,571.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cerah
12	10,486.0	139,057.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cerah
13	11,213.6	150,270.8	400	56	130	18	270	24	6.9	7.6	29.5	29.9	1.00	4.0	cerah
14	10,860.5	161,131.3	376	60	135	21	213	38	6.9	7.6	29.5	29.9	1.00	4.0	cerah
15	10,132.9	171,264.2	306	52	100	17	112	18	6.8	7.9	29.3	29.8	1.50	5.5	cerah
16	11,117.3	182,381.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cerah
17	11,887.7	194,422.2	540	50	180	16	242	29	6.7	7.8	28.6	29.4	0.80	5.0	hujan
18	11,235.0	205,504.2	306	50	102	16	180	35	6.7	7.7	28.4	29.2	1.00	5.0	mendung
19	12,240.8	217,745.0	310	46	100	15	101	22	6.9	7.9	28.3	29.2	1.25	5.0	mendung
20	12,583.2	230,328.2	310	42	106	14	105	38	6.8	7.7	28.7	29.2	1.25	5.0	cerah
21	11,192.2	241,520.4	308	42	106	15	137	36	6.9	7.8	28.1	28.4	1.25	5.0	cerah
22	12,968.4	254,488.8	330	40	110	15	144	27	6.7	7.7	28.6	29.0	1.20	5.0	cerah
23	11,309.9	265,798.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cerah
24	11,095.9	276,894.6	324	40	108	16	184	36	6.6	7.8	28.6	29.1	1.25	5.0	cerah
25	9,715.6	286,610.2	480	46	130	15	249	13	6.6	7.7	29.0	29.4	1.00	5.2	cerah
26	14,541.3	301,151.5	370	46	125	15	195	20	6.6	7.8	29.6	29.2	1.20	5.5	hujan
27	23,679.1	324,830.6	520	80	160	16	121	13	6.8	7.5	27.8	29.3	1.00	5.0	hujan
28	13,792.3	338,622.9	406	56	135	17	200	22	6.9	7.7	28.4	29.1	1.00	5.0	hujan

18 :

Volume air masuk :

Min	9715.6	m3/hari
Max	23679.1	m3/hari
Rata-rata	12093.7	m3/hari
Total	338622.9	m3/bl


BOD Inlet :

Min	100	mg/l
Max	185	mg/l
Rata-rata	122.7	mg/l

BOD Outlet :

Min	14	mg/l
Max	21	mg/l
Rata-rata	16.6	mg/l

Mengetahui
Kepala Unit IF AL


Ir. Anton Haryono, MT.
NIP. 490 027 456

DATA PENGENDALIAN KUALITAS AIR
BULAN : MARET 2003

Tgl	Debet m3/hari	Total Debet (m3)	COD (mg/l)		BOD (mg/l)		SS (mg/l)		PH		SUHU (C)		DO (mg/l)		Cuaca
			IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	
1	14,873.0	14,873.0	360	58	120	19	201	32	7.0	7.7	28.6	29.2	1.0	4.0	Gerimis
2	13,910.0	28,783.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Gerimis
3	13,449.9	42,232.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Mendung
4	14,124.0	56,356.9	400	54	135	17	192	29	6.9	7.6	28.4	29.7	1.0	5.0	Hujan
5	16,606.4	72,963.3	380	52	130	17	189	18	7.0	7.6	28.6	29.5	1.2	5.2	Mendung
6	17,194.9	90,158.2	420	54	140	18	204	20	6.8	7.3	28.2	29.4	1.0	5.0	Cerah
7	15,632.7	105,790.9	300	56	100	18	181	23	7.0	7.3	28.4	29.8	1.5	5.2	Cerah
8	12,112.4	117,903.3	330	58	110	19	192	25	6.9	7.4	28.6	29.6	1.2	5.0	Cerah
9	14,284.5	132,187.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cerah
10	15,782.5	147,970.3	300	60	100	21	176	28	6.8	7.2	28.8	30.4	1.2	4.0	Cerah
11	13,567.6	161,537.9	300	54	100	18	146	22	6.8	7.4	28.6	29.7	1.5	5.0	Cerah
12	12,668.8	174,206.7	540	52	180	18	303	26	6.9	7.6	29.8	30.2	0.8	4.5	Mendung
13	15,151.2	189,357.9	436	48	145	16	233	21	6.9	7.4	29.0	30.4	1.0	5.2	Cerah
14	11,684.4	201,042.3	350	50	120	17	186	27	7.0	7.2	28.8	29.6	1.2	5.0	Cerah
15	15,065.6	216,107.9	380	40	125	16	207	19	7.1	7.5	29.1	29.8	1.0	5.0	Hujan
16	13,032.6	229,140.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Hujan
17	12,690.2	241,830.7	300	50	100	16	270	18	6.7	7.7	29.7	29.8	1.0	5.2	Hujan
18	12,733.0	254,563.7	530	54	175	18	321	20	7.1	7.4	29.0	30.0	0.8	5.0	Cerah
19	18,981.8	273,545.5	400	54	135	18	202	19	7.2	7.8	29.0	29.8	1.0	5.0	Cerah
20	12,957.7	286,503.2	480	62	160	20	391	23	7.1	8.0	29.0	30.0	0.8	4.0	Cerah
21	16,413.8	302,917.0	600	60	200	19	400	29	7.4	7.8	29.0	30.0	0.5	4.5	Cerah
22	14,562.7	317,479.7	376	50	125	19	197	21	7.1	8.0	29.0	30.0	1.0	5.0	Cerah
23	14,348.7	331,828.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cerah
24	14,049.1	345,877.5	330	54	110	18	200	27	7.0	7.8	29.0	30.1	1.2	5.0	Cerah
25	13,877.9	359,755.4	350	54	115	18	251	22	6.9	8.0	29.0	30.0	1.0	5.0	Cerah
26	12,882.8	372,638.2	300	58	100	19	242	30	6.9	7.8	29.0	30.1	1.0	4.5	Cerah
27	10,560.9	383,199.1	380	64	125	21	193	31	7.0	7.6	28.8	30.2	1.0	4.0	Cerah
28	12,133.8	395,332.9	360	60	120	21	214	26	6.9	7.5	28.6	30.2	1.0	4.5	Cerah
29	11,909.1	407,242.0	540	58	180	19	388	20	6.9	7.6	28.6	29.8	0.8	5.0	Cerah
30	10,593.0	417,835.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cerah
31	13,096.8	430,931.8	600	50	200	17	402	18	6.8	7.4	29.0	30.0	0.5	5.0	Cerah

Note :

Volume air masuk :

Min 10560.9 m3/hari
 Max 18981.8 m3/hari
 Rata-rata 13901.0 m3/hari
 Total 430931.8 m3/bl

BOD Inlet :

Min 100 mg/l
 Max 200 mg/l
 Rata-rata 134 mg/l

BOD Outlet :

Min 16 mg/l
 Max 21 mg/l
 Rata-rata 18.3 mg/l

Mengetahui :
 Kepala Unit IPAL


 Ir. Anton Haryono, MT.
 NIP. 490 027 456

**DATA PENGENDALIAN KUALITAS AIR
BULAN : APRIL 2003**

No	Debet m3/hari	Total Debet (m3)	COD (mg/l)		BOD (mg/l)		SS (mg/l)		PH		SUHU (C)		DO (mg/l)		Cuaca
			IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT			
1	13,332.2	13,332.2	400	54	130	18	186	30	7.0	7.2	29.4	30.0	1.0	5.0	cerah
2	11,748.6	25,080.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cerah
3	12,818.6	37,899.4	500	60	166	20	202	35	6.9	7.3	29.8	30.0	0.8	4.5	cerah
4	11,588.1	49,487.5	380	56	126	18	200	22	7.0	7.7	29.5	30.1	1.0	4.6	cerah
5	11,620.2	61,107.7	320	54	106	18	190	20	7.1	7.5	29.7	30.0	1.2	4.8	cerah
6	11,909.1	73,016.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cerah
7	11,235.0	84,251.8	500	50	168	17	317	23	6.8	7.7	29.6	30.0	0.5	5.0	cerah
8	13,653.2	97,905.0	400	48	132	16	281	25	6.8	7.8	29.1	29.9	0.8	5.2	cerah
9	11,962.6	109,867.6	320	54	102	18	168	30	7.1	7.6	29.3	29.8	1.0	4.8	cerah
10	11,213.6	121,081.2	300	60	100	18	172	21	7.1	7.3	29.6	30.2	1.0	4.5	cerah
11	10,892.6	131,973.8	400	58	140	18	232	29	6.9	7.4	29.4	30.0	0.6	5.0	cerah
12	11,684.4	143,658.2	420	58	140	19	243	31	6.9	7.4	28.9	29.8	0.8	5.0	cerah
13	10,625.1	154,283.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cerah
14	11,887.7	166,171.0	400	50	142	17	257	19	7.0	7.3	29.2	30.1	1.0	5.0	cerah
15	11,320.6	177,491.6	440	60	148	20	276	28	6.9	7.3	29.4	30.7	1.0	4.6	cerah
16	10,453.9	187,945.5	400	48	140	16	223	24	7.0	7.6	29.2	30.4	1.0	5.0	cerah
17	10,389.7	198,335.2	360	50	120	17	206	27	7.0	7.4	29.2	30.1	1.0	5.0	cerah
18	10,635.8	208,971.0	500	62	168	21	378	32	6.9	7.2	29.1	30.0	0.5	4.2	cerah
19	11,192.2	220,163.2	380	60	130	20	199	30	7.0	7.3	29.1	30.0	1.0	4.6	cerah
20	9,694.2	229,857.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cerah
21	10,346.9	240,204.3	480	52	160	17	291	18	6.9	7.4	29.3	30.1	0.8	5.0	cerah
22	10,218.5	250,422.8	600	64	200	21	388	34	6.9	7.6	29.2	30.0	0.5	4.8	cerah
23	10,111.5	260,534.3	600	60	220	20	400	30	6.8	7.8	28.8	29.6	0.5	4.6	cerah
24	10,346.9	270,881.2	500	64	180	21	372	27	6.9	7.6	28.8	30.0	0.8	4.5	cerah
25	10,186.4	281,067.6	500	50	186	17	380	26	6.8	7.7	28.6	29.8	0.6	5.0	cerah
26	10,282.7	291,350.3	400	54	130	18	210	29	7.0	7.4	28.6	29.9	0.8	5.0	cerah
27	9,769.1	301,119.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cerah
28	10,325.5	311,444.9	400	52	130	17	292	18	6.9	7.3	28.8	29.8	0.8	5.0	cerah
29	9,726.3	321,171.2	380	52	126	17	210	27	7.0	7.8	28.4	28.8	1.0	5.0	cerah
30	11,620.2	332,791.4	360	50	120	16	200	18	7.1	7.6	28.8	29.0	1.0	5.0	cerah

e :

Volume air masuk :

Min 9694.2 m3/hari
 Max 13332.2 m3/hari
 Rata-rata 11093.0 m3/hari
 Total 332791.4 m3/bl

BOD Inlet :

Min 100 mg/l
 Max 220 mg/l
 Rata-rata 144.4 mg/l

BOD Outlet :

Min 16 mg/l
 Max 21 mg/l
 Rata-rata 18.2 mg/l

Mengetahui :
Kepala Unit IPAL



Ir. Anton Haryono, MTs

**DATA PENGENDALIAN KUALITAS AIR
BULAN : MEI 2003**

gl	Debet m3/hari	Total Debet (m3)	COD (mg/l)		BOD (mg/l)		SS (mg/l)		PH		SUHU (C)		DO (mg/l)		Cuaca
			IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	
1	13,492.7	13,492.7	380	48	130	16	282	28	6.8	7.8	28.4	29.0	1.0	5.2	cerah
2	12,069.6	25,562.3	390	60	130	20	203	30	6.7	7.6	28.6	29.2	1.0	5.0	cerah
3	10,700.0	36,262.3	420	62	140	20	221	27	6.8	7.4	28.7	29.1	1.0	5.0	cerah
4	10,464.6	46,726.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cerah
5	9,715.6	56,442.5	550	58	165	18	326	29	6.7	7.2	29.2	28.8	0.8	5.0	cerah
6	11,245.7	67,688.2	520	56	170	18	343	27	6.7	7.0	28.8	29.0	0.8	5.0	cerah
7	9,341.1	77,029.3	390	56	130	18	218	24	6.8	7.3	28.6	29.2	1.0	5.0	cerah
8	1,088.9	78,118.2	376	42	125	14	222	20	6.8	7.4	28.8	29.4	1.0	5.2	cerah
9	12,519.0	90,637.2	556	54	185	17	536	23	6.5	7.6	28.7	29.0	0.5	5.0	cerah
10	11,074.5	101,711.7	450	44	150	15	492	16	6.7	7.2	28.8	29.2	0.8	5.4	cerah
11	9,458.8	111,170.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cerah
12	11,791.4	122,961.9	344	52	135	19	191	31	6.7	7.5	28.6	29.4	1.0	5.0	cerah
13	11,727.2	134,689.1	360	56	120	19	212	21	6.7	7.3	28.4	29.4	1.2	5.0	cerah
14	9,886.8	144,575.9	315	44	105	18	135	13	6.8	7.5	28.8	29.3	1.5	5.5	cerah
15	10,197.1	154,773.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cerah
16	8,303.2	163,076.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cerah
17	9,212.7	172,288.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cerah
18	11,213.6	183,502.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cerah
19	9,961.7	193,464.2	338	36	113	15	294	28	6.7	7.2	28.7	29.1	1.0	5.2	cerah
20	9,737.0	203,201.2	316	44	125	18	349	22	6.6	7.3	28.6	28.9	1.0	5.0	cerah
21	10,207.8	213,409.0	323	56	130	16	475	20	6.8	7.4	28.7	29.2	1.0	6.0	cerah
22	10,207.8	223,616.8	380	40	150	15	237	22	6.7	7.2	27.9	28.2	1.0	6.0	cerah
23	10,336.2	233,953.0	480	48	150	15	425	20	6.7	7.4	27.6	28.4	0.8	5.5	cerah
24	10,004.5	243,957.5	600	56	175	17	613	17	6.8	7.6	27.0	28.4	0.5	5.0	cerah
25	10,261.3	254,218.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cerah
26	10,122.2	264,341.0	632	56	215	18	626	17	6.7	7.6	28.8	29.0	0.5	5.4	cerah
27	9,587.2	273,928.2	538	46	200	13	582	26	6.5	7.7	28.7	28.8	0.5	6.0	cerah
28	8,463.7	282,391.9	736	56	225	15	426	19	6.6	7.4	28.7	28.8	0.5	5.0	cerah
29	11,534.6	293,926.5	700	58	225	17	724	21	6.6	7.9	28.3	28.2	0.5	5.0	cerah
30	9,394.6	303,321.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cerah
31	9640.7	312,961.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cerah

Note :

Volume air masuk :

Min 8463.7 m3/hari
 Max 13492.7 m3/hari
 Rata-rata 10095.5 m3/hari
 Total 312961.8 m3/bl

BOD Inlet :

Min 105 mg/l
 Max 225 mg/l
 Rata-rata 154.2 mg/l

BOD Outlet :

Min 13 mg/l
 Max 20 mg/l
 Rata-rata 16.8 mg/l

Mengetahui :
Kepala Unit IPAL

Ir. Anton Haryono, MT. S
NIP. 490 027 456

**DATA PENGENDALIAN KUALITAS AIR
BULAN : JUNI 2003**

Jari	Debet m ³ /hari	Total Debet (m ³)	COD (mg/l)		BOD (mg/l)		SS (mg/l)		PH		SUHU (C)		DO (mg/l)		Cuaca
			IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	
1	13,364.3	13,364.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cerah
2	10,732.1	24,096.4	480	46	160.0	15.0	322	18	6.8	7.8	28.6	28.8	0.80	5.2	Cerah
3	8,720.5	32,816.9	560	54	185.0	18.0	491	20	6.5	7.6	28.5	28.8	0.50	5.0	Cerah
4	9,854.7	42,671.6	540	52	180.0	17.0	260	24	6.5	7.7	28.8	28.6	0.50	5.0	Cerah
5	10,560.9	53,232.5	720	66	200.0	12.5	500	20	6.6	7.6	28.8	28.6	0.0	6.0	Cerah
6	10,614.4	63,846.9	780	40	250.0	16.0	673	32	6.6	8.0	28.7	28.6	0.0	5.2	Cerah
7	9,009.4	72,856.3	440	56	145.0	18.0	138	14	6.0	7.6	28.6	28.8	0.50	5.0	Cerah
8	8,506.5	81,362.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cerah
9	9,876.1	91,238.9	520	40	162.5	15.0	278	22	6.8	7.7	28.6	28.6	0.80	5.2	Cerah
10	9,597.9	100,836.8	648	46	165.0	17.5	368	28	6.6	7.9	28.6	28.0	0.50	5.0	Cerah
11	8,870.3	109,707.1	520	40	200.0	16.0	428	21	6.5	7.7	27.4	27.5	0.50	5.0	Cerah
12	10,528.8	120,235.9	520	40	160.0	16.0	245	28	6.4	7.9	28.8	28.6	0.50	5.2	Cerah
13	10,165.0	130,400.9	688	56	180.0	17.0	364	29	6.5	7.6	28.3	27.5	0.0	4.5	Cerah
14	10,657.2	141,058.1	302	64	140.0	16.0	165	24	6.7	7.8	28.0	27.8	1.50	5.0	Cerah
15	9,651.4	150,709.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cerah
16	9,876.1	160,585.6	432	40	175.0	15.0	363	17	6.5	8.0	28.2	27.7	0.50	5.5	Cerah
17	9,833.3	170,418.9	476	40	175.0	15.5	533	14	6.6	7.6	28.0	28.8	0.50	5.5	Cerah
18	8,945.2	179,364.1	600	46	200.0	16.0	549	21	6.6	7.8	28.6	28.0	0.0	5.0	Cerah
19	9,501.6	188,865.7	696	48	230.0	17.5	600	27	6.5	8.2	28.6	28.8	0.0	5.0	Cerah
20	10,432.5	199,298.2	380	40	125.0	17.5	207	26	6.6	7.9	27.9	28.2	1.00	5.0	Cerah
21	10,999.6	210,297.8	496	56	165.0	17.5	382	30	6.6	8.0	28.2	28.6	0.50	5.0	Cerah
22	9,437.4	219,735.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cerah
23	10,154.3	229,889.5	688	48	165.0	18.0	303	26	6.5	7.6	28.6	28.8	0.50	5.0	Cerah
24	8,998.7	238,888.2	392	48	162.5	18.5	289	19	6.8	7.7	28.2	28.0	0.75	5.0	Cerah
25	9,458.8	248,347.0	448	52	150.0	17.5	181	20	6.5	7.4	28.2	28.0	1.00	5.0	Cerah
26	9,448.1	257,795.1	528	40	150.0	15.0	258	36	6.8	7.9	28.1	28.1	0.80	6.0	Cerah
27	8,549.3	266,344.4	648	52	210.0	15.0	493	23	6.6	7.7	27.3	27.5	0.50	6.0	Cerah
28	9,105.7	275,450.1	504	50	168.0	16.0	217	21	6.8	7.6	27.8	28.0	0.50	5.5	Cerah
29	8,988.0	284,438.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cerah
30	8,955.9	293,394.0	568	48	188.0	17.0	324	26	6.8	7.8	27.8	27.8	0.50	5.0	Cerah

Note :

Volume air masuk :

Min	8506.5	m ³ /hari
Max	13364.3	m ³ /hari
Rata-rata	9779.8	m ³ /hari
Total	293394.0	m ³ /bl


BOD Inlet :

Min	125	mg/l
Max	250	mg/l
Rata-rata	175.6	mg/l

BOD Outlet :

Min	12.5	mg/l
Max	18.5	mg/l
Rata-rata	16.4	mg/l

Mengetahui :
Kepala Unit IPAL


Ir. Anton Haryono, MT
NIP. 490 027 456

**DATA PENGENDALIAN KUALITAS AIR
BULAN : JULI 2003**

Tgl	Debet m3/hari	Total Debet (m3)	COD (mg/l)		BOD (mg/l)		SS (mg/l)		PH'		SUHU (C)		DO (mg/l)		Cuaca
			IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	
1	8,549.3	8,549.3	520	48	175.0	15.0	717	26	7.4	8.4	28.0	27.4	0.5	6.0	Cerah
2	9,448.1	17,997.4	568	48	162.5	18.5	570	26	6.5	7.6	28.1	28.0	0.75	6.0	Cerah
3	8,527.9	26,525.3	558	48	150.0	20.0	427	12	6.7	7.7	27.7	26.8	0.75	5.5	Cerah
4	9,523.0	36,048.3	630	40	210.0	15.0	425	30	6.7	8.0	28.1	27.6	0.75	6.0	Cerah
5	9,611.7	45,660.0	520	60	175.0	20.0	381	30	6.7	8.3	28.0	26.9	0.50	5.2	Cerah
6	9,811.9	55,471.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cerah
7	6,719.6	62,191.5	600	48	200.0	16.0	513	19	6.8	7.6	27.6	27.1	0.50	6.0	Cerah
8	9,362.5	71,554.0	696	60	232.0	15.0	443	14	6.7	7.9	27.5	27.1	0.50	5.0	Cerah
9	9,330.4	80,884.4	656	48	210.0	16.0	493	22	6.9	8.1	27.8	27.4	0.75	6.0	Cerah
10	10,614.4	91,498.8	432	48	175.0	18.0	266	29	6.8	8.0	27.3	26.4	0.75	5.5	Cerah
11	8,795.4	100,294.2	520	56	170.0	18.5	383	23	6.9	7.6	27.5	27.2	0.75	5.0	Cerah
12	9,234.1	109,528.3	656	64	218.0	20.0	392	28	6.7	7.4	27.5	27.3	0.75	5.0	Cerah
13	8,549.3	118,077.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cerah
14	9,362.5	127,440.1	656	60	220.0	20.0	403	31	6.9	7.8	27.4	27.6	0.50	5.0	Cerah
15	9,822.6	137,262.7	544	60	182.0	20.0	386	24	6.8	8.1	27.9	27.8	0.75	5.0	Cerah
16	8,057.1	145,319.8	624	58	200.0	19.0	395	20	6.8	7.8	27.8	27.6	0.50	5.2	Cerah
17	8,527.9	153,847.7	600	48	200.0	16.0	209	17	6.8	7.8	27.6	26.8	0.75	6.0	Cerah
18	8,709.8	162,557.5	580	64	192.0	20.0	382	26	6.8	8.0	27.4	26.8	0.50	5.5	Cerah
19	8,955.9	171,513.4	480	40	165.0	15.0	218	18	6.9	8.0	27.4	26.6	0.75	6.0	Cerah
20	9,052.2	180,565.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cerah
21	8,206.9	188,772.5	352	68	150.0	22.0	216	29	6.8	7.2	27.5	27.5	0.75	4.0	Cerah
22	9,416.0	198,188.5	624	62	175.0	20.0	428	33	6.8	7.4	27.6	27.7	0.75	4.5	Cerah
23	9,512.3	207,700.8	604	56	175.0	18.0	501	28	6.9	7.6	28.1	27.2	0.60	5.0	Cerah
24	10,047.3	217,748.1	504	64	225.0	21.0	410	29	6.8	7.4	28.4	27.3	0.50	4.5	Cerah
25	6,623.3	224,371.4	724	64	240.0	18.0	539	30	6.8	7.6	28.0	27.6	0.50	5.0	Cerah
26	9,458.8	233,830.2	450	60	150.0	18.0	312	27	6.8	7.8	28.1	27.8	0.80	5.0	Cerah
27	8,870.3	242,700.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cerah
28	8,848.9	251,549.4	580	68	190.0	22.0	331	33	6.9	7.4	28.0	27.6	0.75	4.5	Cerah
29	9,597.6	261,147.3	630	68	210.0	23.0	405	30	6.9	7.8	28.2	27.8	0.50	4.0	Cerah
30	9,383.9	270,531.2	500	64	200.0	20.0	429	29	6.7	7.8	28.0	27.8	0.50	5.0	Cerah
31	9,341.1	279,872.3	620	64	206.0	20.0	554	22	6.9	8.0	27.5	26.9	0.70	5.0	Cerah

Note :

Volume air masuk :

Min 6623.3 m3/hari
Max 10614.4 m3/hari
Rata-rata 9028.1 m3/hari
Total 279872.3 m3/bl

BOD Inlet :

Min 150 mg/l
Max 240 mg/l
Rata-rata 192.9 mg/l

BOD Outlet :

Min 15 mg/l
Max 23 mg/l
Rata-rata 18.7 mg/l

Mengetahui :
Kepala Unit IPAL

Ir. Anton Haryono, MT.
NIP. 490 027 456

**DATA PENGENDALIAN KUALITAS AIR
BULAN : AGUSTUS 2003**

Tgl	Debet m3/hari	Total Debet (m3)	COD (mg/l)		BOD (mg/l)		SS (mg/l)		PH		SUHU (C)		DO (mg/l)		Cuaca
			IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	
1	8,549.3	8,549.3	480	40	150.0	17.5	319	22	6.9	7.6	27.5	26.8	0.8	5.0	Cerah
2	8,164.1	16,713.4	544	64	150.0	22.0	367	33	6.9	7.2	28.3	30.0	0.75	4.5	Cerah
3	8,688.4	25,401.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cerah
4	8,474.4	33,876.2	550	60	175.0	20.0	392	27	6.8	7.4	28.6	29.4	0.50	5.0	Cerah
5	8,174.8	42,051.0	450	54	150.0	18.0	343	23	7.0	8.0	26.8	26.3	1.00	5.0	Cerah
6	8,132.0	25,401.8	560	54	187.5	18.0	361	21	6.9	8.0	27.0	26.6	0.50	5.0	Cerah
7	8,369.4	58,552.4	500	60	175.0	18.0	328	29	7.1	8.1	27.4	26.9	0.75	5.0	Cerah
8	7,821.7	66,374.1	600	63	200.0	21.0	402	30	6.9	7.8	28.0	27.0	0.50	4.5	Cerah
9	8,570.7	74,944.8	700	50	175.0	17.0	381	24	6.9	8.0	27.5	26.9	0.80	5.0	Cerah
10	8,816.8	83,761.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cerah
11	6,623.3	90,384.9	600	64	200.0	22.0	398	36	6.8	7.8	27.4	26.8	0.50	4.0	Cerah
12	8,816.8	99,201.7	550	66	185.0	22.0	400	32	6.9	7.8	27.4	26.6	0.75	4.5	Cerah
13	9,619.3	108,821.0	660	63	220.0	21.0	522	29	6.8	8.0	27.7	26.2	0.50	4.5	Cerah
14	7,650.5	116,471.5	700	60	250.0	20.0	560	25	6.8	7.6	27.2	26.8	0.50	5.0	Cerah
15	8,581.4	125,052.9	500	60	170.0	20.0	296	27	7.0	7.9	27.5	27.0	1.00	5.0	Cerah
16	8,367.4	133,420.3	600	54	200.0	18.0	412	29	6.8	7.6	27.2	27.1	0.50	5.0	Cerah
17	8,442.3	141,862.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cerah
18	7,500.7	149,363.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cerah
19	9,587.2	158,950.5	500	50	180.0	18.0	331	26	6.9	8.0	27.4	27.4	0.75	5.0	Cerah
20	7,992.9	166,943.4	480	60	190.0	21.0	238	30	6.9	7.9	27.9	27.7	0.80	4.8	Cerah
21	8,420.9	175,364.3	480	50	160.0	18.0	362	20	6.9	7.9	28.0	28.1	0.75	5.0	Cerah
22	8,859.6	184,223.9	580	54	198.0	18.0	386	21	6.8	7.6	28.0	28.4	0.50	5.0	Cerah
23	7,768.2	191,992.1	600	58	200.0	19.0	400	23	6.8	7.8	27.9	27.8	0.50	5.0	Cerah
24	8,035.7	200,027.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cerah
25	8,099.9	208,127.7	520	60	215.0	20.0	368	18	6.9	7.6	27.9	27.4	0.50	5.0	Cerah
26	8,121.3	216,249.0	600	62	200.0	21.0	412	27	6.9	7.9	27.5	27.5	0.50	4.8	Cerah
27	8,313.9	224,562.9	460	66	150.0	22.0	311	30	6.9	7.5	27.9	27.5	0.75	4.5	Cerah
28	8,741.0	233,304.8	488	66	162.5	22.0	323	29	6.8	7.5	28.0	27.8	0.75	4.0	Cerah
29	8,485.5	241,790.3	600	64	200.0	22.0	482	31	6.8	7.3	28.2	29.2	0.50	4.0	Cerah
30	7,543.5	249,333.8	510	68	180.0	23.0	385	38	6.6	7.3	28.2	31.1	0.60	3.5	Cerah
31	9,972.4	259,306.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cerah

NOTE

Volume air masuk :

Min 6623.3 m3/hari
 Max 9972.4 m3/hari
 Rata-rata 8364.7 m3/hari
 Total 259306.2 m3/bl


BOD Inlet :

Min 150 mg/l
 Max 250 mg/l
 Rata-rata 184.9 mg/l

BOD Outlet :

Min 18 mg/l
 Max 23 mg/l
 Rata-rata 19.9 mg/l

Mengetahui :
Kepala Unit IPAL


 Ir. Anton Haryono, MT
 NIP. 490 027 456

**DATA PENGENDALIAN KUALITAS AIR
BULAN : SEPTEMBER 2003**

gl	Debet m3/hari	Total Debet (m3)	COD (mg/l)		BOD (mg/l)		SS (mg/l)		PH		SUHU (C)		DO (mg/l)		Cuaca
			IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	
1	7,522.1	7,522.1	600	64	210	21	301	31	6.8	7.6	28.0	28.0	0.5	4.0	cerah
2	8,913.1	16,435.2	400	60	140	20	202	27	6.7	7.5	28.2	28.1	1.00	4.0	cerah
3	8,388.8	24,824.0	520	50	170	17	326	21	7.0	7.3	27.4	28.1	0.80	5.0	cerah
4	8,003.6	32,827.6	560	60	185	20	408	30	6.9	7.3	28.2	28.3	0.50	4.5	cerah
5	9,662.1	42,489.7	580	64	190	22	397	33	6.8	7.3	28.0	29.4	0.50	3.5	cerah
6	10,946.1	53,435.8	424	64	150	23	329	40	6.8	7.5	28.0	29.7	0.50	3.0	cerah
7	8,592.1	62,027.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cerah
8	11,791.4	73,819.3	640	60	210	20	412	32	6.9	8.0	28.3	28.2	0.40	4.0	cerah
9	8,838.2	82,657.5	500	60	190	21	307	36	6.7	7.8	27.9	27.8	0.60	4.0	cerah
10	7,746.8	90,404.3	640	64	210	21	383	39	6.9	8.1	28.0	28.3	0.60	3.5	cerah
11	7,169.0	97,573.3	432	68	140	23	428	41	6.8	7.8	28.2	28.2	0.50	3.0	cerah
12	9,662.1	107,235.4	520	66	170	22	500	46	6.8	7.5	28.1	27.6	0.50	3.0	cerah
13	8,485.1	115,720.5	500	68	175	23	313	50	6.9	7.8	28.0	28.2	0.75	3.0	cerah
14	7,757.5	123,478.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	mendung
15	8,303.2	131,781.2	600	76	200	25	517	47	6.8	7.9	27.9	28.0	0.50	3.4	cerah
16	8,014.3	139,795.5	600	80	200	25	526	51	6.9	8.0	28.0	28.2	0.50	3.5	cerah
17	8,549.3	148,344.8	460	68	150	22	331	38	7.0	8.1	28.2	28.6	0.80	4.0	cerah
18	11,620.2	159,965.0	480	68	165	23	328	42	6.9	8.0	28.4	28.8	0.70	3.6	cerah
19	8,463.7	168,428.7	640	70	210	23	516	48	6.8	7.9	28.4	28.6	0.50	3.5	cerah
20	9,609.6	178,038.3	680	70	226	23	594	39	6.6	8.0	28.1	28.2	0.0	3.4	cerah
21	7,222.5	185,260.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cerah
22	8,099.9	193,360.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cerah
23	6,409.3	199,770.0	600	66	200	22	392	37	6.9	8.0	28.3	28.6	0.80	4.0	cerah
24	9,565.8	209,335.8	630	70	210	24	486	43	6.8	7.8	28.2	28.6	0.50	3.5	cerah
25	8,602.8	217,938.6	640	62	220	21	522	37	6.6	7.6	28.6	28.4	0.50	4.0	cerah
26	8,025.0	225,963.6	600	64	200	22	477	36	6.9	7.8	28.2	28.4	0.70	4.5	mendung
27	8,838.2	234,801.8	580	66	190	22	483	32	6.8	7.4	28.4	28.2	0.80	4.0	cerah
28	9,565.8	244,367.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cerah
29	6,987.1	251,354.7	720	72	240	24	610	44	6.3	7.2	26.1	28.1	0.0	3.4	cerah
30	8,731.2	260,085.9	640	64	210	22	506	36	6.9	7.6	28.4	28.2	0.80	4.0	cerah

TE

Volume air masuk :

Min 6409.3 m3/hari
 Max 11791.4 m3/hari
 Rata-rata 8669.5 m3/hari
 Total 260085.9 m3/bl

BOD Inlet :

Min 140 mg/l
 Max 226 mg/l
 Rata-rata 190.4 mg/l

BOD Outlet :

Min 17 mg/l
 Max 25 mg/l
 Rata-rata 22.0 mg/l

Mengetahui :
 Kepala Unit IPAL

Ir. Anton Haryono, MT.
 NIP. 490 027 456

DATA PENGENDALIAN KUALITAS AIR
BULAN : OKTOBER 2003

Tgl	Debet m3/hari	Total Debet (m3)	COD (mg/l)		BOD (mg/l)		SS (mg/l)		PH		SUHU (C)		DO (mg/l)		Cuaca
			IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT			
1	8,249.7	8,249.7	600	40	200	16	610	44	6.9	7.9	28.2	28.3	0.5	5.0	Cerah
2	8,014.3	16,264.6	420	60	150	20	406	56	6.9	8.1	28.2	28.1	0.75	4.5	Mendung
3	9,587.2	25,851.2	540	60	180	20	423	56	6.8	7.6	28.2	28.0	0.50	4.0	Gerimis
4	8,442.3	34,293.5	500	64	125	22	155	64	6.9	7.0	27.6	27.8	1.00	3.0	Hujan
5	9,426.7	43,720.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Hujan
6	9,159.2	52,879.4	320	72	110	24	99	72	6.9	7.6	28.3	28.2	1.00	3.0	Gerimis
7	7,971.5	60,850.9	280	70	100	21	111	62	6.8	7.8	28.4	28.2	1.00	3.5	Cerah
8	10,871.2	71,722.1	380	68	135	19	220	55	6.9	8.1	28.4	28.8	0.75	4.0	Mendung
9	8,870.3	80,592.4	400	64	140	20	212	46	6.9	8.5	28.4	28.8	0.70	4.0	Cerah
10	8,174.8	88,767.2	560	68	190	22	356	64	6.9	7.8	28.1	28.4	0.50	3.5	Cerah
11	10,132.9	98,900.1	420	64	140	20	306	56	6.9	7.8	28.6	28.8	0.80	4.0	Cerah
12	6,025.0	106,925.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cerah
13	8,517.2	115,442.3	600	58	200	18	465	48	6.9	7.8	28.4	29.0	0.50	4.5	Cerah
14	8,549.3	123,991.6	360	46	140	17	321	40	6.8	8.1	28.6	29.1	0.75	5.0	Mendung
15	8,720.5	132,712.1	440	58	175	19	433	50	6.8	7.9	28.4	29.0	0.50	4.0	Cerah
16	8,624.2	141,336.3	480	60	180	20	419	40	6.8	7.6	28.2	28.6	0.50	4.0	Cerah
17	8,399.5	149,735.8	500	68	160	22	396	60	6.7	7.0	28.4	28.8	0.50	3.0	Cerah
18	8,239.0	157,974.8	360	70	135	24	403	62	6.9	7.4	28.4	28.8	0.75	3.0	Cerah
19	8,292.5	166,267.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cerah
20	8,527.9	174,795.2	580	68	198	18	200	46	6.8	7.8	28.6	28.6	0.50	4.0	Cerah
21	8,174.3	182,970.0	600	70	200	18	368	52	6.8	7.6	28.2	28.8	0.50	4.0	Cerah
22	7,671.9	190,641.9	420	56	180	17	395	48	6.9	7.8	28.4	29.1	0.75	4.5	Cerah
23	8,549.3	199,191.2	400	50	150	16	301	44	6.8	8.0	28.4	29.2	0.80	5.0	Cerah
24	7,340.2	206,531.4	400	60	150	17	369	49	6.9	7.8	28.4	29.0	0.75	4.5	Cerah
25	8,677.7	215,209.1	560	64	186	21	437	57	6.8	7.6	28.6	29.4	0.50	4.0	Cerah
26	8,624.2	223,833.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cerah
27	8,506.5	232,339.8	600	60	200	20	412	55	6.8	7.8	28.8	29.2	0.50	4.5	Cerah
28	7,543.5	239,883.3	400	58	160	19	365	52	6.9	7.6	28.6	28.9	0.75	4.5	Cerah
29	9,737.0	249,620.3	380	48	150	16	223	48	6.9	7.4	28.6	29.0	0.80	5.0	Cerah
30	8,988.0	258,608.3	560	50	186	17	341	53	6.7	7.6	28.8	29.1	0.50	5.0	Gerimis
31	8,003.6	266,611.9	540	58	180	20	350	61	6.8	7.5	28.6	29.2	0.50	4.5	Gerimis

NOTE

Volume air masuk :

Min	7340.2	m3/hari
Max	10871.2	m3/hari
Rata-rata	8600.4	m3/hari
Total	266611.9	m3/bl

BOD Inflet :

Min	100	mg/l
Max	200	mg/l
Rata-rata	163	mg/l

BOD Outlet :

Min	16	mg/l
Max	24	mg/l
Rata-rata	19.4	mg/l

Mengetahui :
Kepala Unit IPAL



Ir. Anton Haryono, MT.
NIP. 490 027 456

**DATA PENGENDALIAN KUALITAS AIR
BULAN : NOPEMBER 2003**

gl	Debet m3/hari	Total Debet (m3)	COD (mg/l)		BOD (mg/l)		SS (mg/l)		PH		SUHU (C)		DO (mg/l)		Cuaca
			IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	
1	11.010.3	11.010.3	550	58	185	19	400	27	6.8	7.4	28.4	28.9	0.8	4.5	mendung
2	11.160.1	22.170.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cerah
3	8.506.5	30.676.9	420	60	140	20	281	36	6.9	7.5	28.0	29.5	1.0	4.0	Cerah
4	10.239.9	40.916.8	600	66	200	22	402	39	6.8	7.3	28.2	29.7	0.5	3.5	Cerah
5	9.330.4	50.247.2	480	54	160	18	289	30	6.9	7.4	28.9	30.1	1.0	5.0	Cerah
6	8.174.8	58.422.0	570	60	190	20	317	41	6.8	7.2	28.6	29.4	0.5	4.0	Cerah
7	10.528.8	68.950.8	550	64	185	21	366	46	6.8	7.4	28.7	29.9	0.8	4.0	Cerah
8	11.106.6	80.057.4	450	54	150	18	251	26	6.8	7.8	28.8	30.0	1.0	5.0	Gerimis
9	8.977.3	89.034.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cerah
0	7.639.8	96.674.5	450	58	150	18	216	33	6.9	7.5	28.8	29.3	1.0	4.5	Cerah
1	9.148.5	105.823.0	640	58	210	19	472	31	6.8	7.8	28.7	30.1	0.0	4.0	Cerah
2	8.260.4	114.083.4	480	50	160	17	338	27	6.8	7.5	28.7	29.7	1.0	5.0	Cerah
3	7.746.8	121.830.2	440	68	150	23	208	48	6.9	7.6	27.9	29.0	1.0	3.0	Cerah
4	8.902.4	130.732.6	450	66	150	22	271	36	6.8	7.4	28.5	29.5	1.0	3.5	Mendung
5	8.164.1	138.896.7	480	66	160	22	323	42	7.0	7.5	28.8	29.6	1.0	3.0	Cerah
6	8.934.5	147.831.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cerah
7	8.645.5	156.476.7	520	62	180	21	327	30	7.1	7.5	27.9	29.0	0.8	3.5	Cerah
8	12.305.0	168.781.7	560	60	185	20	360	33	7.0	7.7	27.8	29.2	1.5	4.0	Hujan
9	10.646.5	179.428.2	480	66	160	22	286	45	6.9	7.6	28.0	29.7	1.0	3.0	Gerimis
0	11.160.1	190.588.3	460	54	160	18	331	29	6.9	7.6	28.1	28.8	1.0	4.5	Gerimis
1	12.626.0	203.214.3	420	58	140	19	293	26	6.9	7.5	28.0	28.9	1.5	4.0	Gerimis
2	10.593.0	213.807.3	450	58	150	19	292	23	6.8	7.3	28.6	29.1	1.0	4.5	Hujan
3	9.052.2	222.859.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Hujan
4	10.325.5	233.185.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cerah
5	9.341.1	242.526.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Hujan
6	8.945.2	251.471.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Hujan
7	11.866.3	263.337.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Hujan
8	10.058.0	273.395.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Hujan
9	8.346.0	281.741.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Hujan
0	9.480.2	291.221.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cerah

TE

Volume air masuk :

Min 7639.8 m3/hari
 Max 12326.0 m3/hari
 Rata-rata 9707.4 m3/hari
 Total 291221.8 m3/bl

BOD Inlet :

Min 140 mg/l
 Max 200 mg/l
 Rata-rata 166.6 mg/l

BOD Outlet :

Min 17 mg/l
 Max 23 mg/l
 Rata-rata 20 mg/l

Mengetahui :
 Kepala Unit IPAL

Ir. Anton Haryono, MT.
 NIP. 490 027 456

**DATA PENGENDALIAN KUALITAS AIR
BULAN : DESEMBER 2003**

Debet m3/hari	Total Debet (m3)	COD (mg/l)		BOD (mg/l)		SS (mg/l)		PH		SUHU (C)		DO (mg/l)		Cuaca
		IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	
11,256.4	11,256.4	500	50	175	18	381	24	6.9	7.4	27.8	30.0	0.8	5.0	Hujan
11,866.3	23,122.7	420	58	140	20	210	39	7.0	7.5	28.0	30.0	1.3	4.5	Cerah
10,860.5	33,983.2	440	58	150	19	366	26	7.2	7.4	28.1	29.8	1.0	4.5	Cerah
10,700.0	44,683.2	380	62	125	22	246	38	7.0	7.3	28.2	29.2	1.5	3.0	Hujan
9,405.3	54,088.5	430	60	145	20	307	40	7.0	7.4	28.2	30.0	1.0	4.0	Hujan
10,774.9	64,863.4	520	54	180	18	437	27	6.9	7.6	28.4	30.0	0.8	4.5	Hujan
13,203.8	78,067.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Hujan
15,151.2	93,218.4	450	50	150	17	312	31	7.0	7.2	28.0	29.4	1.0	5.0	Hujan
9,180.6	102,399.0	440	52	150	18	328	33	6.9	7.3	28.1	29.6	1.0	5.0	Hujan
9,405.3	111,804.3	370	58	125	20	291	41	7.0	7.2	27.9	29.2	1.2	4.5	Hujan
8,474.4	120,278.7	420	56	140	19	317	36	6.9	7.4	28.0	29.0	1.0	5.0	Hujan
11,352.7	131,631.4	500	54	180	18	400	28	6.8	7.5	27.8	28.9	0.8	5.0	Hujan
8,838.2	140,469.6	500	54	175	18	385	27	6.8	7.5	27.6	28.8	0.8	5.0	Cerah
11,160.1	151,629.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Hujan
9,747.7	161,377.4	430	50	145	17	312	22	7.0	7.5	28.2	30.0	1.0	5.0	Hujan
9,640.7	171,018.1	480	50	160	17	322	28	6.9	7.3	28.2	30.1	0.8	5.0	Cerah
9,886.8	180,904.9	480	50	180	18	345	37	6.9	7.1	28.2	30.0	0.8	5.0	Cerah
10,828.4	191,733.3	470	55	150	20	292	37	6.9	7.2	28.4	30.2	1.0	4.5	Cerah
11,170.8	202,904.1	420	50	140	17	331	20	6.8	7.1	28.2	30.1	1.0	5.0	Hujan
13,674.6	216,578.7	380	50	130	17	285	23	6.9	7.2	28.4	29.6	1.0	5.0	Hujan
11,374.1	227,952.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Hujan
10,807.0	238,759.8	460	52	150	18	331	31	7.0	7.3	28.2	29.8	1.0	5.0	Hujan
15,482.9	254,242.7	520	50	180	17	368	28	6.9	7.2	28.2	29.4	0.80	5.0	Cerah
9,833.3	264,076.0	520	55	180	16	390	29	6.9	7.4	28.4	30.0	0.80	5.0	Hujan
9,523.0	273,599.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Hujan
10,368.3	283,967.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Hujan
12,026.8	295,994.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cerah
9,458.8	305,452.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Hujan
11,063.8	316,516.7	520	48	185	16	402	27	6.9	7.2	28.8	30.0	0.80	5.0	Cerah
11,695.1	328,211.8	480	48	150	15	351	24	7.0	7.6	28.5	29.8	1.00	6.0	Hujan
18,628.7	346,840.5	-	-	145	15	323	21	6.9	7.4	28.6	30.1	1.00	5.5	Hujan

TE

Volume air masuk :

Min 11,256.4 m3/hari
 Max 18,628.7 m3/hari
 Rata-rata 11,833.4 m3/hari
 Total 346,840.5 m3/bl

BOD Inlet :

Min 125 mg/l
 Max 185 mg/l
 Rata-rata 155.4 mg/l

BOD Outlet :

Min 15 mg/l
 Max 22 mg/l
 Rata-rata 17.9 mg/l

Mengetahui :
 Kepala Unit IPAL

Ir. Anton Haryono, MT.
 NIP. 490 027 456

Lampiran I

Perhitungan Efisiensi Penurunan BOD dan COD Berdasarkan Variasi Persentase Ketercelupan Cakram

a. 50%

$$\text{Efisiensi BOD} = \frac{(235,12 - 51,52) \text{ mg/L}}{235,12 \text{ mg/L}} \times 100\% = 78,08\%$$

$$\text{Efisiensi COD} = \frac{(550,32 - 128,25) \text{ mg/L}}{550,32 \text{ mg/L}} \times 100\% = 76,64\%$$

b. 40%

$$\text{Efisiensi BOD} = \frac{(235,12 - 98,65) \text{ mg/L}}{235,12 \text{ mg/L}} \times 100\% = 58,04\%$$

$$\text{Efisiensi COD} = \frac{(550,32 - 135,06) \text{ mg/L}}{550,32 \text{ mg/L}} \times 100\% = 75,45\%$$

c. 30%

$$\text{Efisiensi BOD} = \frac{(235,12 - 153,48) \text{ mg/L}}{235,12 \text{ mg/L}} \times 100\% = 34,72\%$$

$$\text{Efisiensi COD} = \frac{(550,32 - 256,36) \text{ mg/L}}{550,32 \text{ mg/L}} \times 100\% = 53,42\%$$

d. 20%

$$\text{Efisiensi BOD} = \frac{(235,12 - 191,45) \text{ mg/L}}{235,12 \text{ mg/L}} \times 100\% = 18,72\%$$

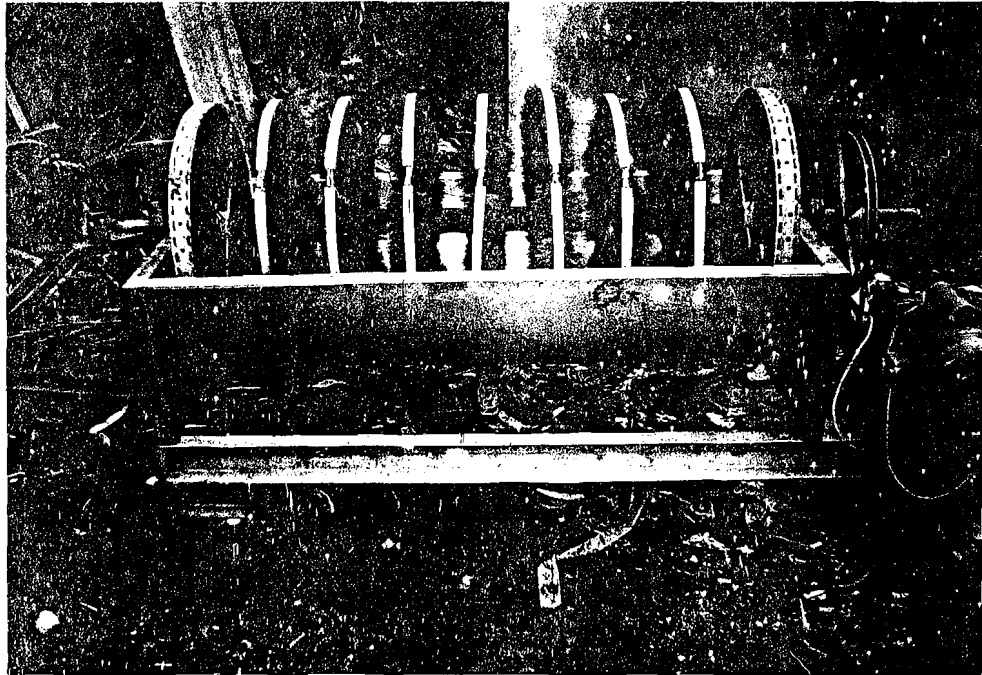
$$\text{Efisiensi COD} = \frac{(550,32 - 351,03) \text{ mg/L}}{550,32 \text{ mg/L}} \times 100\% = 36,21\%$$

e. 10%

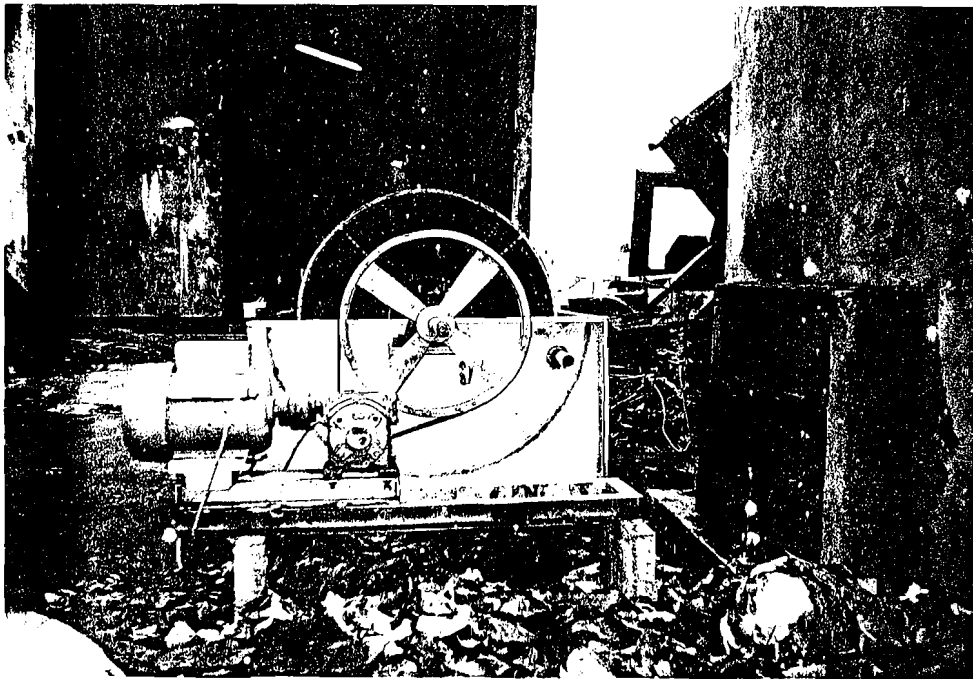
$$\text{Efisiensi BOD} = \frac{(235,12 - 202,46) \text{ mg/L}}{235,12 \text{ mg/L}} \times 100\% = 13,89\%$$

$$\text{Efisiensi COD} = \frac{(550,32 - 401,74) \text{ mg/L}}{550,32 \text{ mg/L}} \times 100\% = 26,99\%$$

Lampiran III

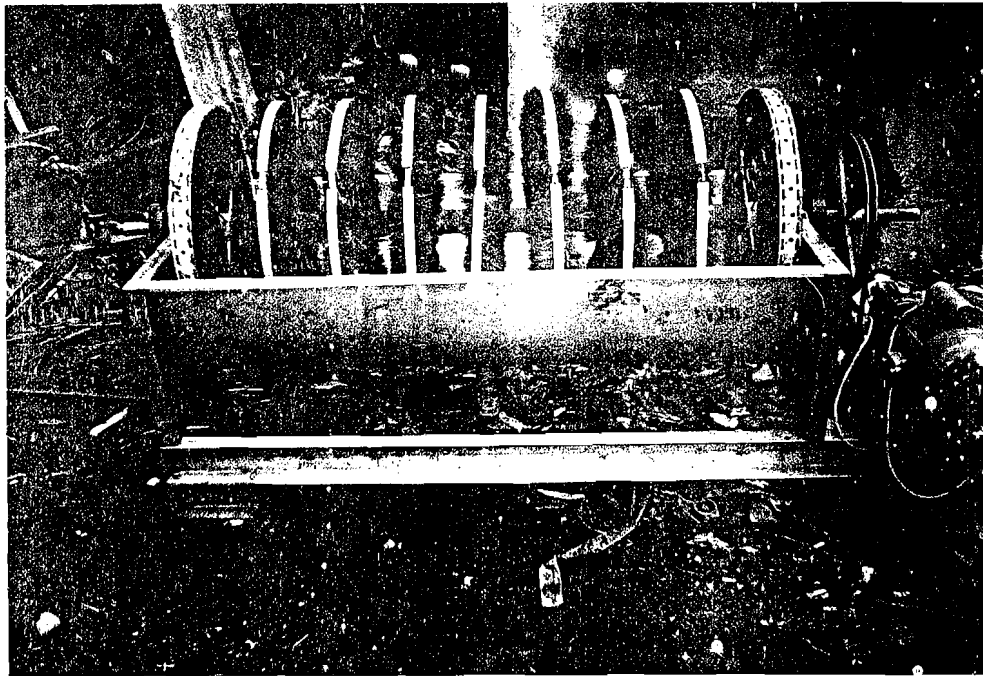


Gambar 1 RBC Tampak Samping Depan

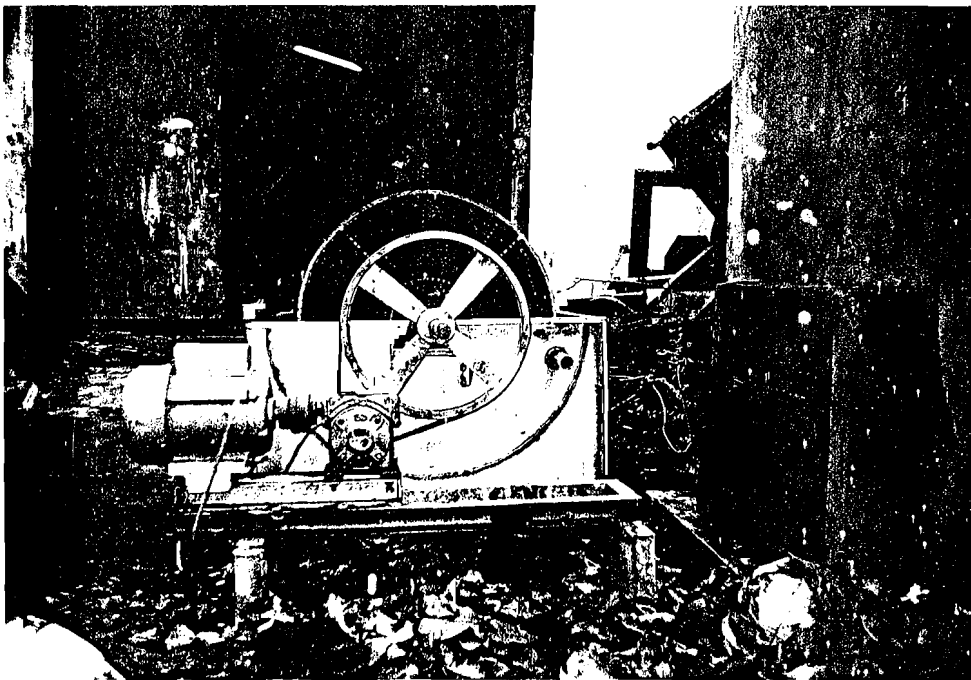


Gambar 2 RBC Tampak Samping Kanan

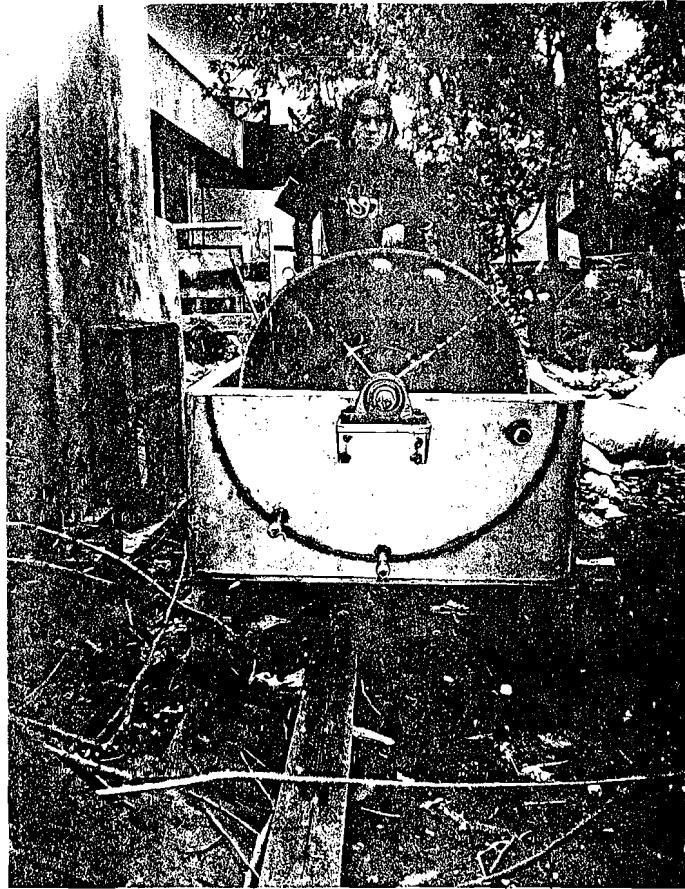
Lampiran III



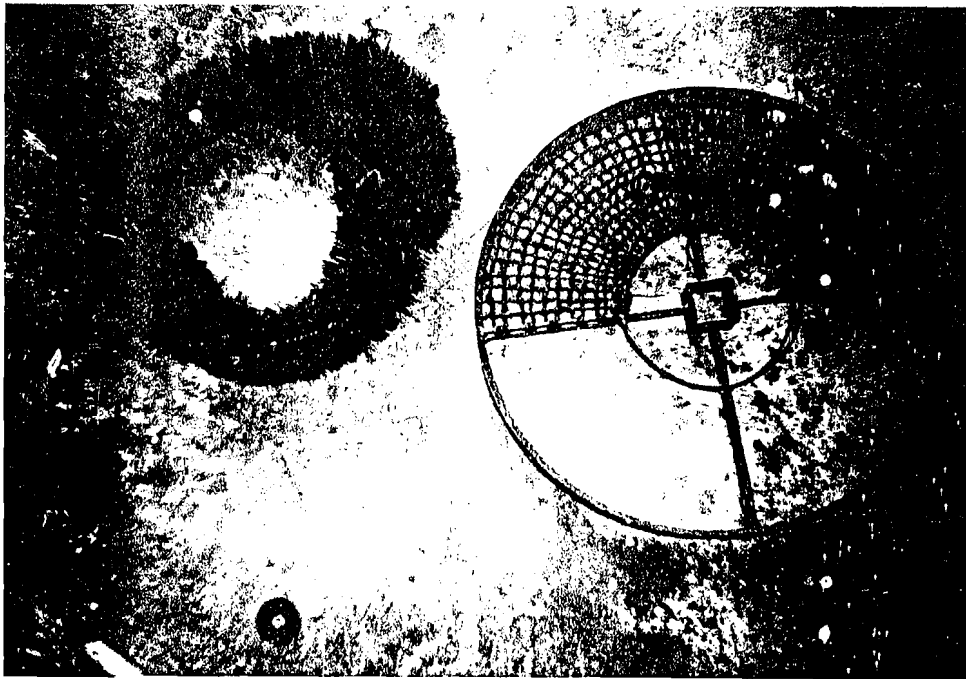
Gambar 1 RBC Tampak Samping Depan



Gambar 2 RBC Tampak Samping Kanan

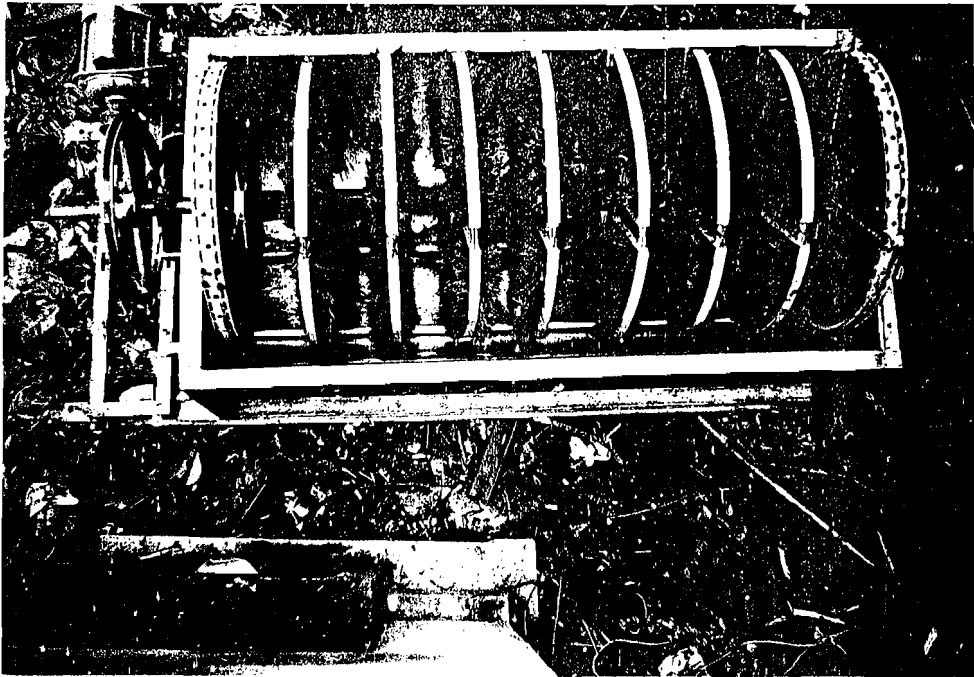


Gambar 3 RBC Tampak Sampik Kiri

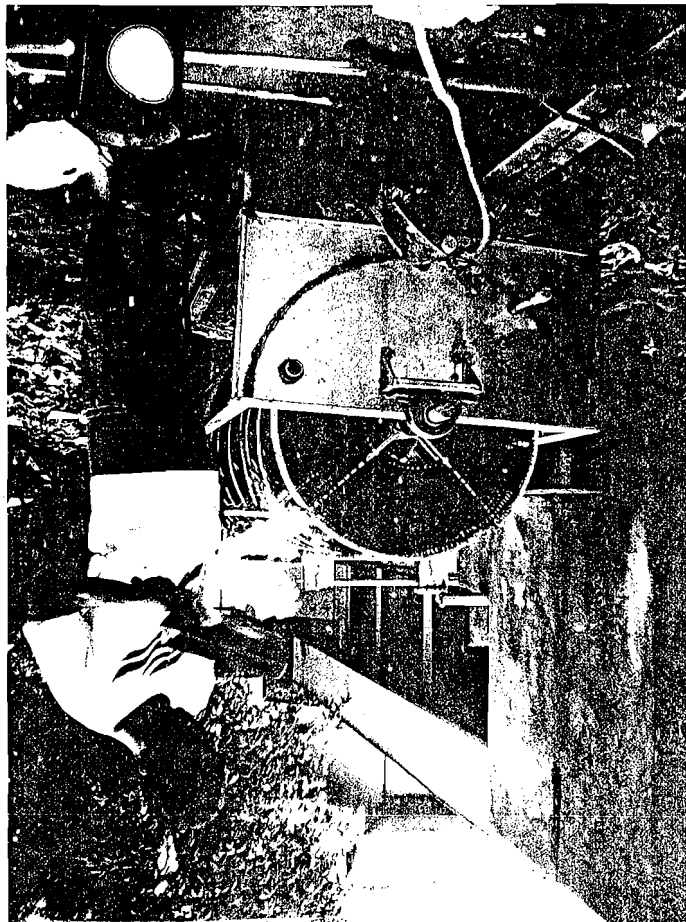


Gambar 4 Bentuk Media Yang Digunakan
a. Squirell Tail Type b. Mattres Type

Gambar 6 RBC Tampak Atas



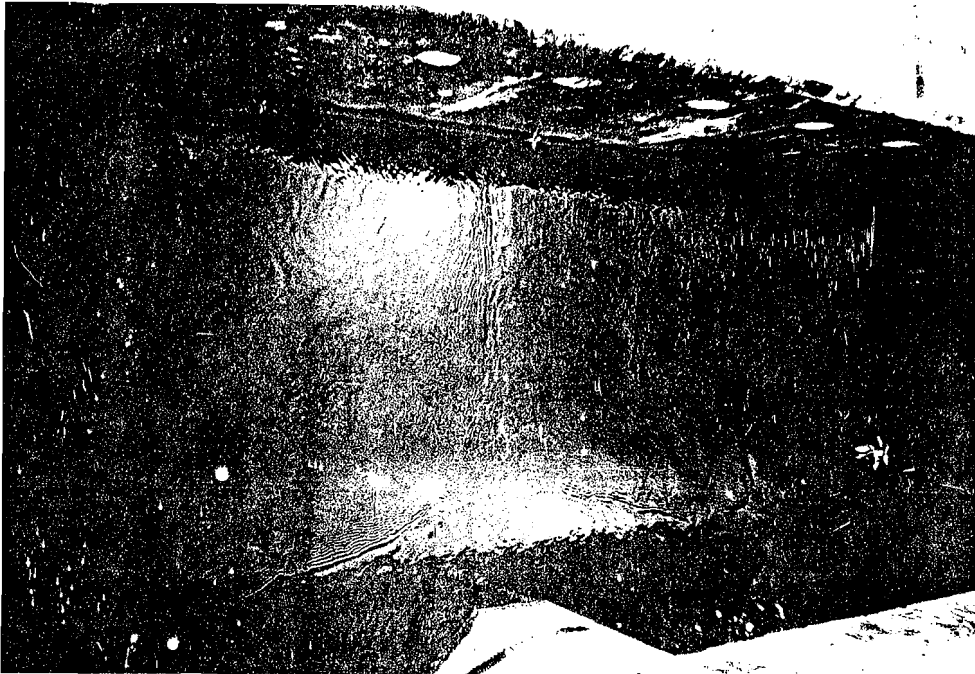
Gambar 5 Pemasangan Cakram Pada Vessel



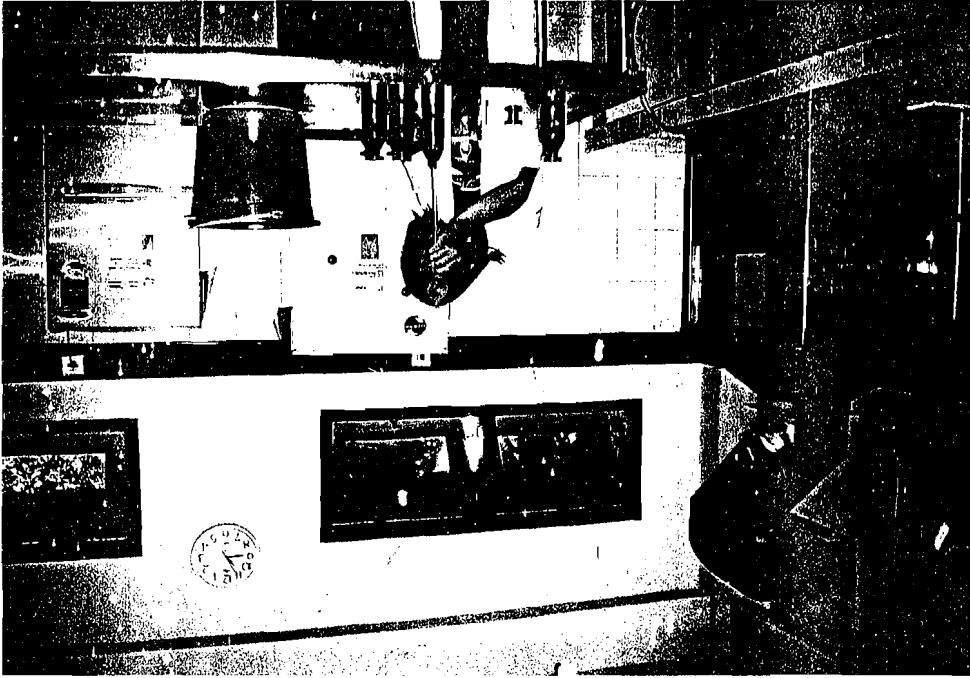
Gambar 8 Drum Penampung Sampel



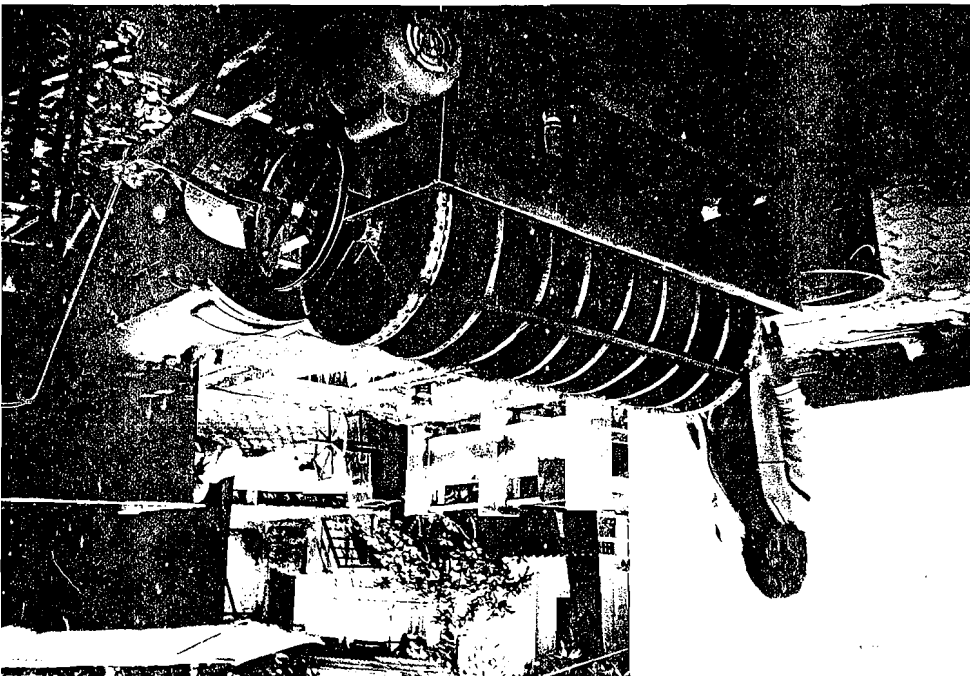
Gambar 7 Tempat Pengambilan Sampel Limbah



Gambar 10 Pemeriksaan Sampel BOD dan COD

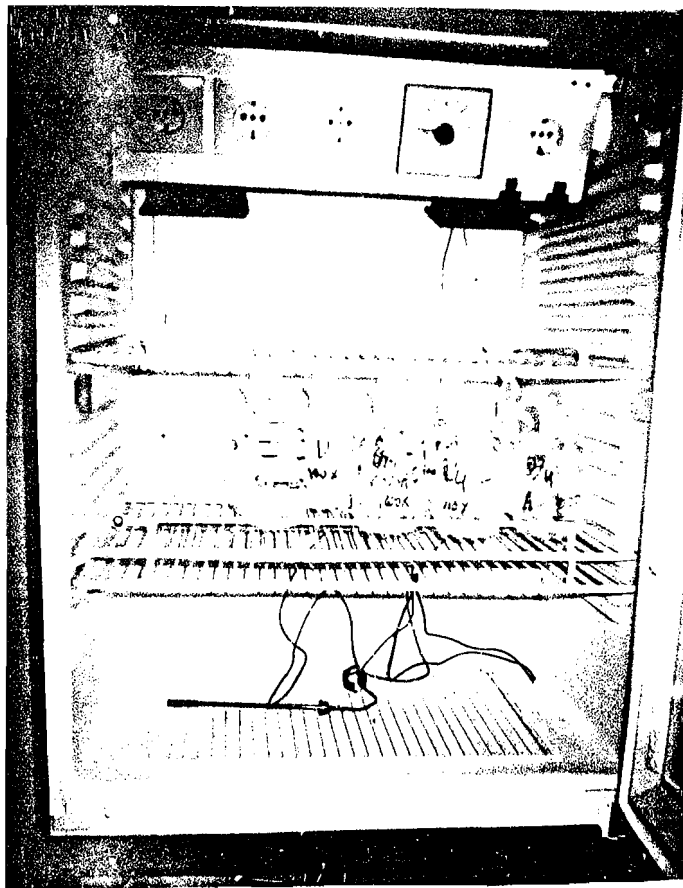


Gambar 9 Proses Pembibitan dan Aklimasi

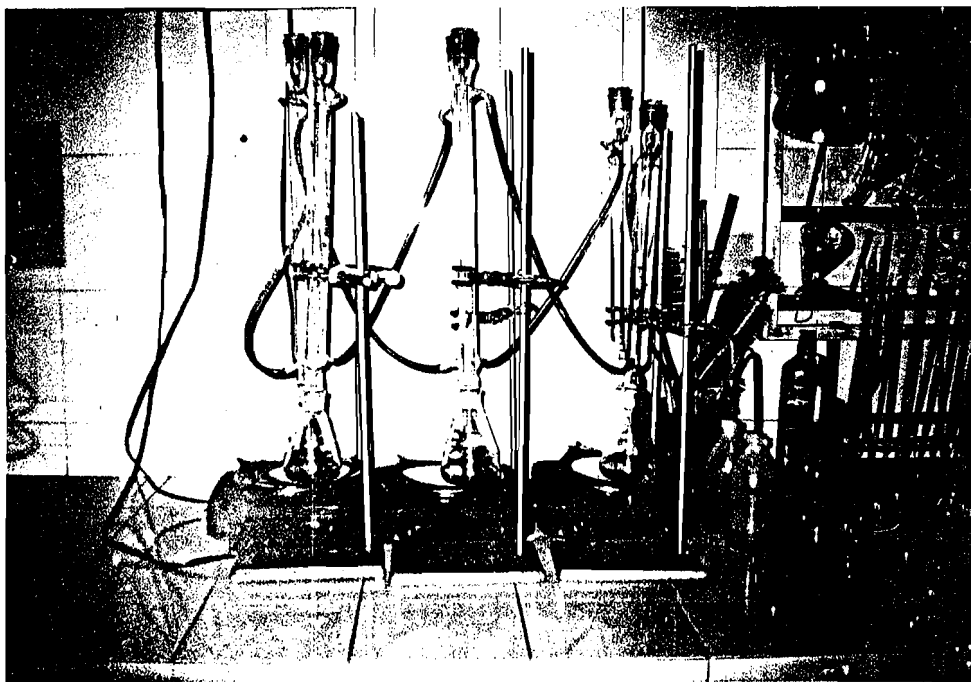


Gambar II Tirasi BOD dan COD

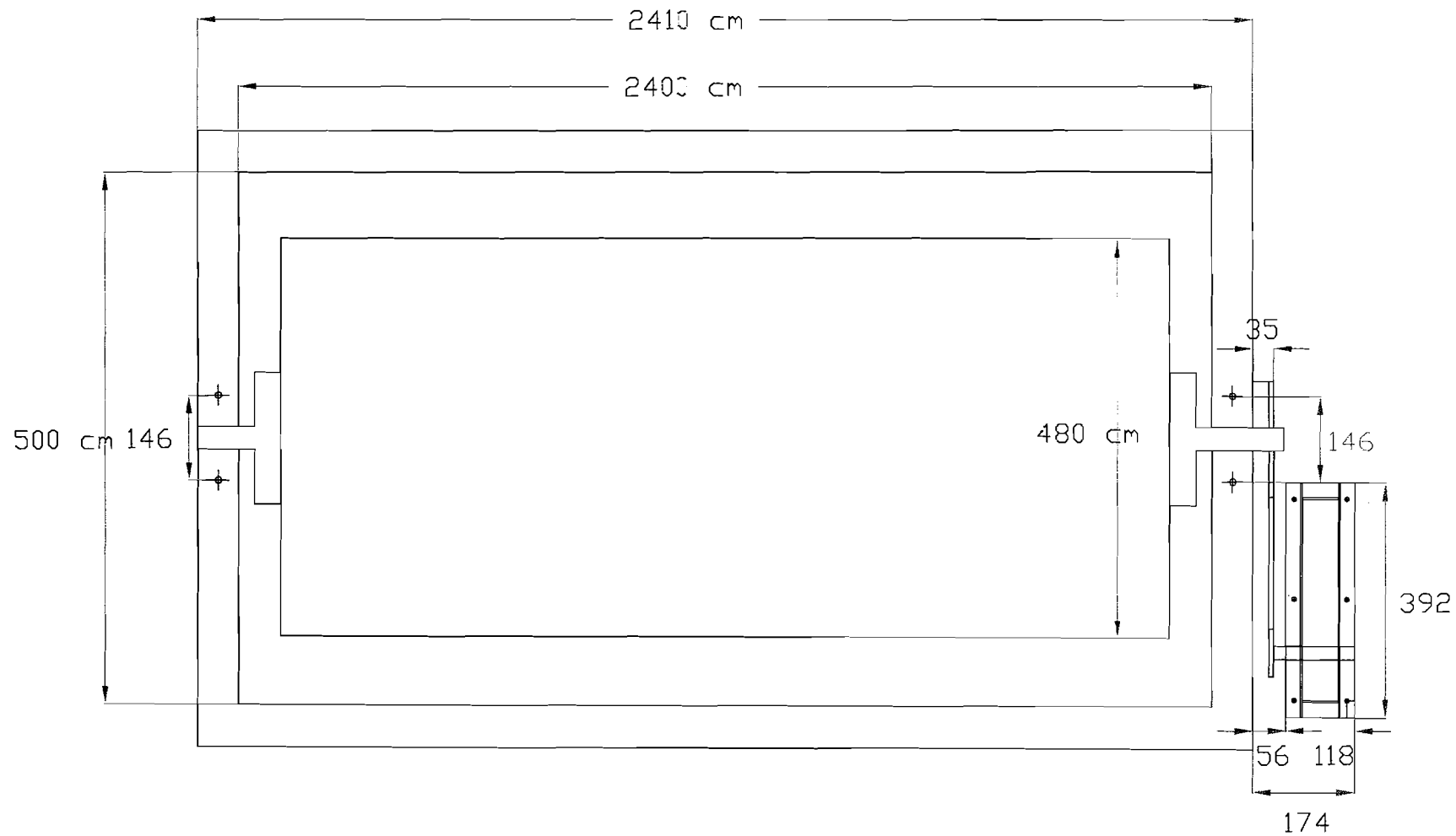




Gambar 12 Sampel BOD di Inkubasi Selama 5 hari



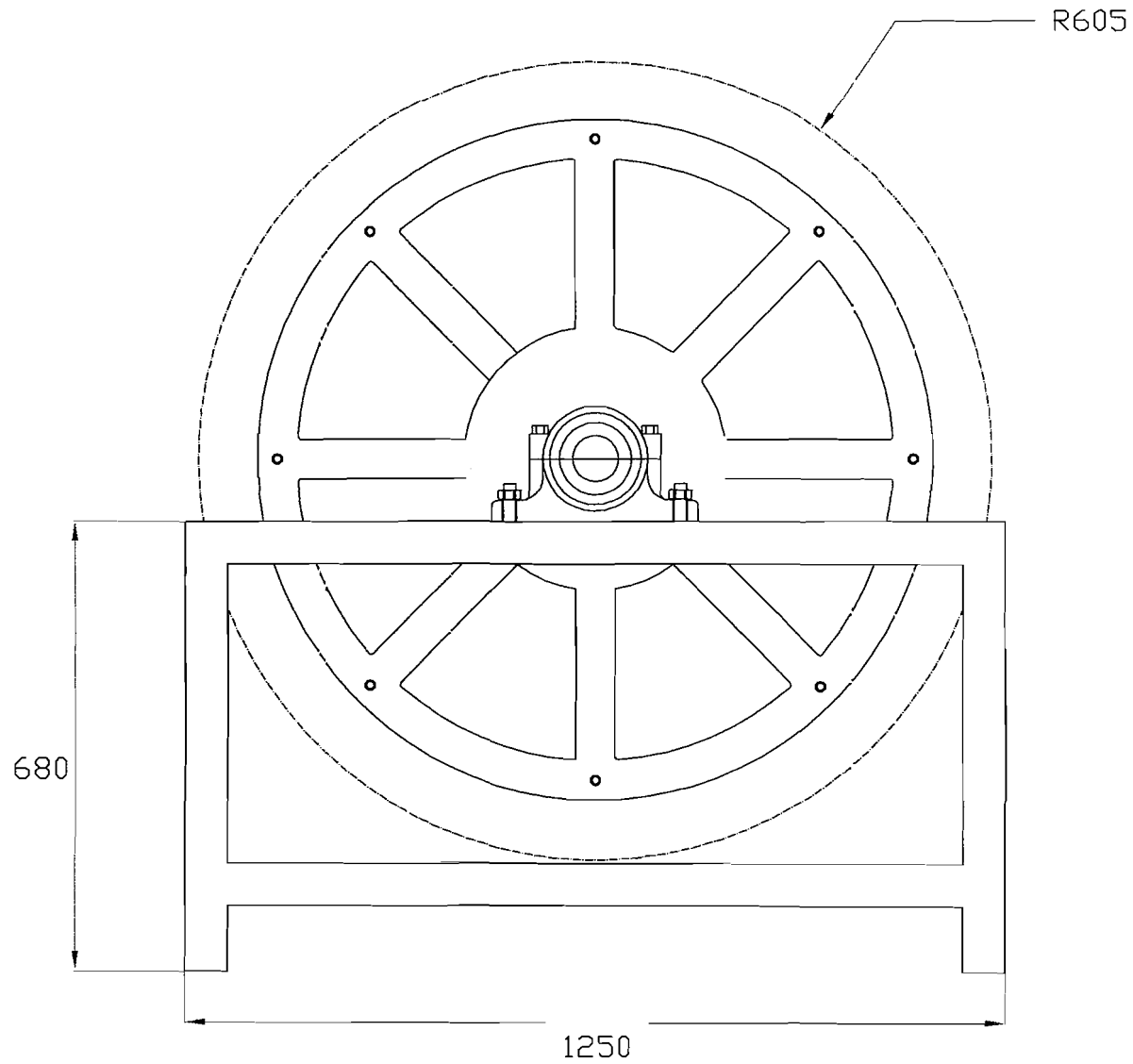
Gambar 13 Pemanasan Sampel COD Selama 2 jam



DENAH ROTATING BIOLOGICAL CONTACTORS

SKALA 1 : 100

Lembar	Jumlah
01	06



Detail Penempatan As & Plat Pengikat Cakram pada vessel

SKALA 1 : 100



TUGAS AKHIR

Jalin Elsaprike

99 513 012

GAMBAR

Detail Penempatan
As & Plat Pengikat Cakram
pada vessel

SKALA

1: 100

KETERANGAN

Lembar	Jumlah
02	06

TUGAS AKHIR

Jalin Elsaprike

99 513 012

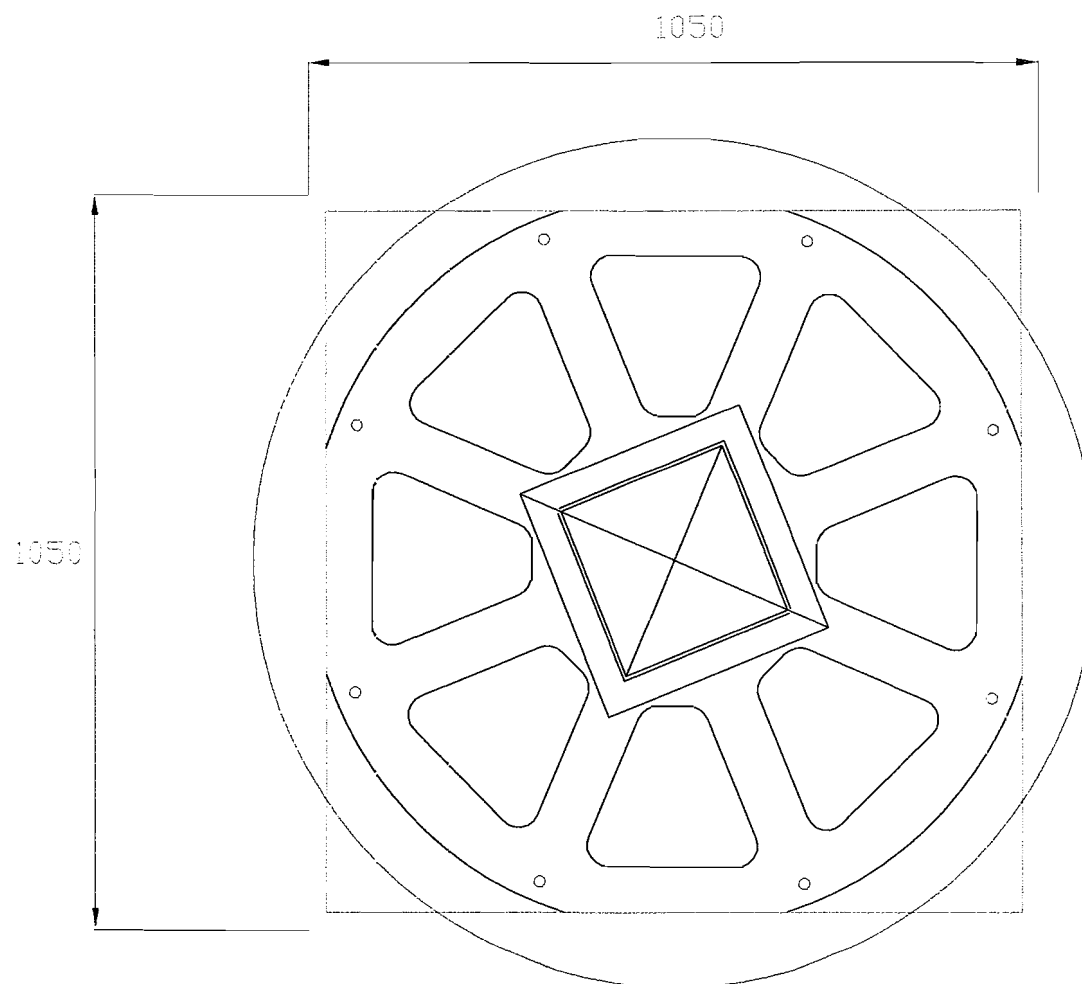
GAMBAR

Detail
Plat Pengikat Cakram

SKALA

1 : 100

KETERANGAN



Detail Plat Pengikat Cakram

SKALA 1 : 100

Lembar	Jumlah
03	06



TUGAS AKHIR

Jalin Elsaprike

99 513 012

GAMBAR

Rangka
Dudukan Vessel

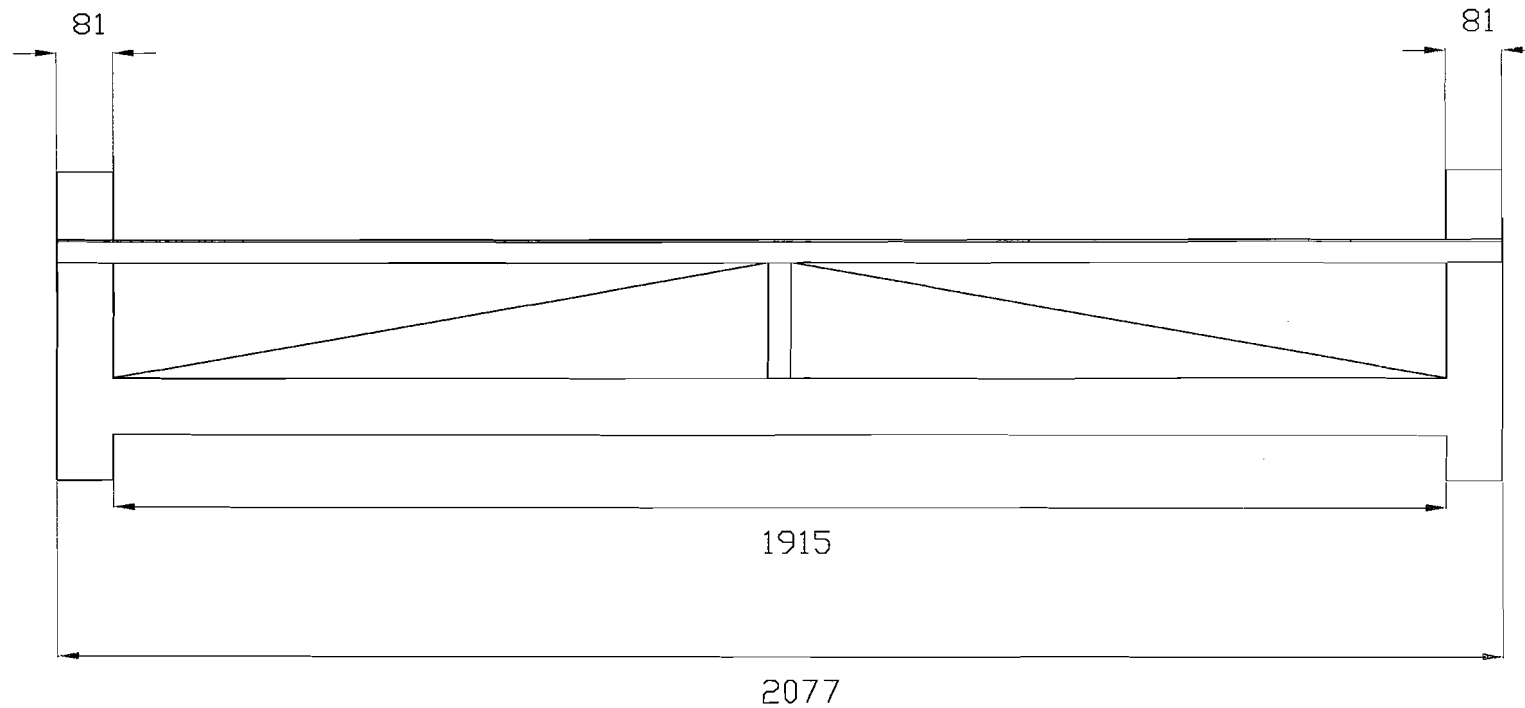
SKALA

1: 100

KETERANGAN

Lembar	Jumlah
--------	--------

04	06
----	----



Rangka Dudukan Vessel

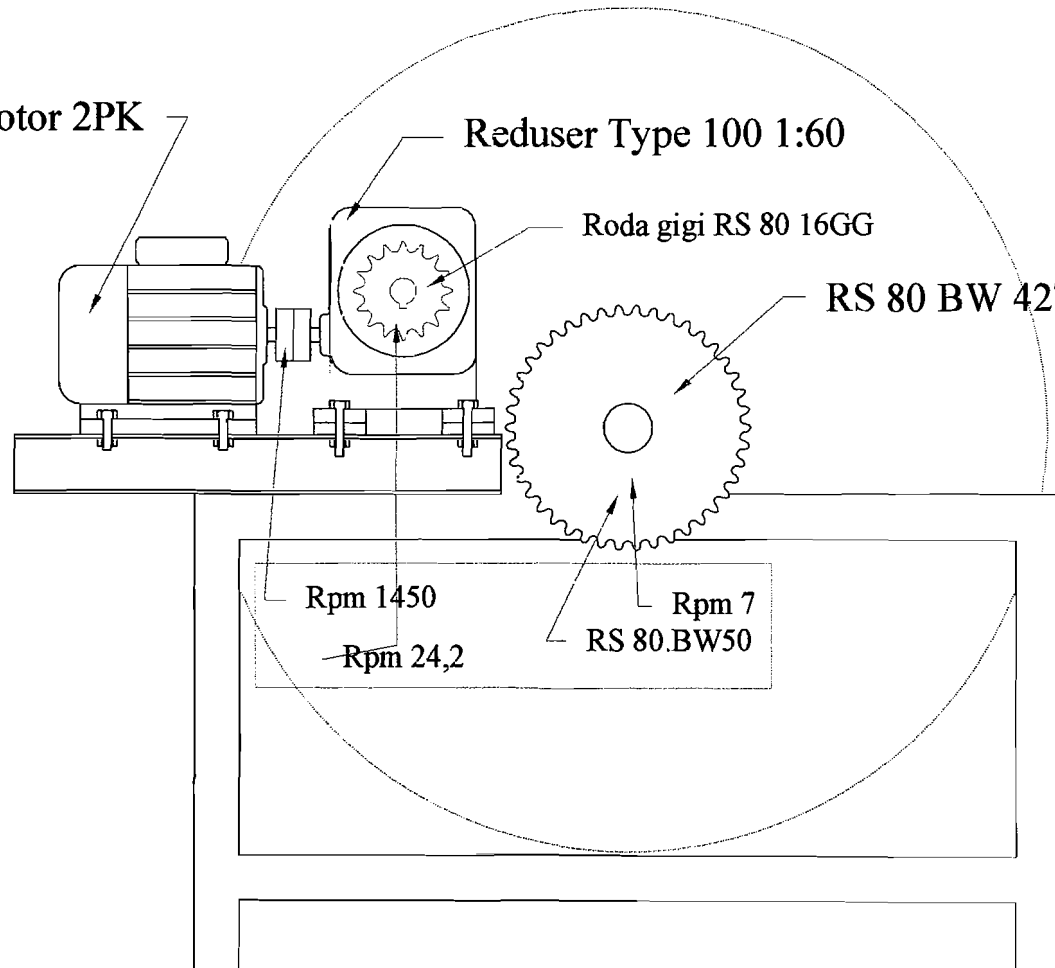
SKALA 1 : 100

Electromotor 2PK

Reduser Type 100 1:60

Roda gigi RS 80 16GG

RS 80 BW 42T



Rpm 1450

Rpm 24,2

Rpm 7

RS 80.BW50

TUGAS AKHIR

Jalin Elsaprike

99 513 012

GAMBAR

Detail penempatan
elektro motor
dan putaran poli

SKALA

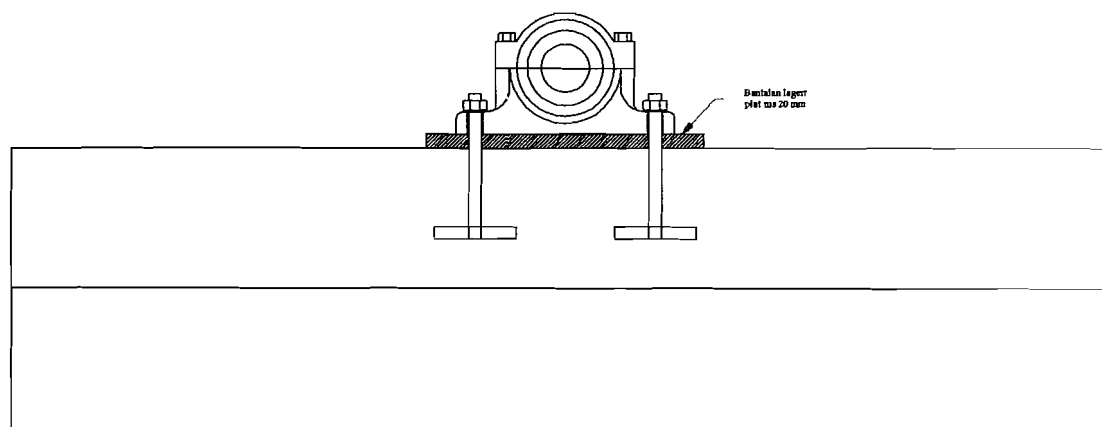
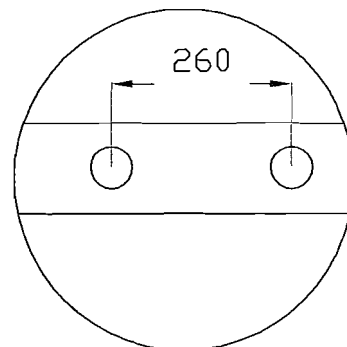
1: 100

KETERANGAN

Detail penempatan elektro motor dan putaran poli

SKALA 1 : 100

Lembar	Jumlah
05	06



Detail Pasangan Laker Dudukan

SKALA 1 : 100

Lembar	Jumlah
06	06



TUGAS AKHIR

Jalin Elsaprike

99 513 012

GAMBAR

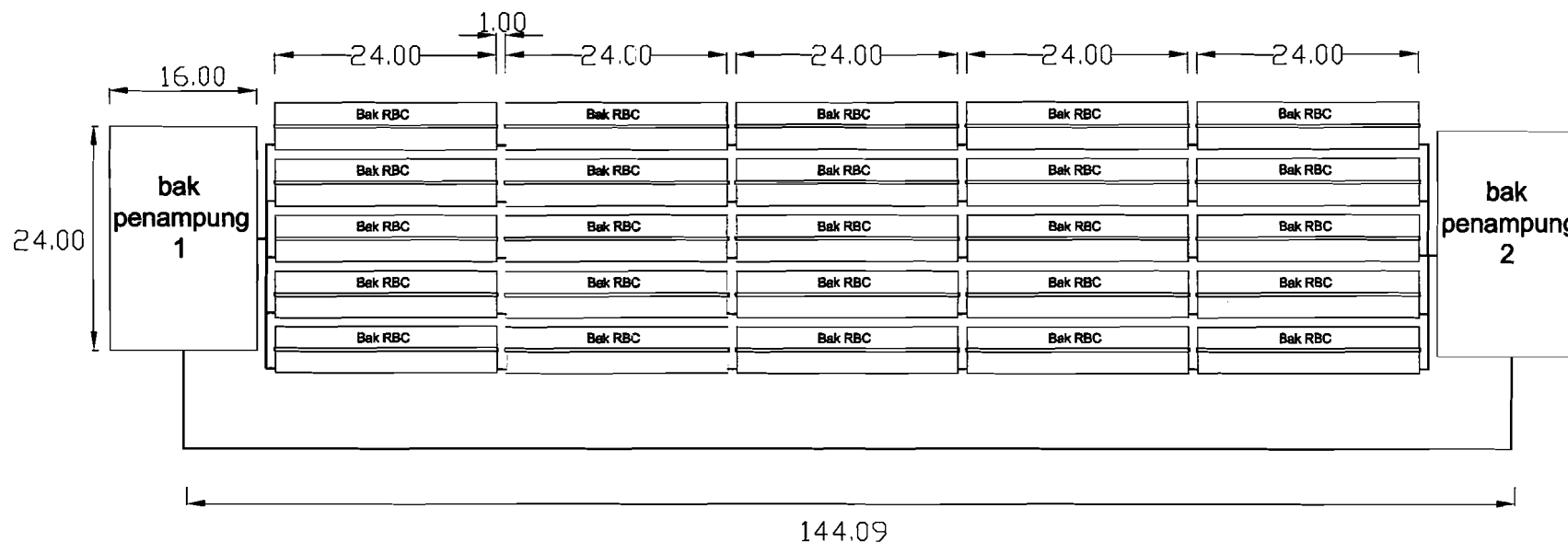
Layout Rotating
Biological Contacros

SKALA

1: 760

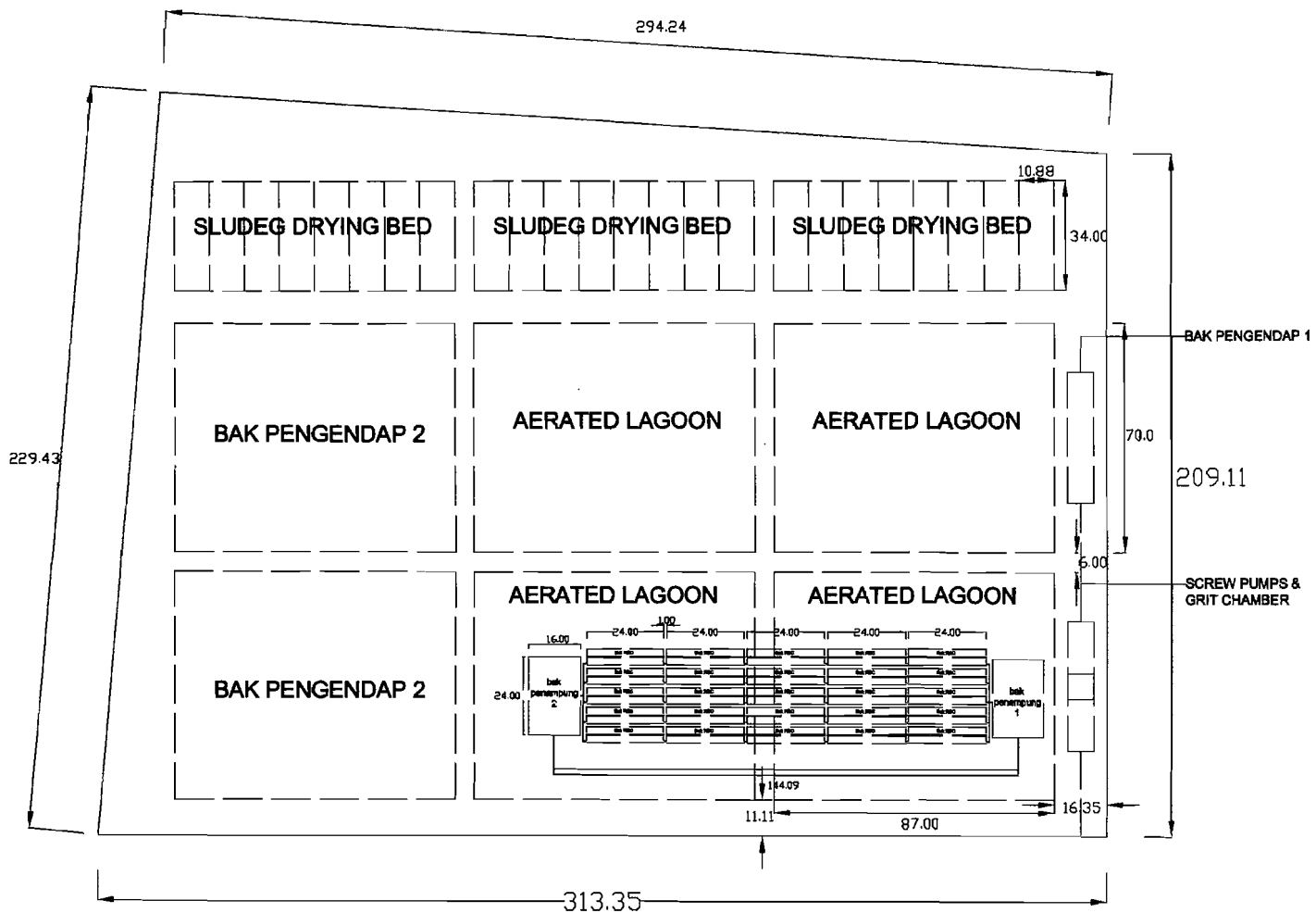
KETERANGAN

Lembar	Jumlah



Layout Rotating Biological Contacros

SKALA 1: 760



MASTER PLAN ROTATING BIOLOGICAL CONTACTORS

SKALA 1: 600

Lembar	Jumlah