

TA/TL/2004/0004

TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN UNIT BIOLOGIS
AIR BUANGAN DOMESTIK KOTA JOGJAKARTA
DENGAN MENGGUNAKAN *TRICKLING FILTER***



Disusun Oleh :

WAN FARDIYANSYAH

99 513 020

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

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN UNIT BIOLOGIS AIR BUANGAN DOMESTIK KOTA JOGJAKARTA DENGAN MENGGUNAKAN *TRICKLING FILTER*

Diajukan kepada Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S-1 Teknik Lingkungan

Disusun Oleh :

WAN FARDIYANSYAH

99 513 020

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

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN UNIT BIOLOGIS AIR BUANGAN DOMESTIK KOTA JOGJAKARTA DENGAN MENGGUNAKAN *TRICKLING FILTER*

Nama : Wan Fardiyansyah
No. Mahasiswa : 99 513 020
Program Studi : Teknik Lingkungan

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Ir. H. Kasam, MT.

Dosen Pembimbing II

Eko Siswoyo, ST



Tanggal : 8-05-04



Tanggal : 8-5-2004



*Dan Kami pasti menguji kamu sekalian dengan sedikit rasa takut, lapar, berkurangnya harta tau keluarga dan buah-buahan.
Sampaikanlah kabar gembira kepada mereka yang sabar menghadapinya
(Al Baqarah : 155)*

*Manusia dapat hidup 40 hari tanpa makan. Sekitar 3 hari tanpa air.
Dan sekitar 8 menit tanpa udara. Tapi hanya 1 detik jika tanpa harapan
(Hal Lindsey)*

Sepenuh hati, kupersembahkan karya ini kepada

Abah dan Mama' Tercinta

Yang telah berjuang membesarkanku dengan

Penuh kasih

Kakak dan Adikku Tersayang, Ita & Tika

Yang telah memberikanku arti kebersamaan

Cholifah

Untuk Dia, yang telah berani mencintaiku

PRAKATA

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Alhamdulillah *rabbi'l'alam*, 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 PERENCANAAN BANGUNAN PENGOLAHAN AIR BUANGAN DOMESTIK KOTA JOGJAKARTA DENGAN *TRICKLING FILTER*.

Selama proses pelaksanaan dan penulisan tugas akhir ini, penulis mendapatkan begitu banyak bantuan dan dukungan baik itu secara materil atau immaterial, 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 menerima dan membimbing penulis di tengah kesibukannya yang sangat padat.
2. Eko 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. Luqman Hakim, ST, M.Si atas waktu luang yang telah diberikan untuk berdiskusi dan masukan-masukannya.
5. Hudori, ST yang telah memberikan masukan-masukannya selama pelaksanaan penelitian.
6. Semua dosen yang telah membekali pengetahuan, hikmah dan doa kepada penulis selama menempuh jenjang perkuliahan.
7. Bapak Widodo yang telah banyak memberikan bantuan, motivasi dan perhatiannya selama ini.
8. Bapak Syamsudin yang telah membantu selama proses penelitian.
9. Mas Agus yang telah banyak membantu proses pelaksanaan tugas akhir ini.
10. Bapak Wahyu yang telah membantu dan arahnya selama proses pengujian laboratorium.
11. Karyawan IPAL Bantul yang telah banyak memberikan bantuan dan informasinya.
12. Kedua orang tuaku, abahanda yang terhormat, Bapak Wan Sumasno dan ibunda tercinta, Ny. Yusnani yang tak pernah bosan dan mengeluh dalam mengarahkan, membimbing, mendukung, membiayai serta mendoakan anak-anaknya untuk mencapai kesuksesan dan keberhasilan dalam mengikuti jenjang pendidikan semaksimal mungkin.
13. Kakakku Rositawati dan adikku Sy. Mustika Sari tercinta yang telah memberikan dorongan dan motivasinya selama ini.

14. Keluarga besar H. Muslimin dan Wan Mohctar (alm) atas doa,dukungan dan harapan yang telah kalian berikan, semoga dapat kuwujudkan doa-doa dan harapan kalian.
15. Bapak Suharto dan keluarga, terima kasih atas dukungan, perhatian dan pinjaman mobilnya.
16. Bidadari di serambi hatiku Dede, atas kerendahan hatimu, pengertianmu, perhatianmu, kesabaranmu, motivasi serta celoteh-celotehmu. Semoga rentang waktu dan jarak ini memberi kita kesempatan untuk lebih memaknai perjalanan selama ini, menguji “Kesejatian” dengan tetap pada satu makna “Keikhlasan”. Jangan biarkan rentang waktu dan jarak memenggal segalanya : Penantian, harapan dan do’a.
17. Roy, Alex, Arif, Fery, Rizal dan seluruh teman-teman yang selama ini sama-sama berjuang demi sebuah pengabdian.
18. Cimon, Tera, Madhan, Adi, Khanafi, Wawan, Ari, Niko dan masih banyak lagi teman-teman '99 yang tidak akan cukup untuk ditulis disini yang telah banyak membantu serta memberikan dukungan kepada penulis. Persahabatan dan kenangan-kenangan indah selama perjalananku dikampus tercinta ini takkan terlupakan.
19. Khusnul, Kuswas, Ibnu, Kris dan Jatmiko, terima kasih atas bantuan dan persahabatan yang telah kalian berikan. Jasa-jasa kalian tidak akan pernah kulupakan.
20. Widya dan Nely, semoga persahabatan yang telah kita pupuk tidak akan pudar oleh halangan apapun sampai kita tiada.

21. HMI MPO Komfak TSP yang telah banyak memberi, membentuk dan menjadikanku sangat berarti dalam menjalani kehidupan sebagai mahasiswa di kampus ini.
22. DPM, LEM dan HMTL FTSP sebagai tempatku bernaung untuk selama dikampus ini.
23. Kepada semua pihak yang belum disebutkan disini, yang telah membantu kesuksesan studi dan penulisan tugas akhir ini. Bukanlah suatu ketidakinginan ... tetapi diri-dirimu telah terukir dihatiku ...

Penulis sadar, karya yang telah dihasilkan ini tidak bersih dari berbagai kelemahan dan kekurangan, karena itu perkenankanlah 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

Wan Fardiyansyah

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
INTISARI.....	xvi
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Manfaat.....	4
1.5. Batasan Penulisan Tugas Akhir	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Umum	5
2.2. Air Buangan Domestik.....	6
2.3. Kuantitas Air Buangan.....	6
2.4. Karakteristik Air Buangan.....	7
2.5. Klasifikasi Pengolahan Air Buangan	8
2.5.1. Klasifikasi berdasarkan karakteristik pengolahan	8

2.5.2.	Klasifikasi berdasarkan tingkat pengolahan	10
2.6.	Proses Pengolahan Air Buangan Secara Biologi	12
2.7.	Sistem Pertumbuhan Lekat	13
2.8.	<i>Trickling Filter</i>	14
2.8.1.	Pengertian	14
2.8.2.	Dasar pemilihan proses	15
2.8.3.	Keuntungan dan kerugian <i>trickling filter</i>	15
2.8.4.	Proses <i>trickling filter</i>	16
2.8.5.	Mikroorganisme <i>trickling filter</i>	19
2.8.6.	Ketebalan lapisan biofilm dan <i>sloughing</i>	20
2.8.7.	Sistem distribusi	22
2.8.8.	Aklimasi mikroorganisme	23
2.8.9.	Sistem rancangan filter	24
2.8.10.	Kriteria desain <i>trickling filter</i>	26
2.9.	Landasan Teori	26
2.10.	Hipotesis	27
BAB III.	METODE PENELITIAN	28
3.1.	Lokasi Perencanaan	28
3.2.	Pengumpulan Data	28
3.3.	Proses Perencanaan	28
3.3.1.	Pemilihan kriteria perencanaan unit bangunan <i>trickling filter</i>	28
3.3.2.	Menentukan baku mutu kualitas effluen	28
3.3.3.	Perhitungan dimensi unit bangunan <i>trickling filter</i>	28
3.4.	Pembuatan Model Unit Bangunan <i>Trickling Filter</i>	29

3.5. Proses Pengujian Model	29
3.5.1. Objek penelitian	29
3.5.2. Alat dan bahan	29
3.5.3. Parameter yang diteliti	29
3.5.4. Pembibitan dan aklimasi	30
3.5.5. Pengoperasian <i>trickling filter</i>	30
3.5.6. Posisi sampling dan pengukuran	30
3.5.7. Analisa data	30
BAB IV. PERHITUNGAN, HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	32
4.1. Perhitungan	32
4.1.1. Perhitungan <i>trickling filter</i>	32
4.1.2. Perhitungan <i>trickling filter</i> skala laboratorium	43
4.2. Hasil Penelitian	48
4.3. Pembahasan	50
BAB V. PERHITUNGAN BOQ DAN RAB	61
5.1. Bill Off Quantity	61
5.2. Rancangan Anggaran Biaya	73
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN	74
6.1. Kesimpulan	74
6.2. Saran-Saran	75
DAFTAR PUSTAKA	76
Lampiran	79

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Karakteristik dan Sumber Air Buangan	7
Tabel 2.2	Takaran Aliran Untuk Trickling Filter	22
Tabel 2.3	Tipe Desain <i>Trickling Filter</i>	26
Tabel 4.1	Data Percobaan <i>Trickling Filter</i> Setelah Pembibitan	48
Tabel 4.2	Perbandingan Volume Air Tiap Konsentrasi	49
Tabel 4.3	Data Hasil Pengujian <i>Trickling Filter</i>	49
Tabel 4.4	Rerata Efisiensi (%) Penurunan Parameter dengan <i>Trickling Filter</i>	50
Tabel 5.1	Analisa Volume dan Jumlah Bahan	61
Tabel 5.2	Rekapitulasi Volume dan Jumlah Bahan	71
Tabel 5.3	Tabel RAB <i>Trickling Filter</i> IPAL Bantul Jogjakarta	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Mekanisme Transformasi Massa dalam Biofilm (BIO-BLOK®)	18
Gambar 2.2	Pipa Distribusi <i>Trickling Filter</i>	22
Gambar 2.3	Motor Lengan Distribusi	23
Gambar 3.1	Diagram Alir Tahapan Perencanaan	31
Gambar 4.1.	Grafik Efisiensi Rerata Penurunan Parameter BOD	51
Gambar 4.2.	Grafik Efisiensi Rerata Penurunan Parameter COD	52
Gambar 4.3.	Grafik Efisiensi Rerata Penurunan Parameter TSS	52
Gambar 4.4.	Grafik Efisiensi Rerata Penurunan Parameter BOD, COD dan TSS	54
Gambar 4.5.	Grafik Efisiensi Penurunan Kadar BOD pada Menit ke-30 dan 60	55
Gambar 4.6.	Grafik Efisiensi Penurunan Kadar BOD pada Menit 30 ke-dan 60	55
Gambar 4.7.	Grafik Efisiensi Penurunan Kadar BOD pada Menit 30 dan 60	56
Gambar 4.8.	Grafik Efisiensi Rata-Rata Removal Parameter BOD, COD dan TSS Pada Menit 30 dan 60	56

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A

Surat Izin Pencarian Data	79
Surat Penyampaian Hasil Analisa Air BPKL.....	80

LAMPIRAN B

Data pengendalian Kualitas IPAL Bantul Tahun 2003	81
Grafik Debit Harian IPAL Bantul Tahun 2003.....	93
Keputusan Gubernur DIY No. 214/KPTS/1991	94

LAMPIRAN C

Hasil Analisa Air Pembibitan	96
Hasil Analisa Air Penelitian	97
Hasil Analisa Air Pengenceran	98
Hasil Uji Perbedaan Efisiensi	99

Lampiran D

Tabel Perhitungan Dimensi <i>Trickling Filter</i> Skala Lapangan	105
Tabel Perhitungan Dimensi <i>Trickling Filter</i> Skala Lapangan	106
Tabel Perhitungan Pengenceran Air Limbah IPAL Bantul	107

LAMPIRAN E

Daftar Harga Satuan Pekerjaan Wilayah Kab. Bantul.....	108
Daftar Harga Pipa GI & <i>Accessories</i>	111

LAMPIRAN F

Gambar Unit, Potongan dan Detail <i>Trickling Filter</i>	114
--	-----

LAMPIRAN G

Gambar <i>Trickling Filter</i> Skala Laboratorium dan Proses Penelitian	121
---	-----

PERENCANAAN UNIT BIOLOGIS AIR BUANGAN DOMESTIK KOTA JOGJAKARTA DENGAN MENGGUNAKAN *TRICKLING FILTER*

Wan Fardiyansyah
99 513 020

Intisari

Trickling filter ialah suatu unit pengolahan air limbah secara biologi dengan media yang tersusun oleh materi kasar dan keras. Kegunaannya untuk mengolah air limbah dengan mekanisme aliran air yang jatuh dan mengalir perlahan-lahan melalui lapisan batu yang kemudian tersaring.

Perencanaan ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan *trickling filter* dalam menurunkan parameter BOD, COD, dan TSS air buangan domestik kota Jogjakarta, pada konsentrasi berapa *trickling filter* paling efisien dalam menurunkan parameter BOD, COD dan TSS air buangan kota Jogjakarta dan mengetahui perbandingan luas area yang dibutuhkan *trickling filter* dengan *aeration pond* pada IPAL Jogjakarta. Hipotesis perencanaan ini adalah *trickling filter* dapat menurunkan kadar pencemar atau memperbaiki kualitas parameter BOD, COD dan TSS air buangan domestik kota Jogjakarta sesuai dengan SK. Gubernur DI Jogjakarta No. 417/1991 tentang Baku Mutu Limbah Cair yang sudah beroperasi.

Untuk mengolah air buangan domestik kota Jogjakarta yang masuk ke IPAL Bantul dengan kapasitas $Q = 11.903 \text{ m}^3/\text{hari}$ dan $\text{BOD} = 144,4 \text{ mg/l}$, dibutuhkan 6 buah *trickling filter* dengan $D = 53 \text{ m}$ dan $h = 2,5 \text{ m}$ setiap baknya. Media filter yang digunakan adalah batu kali dengan diameter antara $2,5 - 7,5 \text{ cm}$. Penelitian *trickling filter* skala laboratorium dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi air limbah sebesar 25 %, 50 %, 75 % dan 100 % serta variasi waktu pengambilan pada menit 30 dan 60.

Efisiensi terbesar pengolahan air buangan domestik kota Jogjakarta dengan menggunakan *trickling filter* terjadi pada konsentrasi 100 % pada waktu pengambilan menit 60 dengan removal parameter BOD sebesar 55,56 %, removal parameter COD sebesar 55,84 % dan removal parameter TSS sebesar 28,57 %. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan *trickling filter* dalam meremoval air limbah domestik kota Jogjakarta sangat dipengaruhi oleh beban organik yang terdapat didalamnya. Luas area yang dibutuhkan *trickling filter* jauh lebih kecil dibandingkan dengan *aerated lagoon* dan *maturity pond* yang terdapat pada IPAL Bantul dengan perbandingan $13.230,39 \text{ m}^2 : 36.120 \text{ m}^2$ atau 1 : 2,73.

Kata Kunci : *Trickling Filter*, Air Buangan Domestik , Efisiensi dan Luas Area.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Seiring dengan semakin meningkatnya jumlah penduduk dan kondisi ekonomi masyarakat, maka akan semakin meningkat pula kebutuhan air bersih yang selanjutnya akan cenderung menghasilkan air buangan dalam jumlah yang meningkat pula. Salah satu persoalan utama yang dihadapi oleh kota Jogjakarta adalah pencemaran lingkungan yang ditimbulkan oleh pembuangan limbah. Menurut Ryadi (1984) air limbah antara lain berupa air limbah domestik maupun limbah non domestik. Air limbah domestik biasanya berasal dari buangan rumah tangga dan bangunan komersial, sedangkan air limbah non domestik berasal dari buangan industri (Tjokrokusumo, 1995).

Air buangan yang berasal dari kota Jogjakarta sebagian diolah pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Jogjakarta dan sistem pengolahan *on site*, sedangkan sisanya tidak diolah. Air buangan yang tidak diolah sebagian kecil dibuang ke sungai-sungai seperti Sungai Code, Gajahwong dan Winongo sehingga dapat menyebabkan terjadinya peningkatan pencemaran air sungai.

Wilayah pelayanan IPAL Jogjakarta meliputi (Anonim, 1991) :

1. Kotamadya Jogjakarta
2. Kabupaten Sleman

Wilayah kabupaten Sleman yang termasuk dalam area pelayanan kota Jogjakarta meliputi 5 kecamatan yaitu kecamatan Gamping, kecamatan Mlati, Kecamatan Depok, Kecamatan Ngemplak dan kecamatan Ngaglik.

3. Kabupaten Bantul

Wilayah kabupaten Bantul yang termasuk area kota Jogjakarta meliputi 3 kecamatan yaitu kecamatan Banguntapan, kecamatan Sewon dan kecamatan Kasihan.

IPAL Jogjakarta terdiri dari bangunan rumah pompa, bak pengendap pasir, bak pembagi, 4 buah kolam *aerated lagoon*, 2 kolam *maturity pond*, dan bak pengendap lumpur berkapasitas 15.500 m³/hari dibangun di Kecamatan Sewon, Kabupaten Bantul, untuk melayani sekitar 110.000 jiwa pada tahun 2002 dengan sambungan rumah sebanyak 17.000 unit dan non-perumahan 4.300 unit. Kualitas BOD buangan akhir setelah melalui IPAL yang dibuang langsung ke Sungai Bedog adalah sekitar 30 mg/l. (<http://www.pu.go.id/publik/cipta%20karya/html/ind/ipalygy.htm>).

Desain IPAL didasarkan pada konsep kolam aerasi fakultatif. Outlet IPAL dialirkan ke sungai Belog dengan BOD effluen kurang dari 50 mg/l (Turyana, 2003). Karakteristik air buangan yang masuk ke IPAL Jogjakarta sebelum diolah pada bulan April 2003 yaitu BOD 144,4 mg/l; COD 425,6 mg/l; SS 258,9 mg/l; pH 6,9; Suhu 29,2 °C dan DO 0,8 mg/l dengan Debit 11.093 m³/hari (Anonim, 2003).

Tujuan pengolahan limbah cair adalah menurunkan kadar zat-zat yang terkandung didalam air limbah sampai memenuhi persyaratan effluen yang berlaku dan untuk melindungi kesehatan masyarakat (Djajadiningrat, 1992). Air limbah domestik umumnya mengandung bahan organik yang pengolahannya dapat dilakukan dengan proses biologis. Menurut Tjokrokusumo (1995) sebagai pengolahan sekunder, pengolahan secara biologis dipandang sebagai pengolahan yang paling murah dan efisien. Pengolahan biologis pada dasarnya merupakan pengolahan air buangan dengan memanfaatkan mikroorganisme aktif yang dapat

menstabilisasi air buangan yang bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan partikel koloid yang tidak terendapkan, dan penguraian zat organik oleh mikroorganisme menjadi zat-zat yang lebih stabil (Djajadiningrat, 1992).

Trickling filter ialah suatu unit pengolahan air limbah secara biologi dengan media yang tersusun oleh materi kasar, keras dan kedap air. Kegunaannya untuk mengolah air limbah dengan mekanisme aliran air yang jatuh dan mengalir perlahan-lahan melalui lapisan batu yang kemudian tersaring (Suriawiria, 1986). Menurut Jenie (1985) *trickling filter* dirancang untuk menangani limbah cair yang encer.

Gambaran mengenai kondisi air buangan kota Jogjakarta diatas mendorong peneliti untuk melakukan perancangan alternatif pengolahan air buangan domestik kota Jogjakarta dengan *trickling filter* dengan harapan dapat menurunkan kadar air buangan sesuai dengan baku mutu air limbah yang berlaku.

1.2 Perumusan Masalah

1. Seberapa besar kemampuan *trickling filter* dalam menyisihkan parameter BOD, COD dan TSS air buangan domestik kota Jogjakarta ?
2. Apakah air buangan domestik kota Jogjakarta sudah memenuhi syarat baku mutu limbah cair yang berlaku setelah diolah dengan menggunakan *trickling filter* ?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui kemampuan *trickling filter* dalam menurunkan parameter BOD, COD, dan TSS air buangan domestik kota Jogjakarta.

2. Mengetahui perbandingan luas area yang dibutuhkan *trickling filter* dengan *aeration pond* pada IPAL Jogjakarta.
3. Mengetahui pada konsentrasi berapa *trickling filter* paling efisien dalam menurunkan parameter BOD, COD dan TSS air buangan domestik kota Jogjakarta.

1.4 Manfaat

Manfaat yang akan didapat dari perencanaan bangunan pengolahan air buangan domestik Kota Jogjakarta ini adalah :

1. Memberikan informasi serta sumbangan pemikiran tentang kemampuan *trickling filter* dalam menurunkan parameter pencemar BOD, COD dan TSS untuk air buangan domestik kota Jogjakarta bagi Pemerintah Daerah Jogjakarta serta masyarakat luas yang memerlukan.
2. Memberikan sumbangan / wawasan ilmu pengetahuan perencanaan pengolahan bangunan air buangan khususnya *trickling filter* bagi mahasiswa Teknik Lingkungan.

1.5 Batasan Penulisan Tugas Akhir

Di dalam perencanaan ini dibatasi oleh hal-hal sebagai berikut :

1. Menghitung dimensi *trickling filter* skala laboratorium.
2. Pengujian kemampuan *trickling filter* skala laboratorium.
3. Parameter yang dianalisis meliputi BOD, COD dan TSS.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Air buangan diartikan sebagai kejadian masuknya atau dimasukkannya benda padat, cair dan gas ke dalam air dengan sifatnya yang berupa endapan atau padat, padat teruspensi, terlarut, sebagai koloid, emulsi yang menyebabkan air dimaksud harus dipisahkan atau dibuang dengan sebutan air buangan. Air buangan berasal dari buangan rumah tangga, sekolah, perkantoran, hotel, Rumah Sakit, pasar dan pertokoan dan lain-lain disebut air buangan domestik (Tjokrokusumo, 1995).

Pengolahan terhadap air buangan sangat penting dilakukan sebagai upaya untuk mengurangi konsentrasi polutan dalam air buangan sehingga aman untuk dibuang ke badan air penerima. Air limbah sangat berbahaya terhadap kesehatan manusia mengingat bahwa banyak penyakit yang ditularkan melalui air limbah (Sugiharto, 1987).

Apabila air limbah tidak diolah secara memadai dapat mengakibatkan bahaya polusi perairan maupun di tanah atau pencemaran yang kemudian menimbulkan ketidaksinambungan dalam kehidupan karena hilangnya estetika dan konservasi alam, dan akhirnya bahaya ancaman bagi kualitas manusia yang hidup di sekitarnya. Bukti ini menarik perhatian kepada masyarakat bahwa tidak ada jalan lain kecuali pengamanan melalui pengaturan dan pengolahan yang proposional (Tjokrokusumo, 1995).

2.2 Air Buangan Domestik

Sumber utama dari air buangan domestik berasal dari perumahan dan daerah perdagangan (Sugiharto, 1987). Adapun sumber lain adalah perkantoran atau lembaga serta fasilitas rekreasi.

2.3 Kuantitas Air Buangan

Kuantitas air buangan yang dimaksud adalah volume debit air buangan yang berasal dari air buangan rumah tangga, perdagangan, perkantoran dan rekreasi serta infiltrasi.

Kuantitas air buangan dikumpulkan dalam saluran pengolahan air buangan untuk selanjutnya dialirkan menuju bangunan pengolahan. Infiltrasi yang mempengaruhi debit air buangan berasal dari infiltrasi air permukaan atau air hujan yang dapat masuk melalui *manhole*, sedangkan infiltrasi air tanah dapat masuk dari sambungan pipa yang kurang rapat, pipa bocor dan lain-lain.

Sumber air buangan domestik diperhitungkan berasal dari :

1. Air buangan daerah pelayanan, besarnya diperkirakan 70 % dari konsumsi air bersih;
2. Air buangan akibat infiltrasi dari air permukaan, air hujan dan sambungan saluran air buangan, yang diperkirakan sebesar 10 – 20 % dari kebutuhan air bersih.

Dalam menentukan debit air buangan untuk perencanaan bangunan pengolahan air buangan domestik perlu diperhatikan :

1. Sumber atau asal air buangan;
2. Besarnya pemakaian kebutuhan air bersih;
3. Besarnya curah hujan dan faktor pengaliran.

Debit rata-rata air buangan yang terjadi diperhitungkan berdasarkan besarnya jumlah pemakaian bersih dan kehilangan air. Dalam pengalirannya debit air buangan akan mengalami fluktuasi.

Fluktuasi debit air buangan ialah suatu keadaan pada saat tertentu debit air buangannya menjadi berubah debit maksimum dan minimum. Hal ini terjadi karena perbedaan aktivitas penduduk antara siang dan malam. Debit air buangan mencapai maksimum pada siang hari dan minimum pada malam hari.

2.4 Karakteristik Air Buangan

Secara umum karakteristik air limbah dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) bagian yaitu karakteristik fisik, kimia dan biologis.

Tabel 2.1. Karakteristik dan Sumber Air Buangan

Karakteristik	Parameter	Sumber
1. Fisik	Warna	Limbah domestik dan industri, pembusukan alami material organik
	Bau	Dekomposisi air buangan dan limbah industri
	Bahan Padat	Suplai air domestik, limbah domestik dan industri, erosi tanah, <i>inflow/infiltrasi</i>
	Suhu	Limbah domestik dan industri
2. Kimia	Organik :	
	Karbohidrat	Limbah domestik, komersial dan industri
	Lemak dan minyak dan <i>grease</i>	Limbah domestik, komersial dan industri
	Pestisida	Limbah pertanian
	Phenol	Limbah industri
	Protein	Limbah domestik, komersial dan industri
	<i>Priority pollutants</i>	Limbah domestik, komersial dan industri
	<i>Surfactants</i>	Limbah domestik, komersial dan industri
	Komponen volatile organik	Limbah domestik, komersial dan industri
Lain-lain	Pembusukan alami material organik	

Lanjutan Tabel 2.1.

Karakteristik	Parameter	Sumber
	Anorganik :	
	Alkalinity	Limbah domestik, suplai air domestik, infiltrasi air tanah
	Chlorida	Limbah domestik, suplai air domestik, infiltrasi air tanah
	Logam berat	Limbah industri
	Nitrogen	Limbah domestik dan pertanian
	PH	Limbah domestik, komersial dan industri
	Phospor	Limbah domestik, komersial dan industri; <i>natural runoff</i>
	<i>Priority pollutants</i>	Limbah domestik, komersial dan industri
	Sulfur	Suplai air domestik; limbah domestik, komersial dan industri
	Gas :	
	Hydrogen sulfida	Dekomposisi limbah domestik
	Methan	Dekomposisi limbah domestik
	Oksigen	Suplai air domestik, infiltrasi air permukaan
Biologi	Binatang	Open watercourses dan pengolahan pabrik
	Tumbuhan	Open watercourses dan pengolahan pabrik
	<i>Protists</i> :	
	<i>Eubacteria</i>	Limbah domestik, infiltrasi air permukaan, pengolahan pabrik
	<i>Archaeobacteria</i>	Limbah domestik, infiltrasi air permukaan, perencanaan pengolahan
	Virus	Limbah domestik

Sumber : Metcalf & Eddy, 1991

2.5 Klasifikasi Pengolahan Air Buangan

2.5.1 Klasifikasi berdasarkan karakteristik pengolahan

a. Pengolahan fisik

Pengolahan fisik merupakan pengolahan yang menggunakan prinsip-prinsip fisik dengan tujuan untuk mengurangi sifat-sifat fisik dari air buangan seperti : zat padat kasar, zat padat terapung, zat padat terlarut, lemak dan lain-lain (Djajadiningrat, 1992) yang meliputi unit-unit pengolahan fisik yaitu :

1. Penyaring (*screen*);
2. Pemecahan benda-benda kasar (*comminutor*);
3. Pengendapan pasir (*grit chamber*);
4. Pengendapan (*mixing sedimentation*);
5. Pengapungan (*flotasi*);
6. Pengenceran (*ekstraksi*);
7. Vacuum filtrasi;
8. Transfer panas dan pengeringan.

b. Pengolahan kimia

Pengolahan secara kimia adalah proses untuk memperbaiki kualitas air buangan dengan menggunakan bahan-bahan kimia. Pengolahan ini bertujuan untuk menghilangkan partikel-partikel tersuspensi dan partikel koloid pada air buangan (Tchobanoglous, 1991).

Unit-unit pengolahan kimia meliputi :

1. Koagulasi;
2. Desinfeksi;
3. Adsorpsi;
4. Transfer oksigen.

c. Pengolahan biologis

Pengolahan biologis pada dasarnya merupakan pengolahan air buangan dengan memanfaatkan mikroorganisme aktif yang dapat menstabilisir air buangan yang bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan partikel koloid yang tidak terendapkan, dan penguraian zat organik oleh mikroorganisme menjadi zat-zat yang lebih stabil (Djajadiningrat, 1992).

2.5.2 Klasifikasi berdasarkan tingkat pengolahan

Menurut Davis (1991) tingkat pengolahan air buangan terdiri dari :

a. Pengolahan primer (Pengolahan Tingkat I)

Pengolahan primer meliputi pengolahan pendahuluan (*Primary treatment*) yang terdiri dari operasi pemisahan secara mekanis untuk memisahkan barang-barang yang terapung berukuran relatif besar, misalnya gabus, plastik, sampah, potongan kayu dan sebagainya.

Pemisahan disaring dengan *bar screen* dan kalau ada benda terapung dan mengambang yang masih kecil diracik dengan *communitor*. Untuk pemisahan zat padat organik yang berukuran relatif lebih kecil seperti pasir atau kerikil halus dan bahan kasar lainnya seperti kaca, seng atau besi digunakan *grit chamber*.

Selain air limbah melewati unit-unit pra pengolahan, kemudian masuk ke unit pengolahan pertama yaitu tangki sedimentasi I, di sini air limbah mengalami pemisahan secara fisik dari kandungan zat organik yang ringan, mudah busuk, berukuran relatif besar. Prinsip pemisahan zat cair secara gravitasi didasarkan pada perbedaan berat jenis antara zat padat dan zat cair. Apabila pengolahan primer ini dapat berjalan secara optimal maka dapat mereduksi BOD sebesar 30 % dan SS sebesar 60 %.

b. Pengolahan sekunder (Pengolahan Tingkat II)

Pengolahan sekunder dapat mereduksi zat organik (kandungan BOD) dari efluen air limbah yang berasal dari tangki sedimentasi I serta sekaligus menurunkan kandungan zat padat (SS).

Pengolahan sekunder biasanya menggunakan dasar unit proses oksidasi secara aerobik biologis, yang terdiri dari unit pengolahan biologis dan dilengkapi dengan unit tangki sedimentasi sekunder.

Proses dari unit pengolahan biologis ini dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Proses pengembangan mikroorganisme yang disuspensikan (*Suspended growth process*);
2. Proses perkembangan mikroorganisme yang dilekatkan (*Attached growth process*).

Kedua jenis proses menggunakan populasi mikroorganisme terutama bakteri yang memakan zat organik dan unsur lainnya (nutrien) pada saat adanya oksigen, untuk memelihara kelangsungan hidupnya sendiri dan berkembangnya mikroorganisme maka dipertahankan dalam keadaan suspensi dalam cairan. Proses ini terjadi pada proses *activated sludge*, *aerated lagoon* dan kolam-kolam oksidasi.

Pada proses mikroorganisme yang dilekatkan, masa mikroorganisme menempel pada suatu media lembab, misalnya batu keramik yang dirancang secara khusus atau bahan lainnya. Contohnya : *trickling filter* dan RBC (*Rotating Biological Contractor*).

Effluen dari kedua sistem proses tersebut masih mengandung zat padat biologis tersuspensi dalam konsentrasi tinggi, maka perlu pengolahan berikutnya yaitu pemisahan mekanis dan sedimentasi untuk effluen akhir yang memenuhi standar. Endapan yang dihasilkan dinamakan lumpur sekunder (*secondary sludge*) dan lumpur ini harus diolah lagi dengan pengolahan yang hampir sama dengan pengolahan lumpur primer.

c. Pengolahan tersier (Pengolahan Tingkat III)

Pengolahan tersier ini digunakan hanya apabila diperlukan. Fungsi dari pengolahan tersier adalah mereduksi kandungan anorganik dan organik dari effluen hasil pengolahan primer dan sekunder atau dapat dikatakan untuk memperoleh kualitas BOD dan SS effluen yang lebih baik.

Pengolahan tersier dapat bersifat fisik, kimia, biologis dan kombinasi dari ketiganya. Proses pengolahan tersier mempunyai pengaruh yang kecil terhadap bahan-bahan yang dikandungnya, seperti senyawa-senyawa organik *non biodegradable*, deterjen, garam anorganik terlarut dan nutrisi terlarut khususnya nitrogen dan fosforous, maka dari itu diperlukan jenis pengolahan lanjut.

d. Pengolahan lanjut

Pengolahan lanjut ini mempunyai tujuan mengolah endapan lumpur stabil yang terdapat pada proses pengolahan primer dan sekunder serta dapat juga dari pengolahan tersier, sehingga volume lumpur dapat direduksi.

Instalasi pengolahan yang merupakan gabungan dari tahap pengolahan primer, sekunder, tersier dan kadang-kadang pengolahan lanjut dalam suatu fasilitas disebut instalasi pengolahan konvensional.

2.6 Proses Pengolahan Air Buangan Secara Biologi

Pengolahan air limbah secara biologi merupakan proses yang melibatkan kegiatan mikroba dalam air untuk melakukan transformasi senyawa-senyawa kimia yang terkandung dalam air menjadi bentuk atau senyawa lain. Transformasi bahan-bahan organik yang terkandung dalam menjadi gas-gas CO_2 , CH_4 dan H_2S

merupakan contoh yang jelas mengenai proses yang melibatkan kegiatan mikroba tersebut (Cik, 2000).

Proses ini dilaksanakan bila proses fisika dan kimia atau gabungan kedua proses tersebut tidak lagi memuaskan. Proses ini selain mengambil manfaat yang lebih tinggi juga lebih mudah penanganan maupun biayanya (Ginting, 1995).

Menurut Suriawiria (1986) pengolahan secara biologi dapat berjalan dengan baik memerlukan kondisi lingkungan yang optimum yang sesuai bagi persyaratan hidup mikroorganisme untuk melaksanakan konversi bahan-bahan organik menjadi serat sel serta pembuangan selanjutnya secara efektif. Konversi biologi dapat dilaksanakan baik dengan cara aerobik maupun anaerobik.

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

2.7 Sistem Pertumbuhan Lekat

Sistem pertumbuhan lekat adalah suatu sistem penggunaan mikroba pada proses dekomposisi suatu bahan dengan cara menumbuhkannya pada permukaan suatu media. Dalam hal ini mikroba yang berperan didalam proses akan tumbuh dan berkembang melekat pada permukaan media membentuk suatu lapisan tipis biomassa (biofilm) (Sumekar dan Tjahjono, 1994).

Biofilm adalah suatu istilah yang digunakan untuk menggambarkan suatu lingkungan kehidupan yang khusus dari sekelompok mikroorganisme, yang melekat ke suatu permukaan padat dalam lingkungan perairan. Hal ini menjadi

mikrolingkungan yang unik dimana mikroorganisme dalam biofilm berbeda secara structural maupun fungsional dengan yang hidup bebas (planktonik) (Jamilah,2003).

Biofilm terbentuk karena adanya interaksi antara bakteri dan permukaan yang ditemplei. Interaksi ini terjadi dengan adanya faktor-faktor yang meliputi kelembaban permukaan, makanan yang tersedia, pembentukan matrik ekstraseluler (exopolimer) yang terdiri dari polisakarida, faktor-faktor fisikokimia seperti interaksi muatan permukaan dan bakteri, ikatan ion, ikatan Van Der Waals, pH dan tegangan permukaan serta pengkondisian permukaan. Dengan kata lain terbentuknya biofilm adalah karena adanya daya tarik antara kedua permukaan (psikokimia) dan adanya alat yang menjembatani pelekatan (matrik eksopolisakarida) (Jamilah,2003).

Sistem pertumbuhan lekat terbagi menjadi (Metcalf & Eddy, 1991) :

a. Pertumbuhan lekat aerob

Proses pengolahan dengan pertumbuhan lekat aerob adalah untuk mengolah materi organik pada air buangan dan digunakan pula untuk mencapai proses nitrifikasi. Proses pertumbuhan lekat aerob terdiri dari *trickling filter*, *rotaring biological contactor*, dan *reactor fixed film nitrifikasi*.

b. Pertumbuhan lekat anaerob

Proses pengolahan dengan pertumbuhan lekat anaerob terdiri dari *anaerobic filter* dan *expanded-bed* yang digunakan untuk proses denitrifikasi.

2.8 *Trickling Filter*

2.8.1 Pengertian

Trickling filter ialah unit pengolahan air limbah secara biologi dengan media yang tersusun oleh materi kasar, keras dan kedap air. Kegunaannya untuk

mengolah air limbah dengan mekanisme perlahan-lahan melalui lapisan batu yang kemudian tersaring (Suriawira, 1986).

Trickling filter dirancang untuk menangani limbah cair yang encer. Limbah-limbah dengan bahan pertikulat yang tinggi seperti rabuk hewan cair, merupakan limbah yang tidak cocok untuk ditangani dengan *trickling filter*. *Trickling filter* bukan filter dari unit-unit oksidasi aerobik yang menyerap dan mengoksidasi bahan organik dalam limbah melalui media filter (Jenie, 1985).

Menurut Mahida (1983), *trickling filter* pada dasarnya merupakan sebuah saluran buatan yang terbuat dari bahan-bahan kasar, keras tidak menentu, padat disusun dengan baik dalam tangki beton yang dangkal diatas dimana air limbah disemprotkan. Air limbah itu menetes kebawah melalui saringan dalam bentuk selaput tipis daerah permukaan medium penyaring yang berhubungan dengan udara.

2.8.2 Dasar pemilihan proses

Cahyani (1997) mengemukakan bahwa pengolahan air buangan dengan proses *fixed film* metode *trickling filter* banyak digunakan dewasa ini, karena metode *trickling filter* mempunyai banyak keuntungan, antara lain :

1. Desain dan alatnya sangat sederhana
2. Alat yang digunakan tidak memerlukan lahan yang luas
3. Bahan yang digunakan ada di lingkungan sekitar
4. Pengoperasiannya sederhana dan reaksi yang terjadi cukup efektif.

2.8.3 Keuntungan dan kerugian *trickling filter*

Keuntungan pengolahan air buangan dengan *trickling filter* dibandingkan dengan sistem lainnya (Sumekar dan Tjahjono, 1994; Winarno, 1986) yaitu :

1. Tidak memerlukan pengadukan untuk mendistribusikan mikroorganisme dalam substrat.
2. Relatif tidak sensitif terhadap perubahan beban organik dan beban hidrolis yang sifatnya mendadak.
3. Apabila terjadi pemasukan senyawa yang bersifat racun pada proses dapat dikendalikan dengan lebih mudah.
4. Dapat digunakan untuk mengolah limbah dengan beban organik tinggi dengan lebih efisien (COD diatas 4000 mg/l).
5. Dapat menangani limbah dengan beban organik rendah (COD dibawah 4000 mg/l) tanpa memerlukan sirkulasi.
6. Menurunkan BOD 50 – 90 %.
7. Mampu membersihkan sendiri.

Kerugian pengolahan air buangan dengan *trickling filter* dibandingkan dengan dengan sistem lainnya (Sumekar dan Tjahjono, 1994; Winarno, 1986) yaitu :

1. Media filter menempati ruangan dalam reaktor, menyebabkan ukuran reaktor lebih besar.
2. Harga media filter relatif mahal.
3. Biaya konstruksi mahal.
4. Kehilangan tekanan cukup besar.

2.8.4 Proses *trickling filter*

Proses *trickling filter* merupakan suatu metode untuk mengoksidasi bahan-bahan yang dapat membusuk dan tersisa setelah pengolahan primer, effluen pengendapan primer biasanya mengandung bahan organik 60 % - 80 % dari mula-mula ada dalam air limbah (Fair, Geyer dan Okun, 1986).

Air limbah yang diolah dengan *trickling filter* harus terlebih dahulu diendapkan. Karena pengendapan dimaksudkan untuk mencegah penyumbatan pada distribusi dan media filter (Suriawiria, 1986).

Air limbah mengalir ke permukaan *trickling filter* secara terputus-putus dengan satu atau berupa distributor dan merembes ke bawah menembus dasarnya ke drainase bawah, dan akan terkumpul dan dialirkan melalui suatu pelepasan.

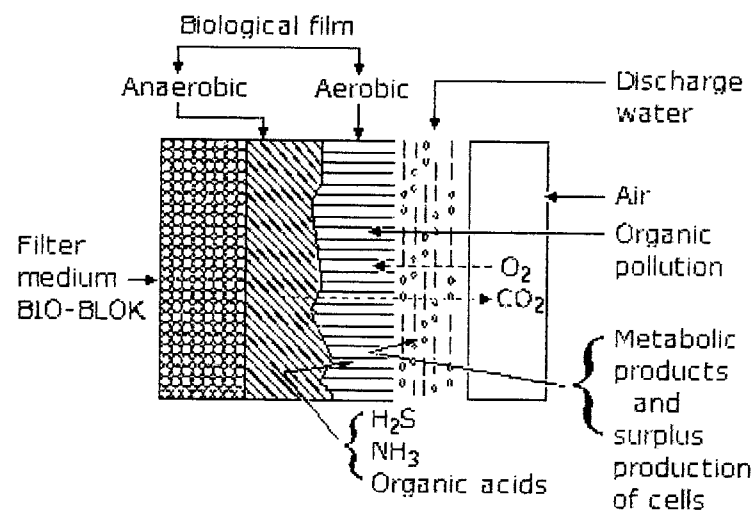
Suatu lapisan film biologi akan terbentuk pada media filter dan pada bahan-bahan padat halus yang terapung, koloidal serta bahan padat organik terlarut dari air limbah yang bersangkutan akan terkumpul pada lapisan film ini dan oksidasi biokimia dari bahan organik dikerjakan oleh bakteri aerobik. Suatu filter baru yang akan dipergunakan untuk pertamakalinya biasanya tidak cukup efektif, selama kira-kira 2 minggu hingga terbentuk lapisan film. Lapisan ini akhirnya menjadi cukup tebal karena berkumpulnya bahan organik dan akan berganti kulit dari saat ke saat akan dilepaskan bersama aliran limbah filter tetesan, sehingga filter tetesan akan membutuhkan pengendapan untuk membuang bahan-bahan padat yang melalui filter (Linsley, Franzini dan Sasongko, 1986).

Proses pembentukan dan kolonisasi biofilm diawali dengan produksi slime dan kapsul bakteri yang menempel pada permukaan media. Penempelan pada awalnya kemungkinan terjadi karena ikatan kimia dan gaya *Van Der Waals*. Proses penempelan berlangsung sangat cepat dan bakteri *Z. ramigera* adalah seringkali sebagai pembentuk koloni awal. Pembentukan koloni oleh bakteri heterotrop lain juga berjalan cepat. Setelah lima hari, komposisi bakteri pada biofilm akan terdiri dari bermacam-macam kumpulan bakteri, jenis-jenis filamen yang dominan. Setelah periode waktu lebih dari satu minggu, akan ditumbuhi sedikit jamur yang akan ikut berperan dalam penurunan kandungan BOD dalam air. Lapisan biofilm yang sudah

matang atau terbentuk sempurna akan tersusun dalam tiga lapisan kelompok bakteri : lapisan paling luar adalah sebagian besar berupa jamur; lapisan tengah adalah jamur dan algae; dan lapisan paling dalam adalah bakteri, jamur dan algae (Slamet dan Masduqi, 2000).

Ketika air limbah melintasi pada permukaan biofilm, material organik dalam air limbah bersama-sama dengan oksigen dan nutrien, akan terdifusi kedalam biofilm dan dioksidasi oleh mikroorganisme heterotrop. Proses oksidasi heterotrop ditujukan untuk mendapatkan energi dan senyawa-senyawa baru untuk pembentukan sel baru (slamet dan Masduqi, 2000).

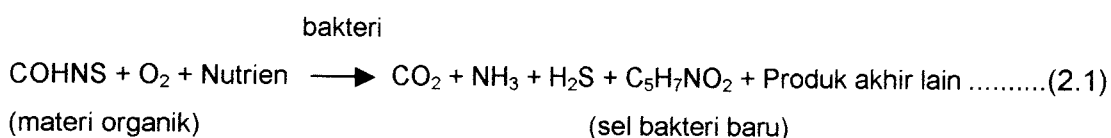
Skematik mekanisme transformasi materi organik dan substansi lain dari air kedalam biofilm disajikan dalam gambar 2.1. Dalam gambar nampak bahwa transportasi materi organik, oksigen terlarut dan nutrien terjadi secara simultan dengan mengeluarkan produk-produk samping hasil oksidasi.



Gambar 2.1 Mekanisme Transformasi Massa dalam Biofilm (BIO- BLOK®)

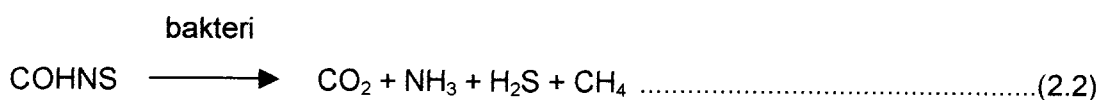
Pada *trickling filter* materi organik dan koloid dirombak dengan proses oksidasi aerobik, biosorpsi, koagulasi dan dekomposisi anaerobik. Pada *trickling filter* tidak terjadi perombakan / pengolahan oleh pengeringan secara mekanik (Ramalho, 1983).

Reaksi oksidasi aerobik yang terjadi pada *trickling filter* dapat dijelaskan sebagai berikut :



Biosorpsi adalah adsorpsi secara biologi. Merupakan suatu proses pengumpulan substansi terlarut pada lapisan biologi *trickling filter*. Koagulasi merupakan proses pengentalan / pembekuan dari bahan atau partikel koloid (Tchobanoglous, 1991).

Menurut Davis (1991), koagulasi merupakan proses untuk membuat koloid melekat satu sama lain menjadi flok. Dekomposisi anaerobik yang terjadi pada *trickling filter* seperti reaksi di bawah ini :



Denitrifikasi secara mikrobial terjadi dibawah kondisi anoxic (tanpa oksigen) dimana nitrit dan nitrat digunakan sebagai penerima elektron sama seperti oksigen. Nitrat dan nitrit direduksi menjadi gas nitrogen, hasil dari reduksi kandungan nitrogen dalam air limbah yang meninggalkan cairan (Cik, 2000).

2.8.5 Mikroorganisme *trickling filter*

Trickling filter merupakan saringan biologis pada saat beroperasi kondisinya adalah aerob sehingga terjadi aktivitas aerob pada mikroorganisme, kemudian

setelah terbentuk lapisan pada media trickling filter menjadi aktivitas anaerob pada mikroorganisme yang merupakan suatu yang mendasar pada pengoperasian *trickling filter*.

Bila diklasifikasikan, *trickling filter* sebenarnya bukan unit pengolahan yang betul – betul aerobik tetapi agak mengarah ke sistem fakultatif, sehingga mikroorganismenya menggambarkan suasana atau kondisi filter yang fakultatif. Mikroorganisme yang dominan adalah bakteri aerob, fakultatif dan anaerob. Pada permukaan anaerob yang terdapat pada bagian atas filter terdapat *Bacillus*. Pada kondisi anaerob terdapat *Desulfovibrio*, dimana pada kondisi ini lapisan batu penyaring oksigen betul – betul tidak ada. Bakteri yang terdapat adalah bakteri fakultatif yang hidup secara aerob bila oksigen ada dan hidup secara anaerob bila sudah tidak ada oksigen. Bakteri fakultatif pada *trickling filter* adalah *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium* dan *Micrococcus* (Tchobanoglous, 1991).

Jamur juga terdapat pada *trickling filter*. Sebagai organisme aerob, kehidupan jamur hanya pada daerah dimana tersedia oksigen. Jamur harus bersaing dengan bakteri untuk mendapatkan makanan. Pada pH rendah jamur dapat lebih dominan dari bakteri.

Selain tanaman mikrobial terdapat beberapa populasi binatang. *Protozoa* merupakan mikrobial yang dominan. Hewan besar yang terdapat pada filter meliputi cacing, keong air dan serangga. Hewan ini hidup pada kondisi aerob di permukaan *trickling filter*.

2.8.6 Ketebalan lapisan biofilm dan *sloughing*

Ketebalan lapisan biofilm sekitar 0,1 – 0,2 mm. Bila ketebalan melebihi 0,2 mm maka dapat menimbulkan efek yang merugikan pada pengoperasian *trickling*

filter, dapat terjadi penyumbatan media lalu merusak aliran air buangan dan transfer oksigen pada mikroorganisme aerobik (Ramalho, 1983).

Media organik dari air limbah teradsorpsi ke dalam lapisan biologi. Materi organik yang terdapat pada air limbah didegradasi oleh populasi mikroorganisme yang menempel pada media penyaring. Menurut Sumekar dan Tjahjono (1994), apabila lapisan menjadi tebal akan terjadi proses anaerobik yang menimbulkan bau. Ketebalan lapisan biofilm dapat dikendalikan dengan mengatur distribusi cairan pada media.

Ketebalan lapisan biofilm sangat tergantung pada jumlah material organik dan oksigen yang tersedia untuk pertumbuhan mikroorganisme. Ketebalan lapisan biofilm memiliki keterbatasan sampai nutrisi mampu menjangkau mikroorganisme yang terletak pada lapisan yang paling dalam. Pada saat tertentu ketebalan biofilm akan mencapai ketebalan maksimum dimana pada kondisi ini, sumber makanan dan nutrisi tidak mampu berdifusi sampai ke lapisan yang paling dalam. Akibat terhentinya suplai makanan maka mikroorganisme pada lapisan bagian dalam akan mengalami respirasi *endogenous* dengan memanfaatkan sitoplasmanya untuk mempertahankan hidup. Pada kondisi seperti ini mikroorganisme akan kehilangan kemampuan untuk menempel pada media, kemudian terlepas dan terbawa keluar dari sistem biofilter bersama dengan aliran air, mekanisme pengelupasan ini dikenal sebagai "*Sloughing*" (Slamet dan Masduqi, 2000).

2.8.7 Sistem distribusi

Sistem distribusi air limbah pada *trickling filter* dapat terdiri dari dua lengan atau lebih yang dapat berputar dengan arah horizontal. Lengan distribusi ditempatkan pada bagian atas filter. Alat pembagi yang berputar terdiri dari pipa yang diberi lubang pada satu sisinya. Berputarnya lengan distribusi dapat

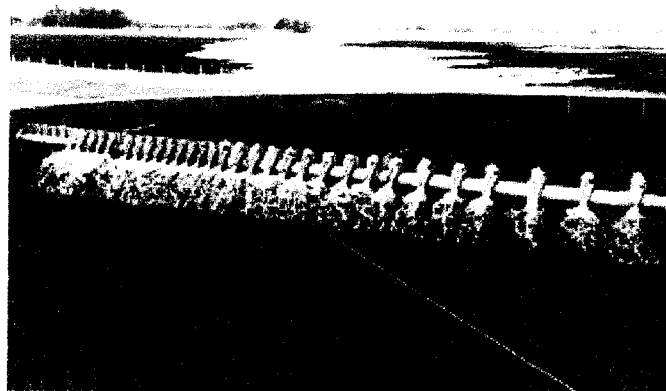
dikarenakan reaksi dinamik debit air limbah atau dijelankannya dengan motor (Tchobanoglous, 1991).

Jarak antara lengan distribusi dengan puncak media saringan biasanya sebesar 150 – 225 mm. Jarak ini memungkinkan aliran air limbah dari lubang distribusi tersebar merata pada permukaan media filter. Gambar lengan distribusi dan motor lengan distribusi dapat dilihat pada gambar 2.2 dan 2.3. Takaran aliran untuk trickling filter dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Takaran Aliran Untuk Trickling Filter

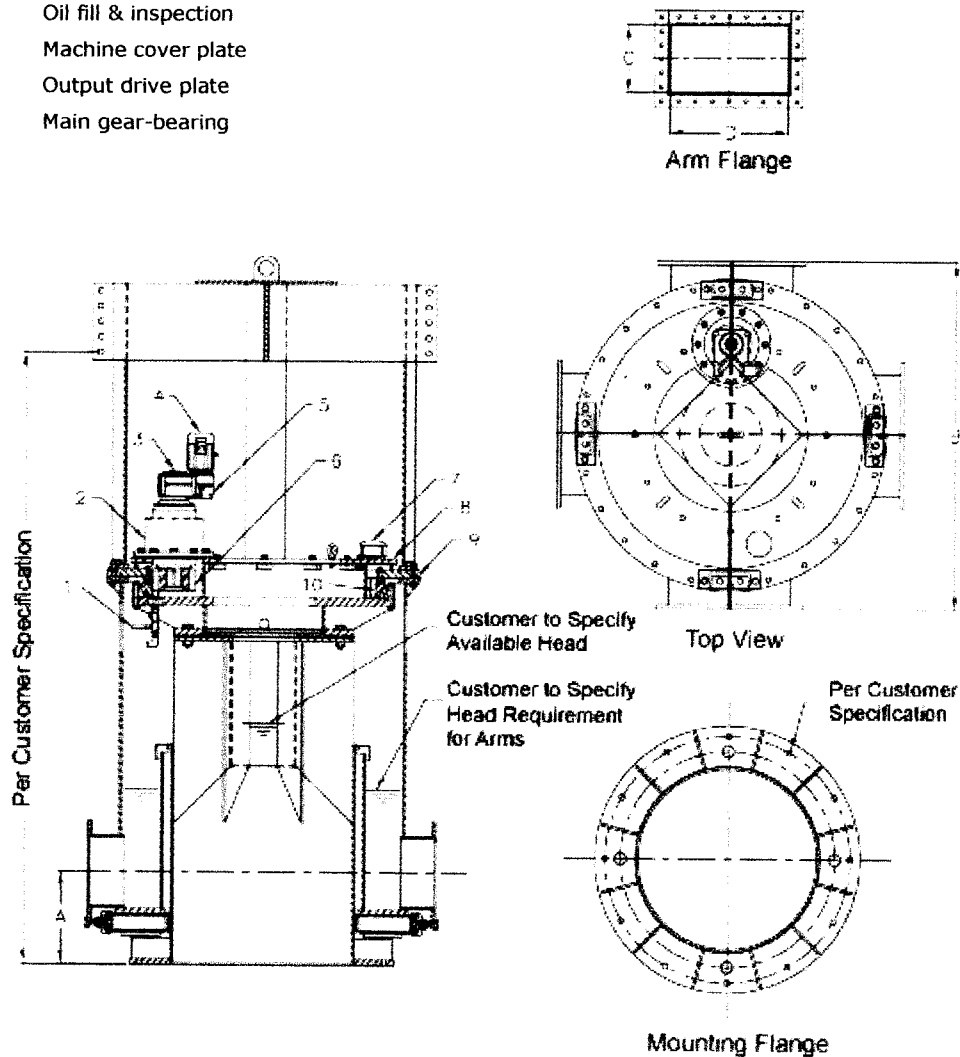
Beban Organik (Lb BOD₅/10³ft³)	Takaran Aliran (Inchi/celah)
< 25	3
50	6
75	9
100	12
150	18
200	24

Sumber : Metcalf & Eddy, 1991



Gambar 2.2 Pipa Distribusi *Trickling Filter*

Item	Description
1	Oil drain valve
2	Intermediate speed reducer
3	Torque overload protection
4	Electric motor
5	Primary drive speed reducer
6	Pinion
7	Oil fill & inspection
8	Machine cover plate
9	Output drive plate
10	Main gear-bearing



Gambar 2.3 Motor Lengan Distribusi

Sumber : Anonim, 2003

2.8.8 Aklisasi mikroorganisme

Trickling filter pada dasarnya merupakan suatu saluran buatan yang terbuat dari bahan kasar, keras dan padat yang disusun dengan baik dan dialiri oleh air

limbah. Kira – kira 2 – 6 minggu setelah saluran - saluran itu beroperasi akan terbentuk keadaan saluran yang telah dilapisi oleh lapisan biologi. Dengan suhu yang lebih tinggi, jangka waktu ini dapat lebih dipersingkat (Mahida, 1992).

2.8.9 Sistem rancangan filter

Menurut Ramalho (1983) ada beberapa rancangan untuk trickling filter yang dapat digunakan, yaitu :

a. Sistem filter tunggal

Sistem ini dapat beroperasi dengan atau tanpa sirkulasi effluen. Sirkulasi effluen dilakukan untuk kualitas effluen yang tinggi. Jika influen BOD lebih besar dari 500 mg/l sebaiknya digunakan sirkulasi.

b. Alternatif filter ganda

Saringan pertama digunakan untuk menurunkan kadar BOD dan saringan kedua untuk memperbaiki kualitas effluennya.

c. Sistem filter dua tahap

Saringan pertama merupakan saringan kasar, media penyaring terbuat dari bahan sintesis. Pengolahan BOD pada penyaringan pertama sebesar 60 – 70%. Pada saringan kedua dimana pertumbuhan lumpur jauh lebih sedikit dilakukan perbaikan kualitas effluen.

Berdasarkan beban hidrolik dan beban organik, *trickling filter* dapat dibedakan menjadi 3 yaitu :

a. *Low – Rate Trickling Filter*

Untuk tipe *low – rate trickling filter* yang memakai batuan sebagai media filter dalam mengolah air limbah digunakan sistem rotari sebagai distributor.

Sebagian besar penghilangan BOD terjadi diatas ketinggian 3 feet (1 meter)

dan nitrifikasi dapat terjadi pada batas kedalaman bak dari media filter tersebut (Corbitt, 1989).

b. *High – Rate Trickling Filter*

Penggunaan resirkulasi akan menambah beban hidrolis, tipe *high – rate trickling filter* akan mengalami beban organik yang lebih tinggi karena selalu mengalami kelebihan unsur didalam pertumbuhan biologi. Beban organik yang lebih tinggi akan menghambat perkembangan bakteri nitrifikasi di bak penyaring. Media yang dimanfaatkan adalah batuan yang berukuran besar atau media yang bersifat sintetik. Tahap atau tingkatan yang bermacam – macam dibutuhkan untuk perbandingan pengolahan dengan sistem *low – rate trickling filter* (Corbitt, 1989).

c. *Roughing Filter*

Fungsi primer dari *roughing filter* adalah mengurangi beban organik yang tinggi, digunakan sebagai pengolahan lanjutan dari proses lumpur aktif atau juga proses *trickling filter sekunder*. Walaupun batuan atau media lain dapat digunakan, tipe *roughing filter* menggunakan media plastik (Corbitt, 1989).

Pada pengoperasian *trickling filter* perlu dijaga pH air buangan. pH optimum berada pada kisaran 7 – 9, keadaan basa atau asam dapat merusak proses biologi (ramalho, 1983). Daya guna saringan berbeda – beda dalam suhu dan secara mendasar menurun pada suhu dibawah 65 °F (mahida, 1992). Pertumbuhan biofilm akan mencapai maksimum pada kondisi pH netral dan temperatur optimum pertumbuhan mikroba (Sumekar dan Tjahjono, 1994).

Pemisahan padatan merupakan bagian penting dari proses *trickling filter*. Pemisahan padatan dibutuhkan untuk merombak suspended solid yang terbawa

aliran (Metcalf & Eddy, 1991). Tangki sedimentasi setelah pengolahan sekunder didesain dengan waktu tinggal 2 jam (Hammer, 1975).

2.8.10 Kriteria desain *trickling filter*

Tabel 2.3. Tipe Desain *Trickling Filter*

<i>Item</i>	<i>Low-Rate</i>	<i>Intermediate Rate</i>	<i>High_Rate</i>	<i>Super High Rate</i>	<i>Roughing</i>	<i>Two Stage</i>
<i>Filter medium</i>	<i>Rock, Slag</i>	<i>Rock, slag</i>	<i>Rock</i>	<i>Plastic</i>	<i>Plastic, redwood</i>	<i>Rock, plastic</i>
<i>Hydraulic loading</i>						
<i>Gal/ft².min</i>	0,02 - 0,06	0,02 - 0,06	0,16 - 0,64	0,2 - 1,20	0,8 - 3,2	0,16 - 0,64
<i>Mgal/acre.d</i>	1 - 4	4 - 10	10 - 40	15 - 90	50 - 200	10 - 40
<i>BOD₅ loading, Lb/10³ft³.d</i>	5 - 25	15 - 30	30 - 60	30 - 100	100 - 500	60 - 120
<i>Depth, ft</i>	6 - 8	6 - 8	3 - 6	10 - 40	15 - 40	6 - 8
<i>Recirculation Ratio</i>	0	0 - 1	1 - 2	1 - 2	1 - 4	0,5 - 2
<i>Filter files</i>	<i>Many</i>	<i>Some</i>	<i>Few</i>	<i>Few or none</i>	<i>Few or none</i>	<i>Few or none</i>
<i>Sloughing</i>	<i>Intermittent</i>	<i>Intermittent</i>	<i>Continuous</i>	<i>Continuous</i>	<i>Continuous</i>	<i>Continuous</i>
<i>BOD₅ removal efficiency, %</i>	80 - 90	50 - 70	65 - 85	65 - 80	40 - 65	85 - 95
<i>Effluent</i>	<i>Well nitrified</i>	<i>Partially nitrified</i>	<i>Little nitrification</i>	<i>Little nitrification</i>	<i>No nitrification</i>	<i>Well nitrified</i>

Sumber : Metcalf & Eddy, 1991

2.9 Landasan Teori

Pengolahan secara biologi adalah pengolahan yang memanfaatkan aktifitas mikroorganisme untuk mendegradasi bahan organik yang ada. Pengolahan secara biologis sangat tepat untuk mengolah air buangan domestik, karena bahan pencemar sebagian besar berasal dari materi-materi organik yang mengakibatkan nilai BOD dan BOD dalam air buangan cukup tinggi.

Dalam upaya menurunkan parameter BOD, COD dan SS didalam air buangan domestik, dipilih pengolahan biologi dengan *trickling filter* untuk penelitian pengolahan air buangan domestik kota Jogjakarta. *Trickling filter* yang dipergunakan adalah *trickling filter* dengan laju aliran rendah atau *low rate*. *Trickling filter* termasuk dalam reaktor pertumbuhan melekat (*Attached Growth Reactor*) dimana mikroba tumbuh disuatu media.

Media penyaring yang digunakan adalah batu kali dengan ukuran kecil, karena mempunyai sifat fisik yang keras, padat, permukaan yang kasar, tidak berdebu dan tidak berpasir, sehingga tidak menyebabkan penyumbatan pada aliran air buangan.

Pemilihan unit *trickling filter* sebagai alternatif pengolahan air buangan domestik kota Jogjakarta tidak terlepas dari karakteristik air buangan dan berbagai asumsi - asumsi sementara untuk mendapatkan variabel – variabel pengolahan yang sebenarnya, dan semua itu tentunya harus memenuhi kriteria desain *trickling filter low rate*.

Dalam merencanakan unit pengolahan air buangan, kita harus terlebih dahulu mengetahui karakteristik air buangan serta baku mutu lingkungan yang berlaku. Hal ini penting untuk menentukan langkah – langkah pengolahan, atau sejauh mana kita harus mengolah air buangan tersebut.

2.10 Hipotesis

Trickling filter dapat menurunkan kadar pencemar atau memperbaiki kualitas parameter BOD, COD dan SS air buangan domestik kota Jogjakarta, sehingga air buangan yang dihasilkan setelah pengolahan dapat memenuhi syarat SK. Gubernur DI Jogjakarta No. 417/1991 tentang Baku Mutu Limbah Cair yang sudah beroperasi.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Perencanaan

Lokasi perencanaan yaitu pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Kecamatan Sewon, Kabupaten Bantul, Jogjakarta.

3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan tahap awal yang harus dilakukan dalam proses perencanaan. Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh gambaran mengenai keadaan daerah perencanaan yang digunakan sebagai dasar perhitungan-perhitungan dalam proses perencanaan.

3.3 Proses Perencanaan

3.3.1 Pemilihan Kriteria Perencanaan Unit Bangunan *Trickling Filter*

Pemilihan kriteria perencanaan unit *trickling filter* dilakukan untuk melakukan perhitungan dimensi bangunan yang direncanakan. Tipe *trickling filter* yang dipilih adalah *Low-Rate*, dengan media filter batu.

3.3.2 Menentukan Baku Mutu Kualitas Effluen

Standar yang digunakan adalah standar baku mutu lingkungan yang berlaku untuk Wilayah Provinsi Daerah Istimewa Jogjakarta No. 214/KPTS/1991

3.3.3 Perhitungan Dimensi Unit Bangunan *Trickling Filter*

Perhitungan dilakukan berdasarkan pada kriteria perencanaan yang telah dilakukan agar didapatkan perhitungan dimensi yang kemudian dituangkan dalam

bentuk gambar. Perhitungan terbagi atas perhitungan skala sebenarnya dan perhitungan skala laboratorium.

3.4 Pembuatan Model Unit Bangunan *Trickling Filter*

Pembuatan unit *trickling filter* dilakukan berdasar pada kriteria dan dimensi bangunan yang telah dihitung sebelumnya dalam bentuk skala laboratorium.

3.5 Proses Pengujian Model

3.5.1 Objek Penelitian

Objek penelitian yang akan dikaji adalah air buangan domestik kota Jogjakarta dengan unit *trickling filter* skala laboratorium.

3.5.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan yaitu :

- a. Unit *trickling filter*
- b. Ember
- c. Botol sampel
- d. Pompa
- e. Stop watch
- f. Pipa / selang
- g. Gayung
- h. Air buangan domestik kota Jogjakarta pada IPAL Bantul

3.5.3 Parameter yang Diteliti

Parameter yang diteliti yaitu BOD, COD dan TSS.

3.5.4 Pembibitan dan Aklimasi

Air buangan yang digunakan untuk pembibitan dan aklimasi adalah air buangan pada IPAL Bantul pada bagian inlet. Pembibitan dilakukan dengan cara merendam media filter (batu) *trickling filter* dengan menggunakan air buangan IPAL Bantul ditambah pupuk NPK dan lumpur aktif dari IPAL Bantul selama 3 minggu.

Aklimasi dilakukan setelah masa pembibitan selesai dengan cara mengalirkan air buangan IPAL Bantul secara terus menerus selama 6 hari pada *trickling filter*.

3.5.5 Pengoperasian *Trickling Filter*

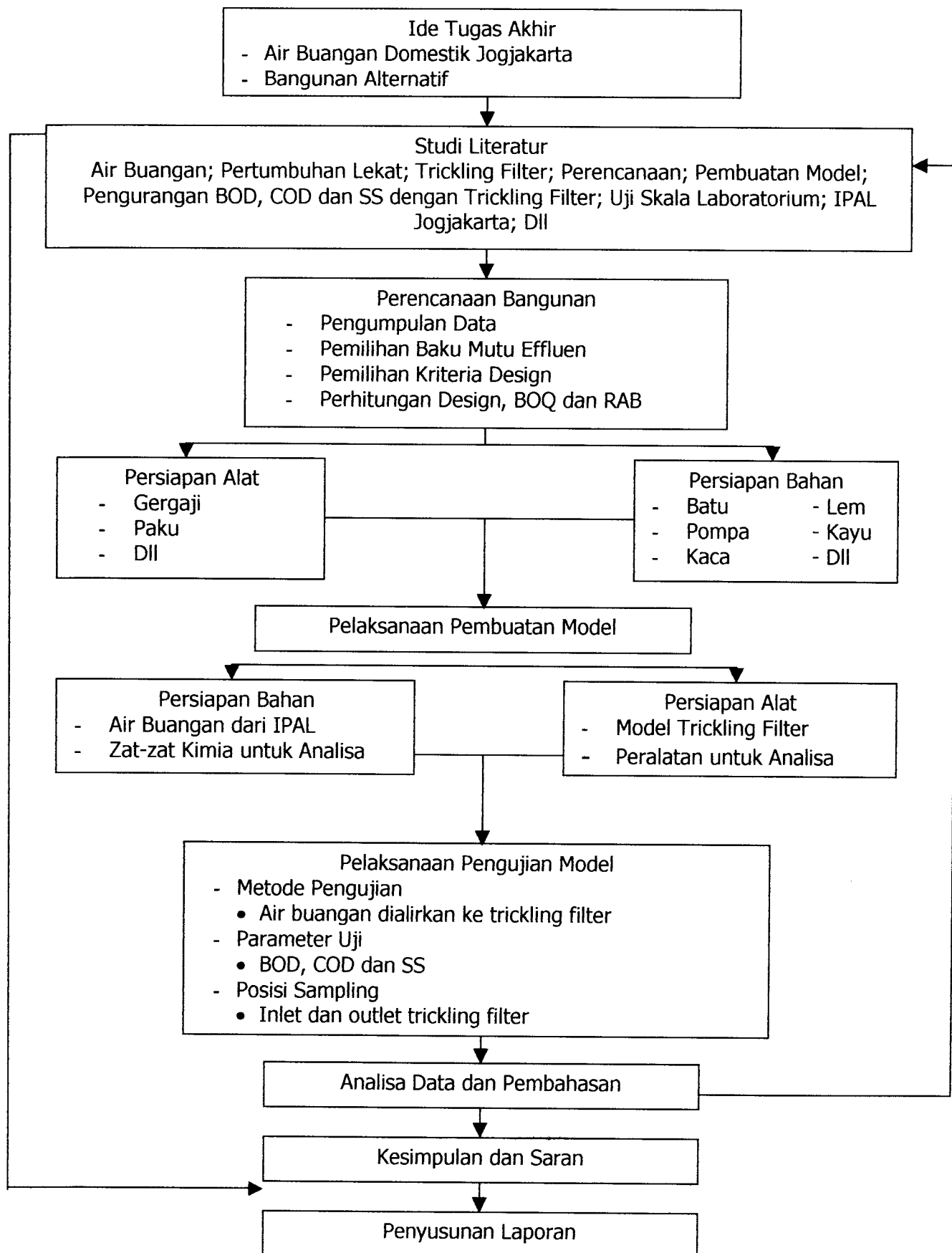
Pengoperasian model yang telah dibuat dengan skala laboratorium secara batch sebanyak empat kali dengan masing-masing konsentrasi limbah sebesar 25 %, 50 %, 75 % dan 100 %.

3.5.6 Posisi Sampling dan Pengukuran

Posisi sampling diukur pada dua titik yaitu pada inlet dan outlet *trickling filter*. Pengukuran parameter dilakukan secara duplo.

3.5.7 Analisa Data

Analisa data dilakukan berdasar pada parameter yang telah diukur dengan membuat tabel atau grafik kualitas air buangan sebelum dan sesudah pengolahan dengan *trickling filter*. Tingkat efisiensi proses pengolahan air buangan dinyatakan dengan cara membandingkan nilai sebelum dan sesudah air buangan diolah.



Gambar 3.1. Diagram Alir Tahapan Perencanaan

BAB IV

PERHITUNGAN, HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan

Kriteria design *trickling filter* yang digunakan berdasarkan tabel 2.3 yaitu :

- Tipe : *Low-Rate Filter*
- Beban hidrolis : $1 - 4 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$
- Beban organik : $0,07 - 0,22 \text{ kg BOD}/\text{m}^3 \cdot \text{hari}$
- Rasio resirkulasi : 0
- Filter file : Banyak
- Slouging : Kadang-kadang
- Kedalaman : $1,5 - 3 \text{ m}$
- Efisiensi BOD_5 : $80 - 90 \%$
- Media filter : Batu, $d = 2,5 - 7,5 \text{ cm}$

4.1.1 Perhitungan *Trickling Filter*

Dik : $Q = 23.679,1 \text{ m}^3/\text{hari}$

$\text{BOD}_5 \text{ Inlet} = 250 \text{ mg/l}$

Dimensi Bak

$Q_{\text{inlet}} : 23.679,1 \text{ m}^3/\text{hari} / 6 \text{ buah (Lihat Lampiran D, Tabel D.1)}$

$: 3.946,5 \text{ m}^3/\text{hari}$

Asumsi : $\text{BOD}_5 \text{ Outlet} = 30 \text{ mg/l}$

Kedalaman (h) = $2,5 \text{ m}$ (Kriteria design tabel 2.3)

$$\frac{S_t}{S_o} = \frac{1}{1 + 5,358 \left(\frac{D^{0.67}}{Q_L^{0.5}} \right)} \dots\dots\dots (4.1)$$

S_t = BOD effluent, mg/l

S_o = BOD influent, mg/l

D = Kedalaman filter, m

Q_L = Unit Liquid Loading, $m^3/m^2 \cdot \text{hari}$

Sumber : Reynold, 1978

Dari persamaan 4.1 dihitung Q_L :

$$\frac{0,03}{0,25} = \frac{1}{1 + 5,358 \left(\frac{2,5^{0.67}}{Q_L^{0.5}} \right)}$$

$$0,12 = \frac{1}{1 + \frac{9,8997}{Q_L^{0.5}}}$$

$$Q_L^{0.5} = 1,35$$

$$Q_L = 1,82 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$$

$$= 1,82 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari} \times 1000 \text{ l} / 1440 \text{ menit}$$

$$= 1,26 \text{ l/m}^2 \cdot \text{menit}$$

Jadi Q_L *trickling filter* sudah memenuhi kriteria design *Low-Rate Filter* berdasarkan tabel 2.3 yaitu $1,82 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$ atau $1,26 \text{ l/m}^2 \cdot \text{menit}$

$$A = \frac{Q}{Q_L} \dots\dots\dots (4.2)$$

Dari persamaan 4.2 dihitung luas (A) bak *trickling filter* yaitu :

$$A = \frac{3.946,5}{1,82}$$

$$A = 2.165,57 \text{ m}^2$$

Jadi luas bak *trickling filter* adalah 2.165,57 m²

$$D = \left(\frac{A \times 4}{\pi} \right)^{0.5} \dots\dots\dots (4.3)$$

Dari persamaan 4.3 dihitung diameter (D) bak *trickling filter* yaitu :

$$D = \left(\frac{2.165,57 \times 4}{\pi} \right)^{0.5}$$

$$D = 52,52 \text{ m} \approx 53 \text{ m}$$

Jadi diameter bak *trickling filter* adalah 53 m

$$t = \frac{C \times D}{q^n} \dots\dots\dots (4.4)$$

t = waktu kontak media, menit

C = konstanta media = 2

D = Kedalaman media, m

q = *Hydraulic loading rate*, l/m².min

n = *hydraulic constant* media = 0,5

Sumber : Reynold, 1978

Dari persamaan 4.4 dihitung waktu kontak media (t) filter yaitu :

$$t = \frac{2 \times 2,5}{1,26^{0.5}}$$

$$= 4,46 \text{ menit}$$

Jadi waktu kontak media filter adalah 4,46 menit.

$$\text{Volume Filter} = A \times h \dots\dots\dots (4.5)$$

Dari persamaan 4.5 dihitung volume filter (V) bak yaitu :

$$V = 2.165,57 \text{ m}^2 \times 2,5 \text{ m}$$

$$= 5.413,92 \text{ m}^3$$

Jadi volume filter bak adalah $5.413,92 \text{ m}^3$

Waktu pengaliran pada bak *trickling filter* yaitu :

$$td = \frac{V}{Q} \dots\dots\dots(4.6)$$

$$td = \frac{5.413,92}{0,0457} \times 60 \%$$

$$= 71.115, \text{ detik}$$

$$= 19,75 \text{ jam}$$

Jadi lamanya waktu pengaliran bak *trickling filter* adalah 19,75 jam.

$$\text{Beban organik} = \frac{BOD_{\text{influent}} \times Q}{V} \dots\dots\dots(4.7)$$

Dari persamaan 4.67 dihitung beban organik *trickling filter* yaitu :

$$\text{Beban organik} = \frac{0,25 \times 3.946,5}{5.413,92}$$

$$= 0,18 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari}$$

Jadi beban organik *trickling filter* sudah memenuhi kriteria design *Low-Rate Filter* berdasarkan tabel 2.3 yaitu $0,18 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari}$.

Pipa Inlet

$$Q = 3.946,5 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 0,0457 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\text{Kecepatan (v) pipa} = 0,6 - 2 \text{ m/s (Metcalf \& Eddy, 1991)}$$

$$\text{Asumsi D} = 200 \text{ mm} = 0,2 \text{ m}$$

Dari persamaan 4.3 dihitung luas pipa inlet yaitu :

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$= \frac{1}{4} \pi 0,2^2$$

$$= 0,0314 \text{ m}^2$$

Jadi luas pipa inlet adalah $0,0314 \text{ m}^2$

$$v = Q/A \dots \dots \dots (4.8)$$

Dari persamaan 4.8 dicek kecepatan pipa inlet yaitu :

$$\begin{aligned} v &= (0,0457 \text{ m}^3/\text{detik}) / (0,0314 \text{ m}^2) \\ &= 1,45 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Jadi kecepatan pipa inlet sudah memenuhi kriteria sebesar $1,45 \text{ m/s}$.

Pipa Distribusi

2 (dua) buah pipa distribusi

$$\begin{aligned} Q &= 3.946,5 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 0,0457 \text{ m}^3/\text{detik} / 2 \\ &= 0,0228 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

$$\text{Asumsi } D = 150 \text{ mm} = 0,15 \text{ m}$$

$$P = (53 \text{ m} / 2) - 0,2 \text{ m} = 26,06 \text{ m} \approx 26 \text{ m}$$

Dari persamaan 4.3 dihitung luas pipa distribusi yaitu :

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{4} \pi D^2 \\ &= \frac{1}{4} \pi 0,15^2 \\ &= 0,0177 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Jadi luas pipa distribusi adalah $0,0177 \text{ m}^2$

Dari persamaan 4.8 dicek kecepatan pipa distribusi yaitu :

$$\begin{aligned} v &= Q / A \\ &= (0,0228 \text{ m}^3/\text{detik}) / (0,0177 \text{ m}^2) \\ &= 1,29 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Jadi kecepatan pipa inlet sudah memenuhi kriteria sebesar $1,29 \text{ m/s}$.

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar nozle} &= 0,2 \text{ m} \\ n \text{ nozle} &= 26 \text{ m} / 0,2 \text{ m/buah} \\ &= 130 \text{ buah} \end{aligned}$$

Jadi jumlah nozle pada satu buah pipa distribusi adalah 130 buah.

$$\text{Diasumsikan } headloss \text{ (HL) pada nozle} = 1 \text{ m}$$

$$v = \sqrt{2gh} \dots\dots\dots(4.9)$$

Dari persamaan 4.9 dihitung kecepatan pada nozle yaitu :

$$\begin{aligned} v &= \sqrt{2 \times 9,8 \times 1} \\ &= 4,4 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Jadi kecepatan aliran pada nozle adalah 4,4 m/s.

Debit (Q) pada masing-masing nozle yaitu :

$$\begin{aligned} Q &= 0,0228 \text{ m}^3 / 130 \text{ bh} \\ &= 1,76 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Dari persamaan 4.8 dihitung luas nozle yaitu :

$$\begin{aligned} A &= Q / v \\ &= (1,76 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}) / (4,4 \text{ m/s}) \\ &= 3,99 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Jadi luas nozle adalah $3,99 \times 10^{-5} \text{ m}^2$

Dari persamaan 4.3 dihitung diameter nozle yaitu :

$$\begin{aligned} D_{\text{nozle}} &= \sqrt{\frac{3,99 \cdot 10^{-5}}{\frac{1}{4} \times \pi}} \\ &= 7 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi diameter nozle pada pipa distribusi *trickling filter* adalah 7 mm.

Underdrain

Saluran terpusat di tengah dengan satu buah saluran outlet

Desain terpilih :

Bentuk saluran	: segi empat
Debit (Q)	: 0,0457 m ³ /detik
Koefisien Manning (n) beton	: 0,013
Lebar saluran (b)	: 0,3 m
Panjang (p)	: 53 m
Ambang bebas (freeboard)	: 0,13 m
Kecepatan alirann (v)	: 1 m/s

Dari persamaan 4.8 dihitung luas underdrain yaitu :

$$A = \frac{0,0457}{1} = 0,046m^2$$

Jadi luas underdrain adalah 0,046 m²

$$h = \frac{A}{b} \dots\dots\dots(4.10)$$

Dari persamaan 4.10 dihitung ketinggian/kedalaman underdrain yaitu :

$$h = \frac{A}{b} = \frac{0,046}{0,3} = 0,15m + 0,1m(fb)$$

$$= 0,25 m$$

$$V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \dots\dots\dots(4.11)$$

Dari persamaan 4.11 dihitung R underdrain yaitu :

$$R = \frac{bxh}{b + 2h} = \frac{0,3x0,15}{0,3 + (2x0,15)}$$

$$= 0,08$$

$$S = \left(\frac{v \times n}{R^{2/3}} \right)^2 \dots\dots\dots(4.12)$$

Dari persamaan 4.12 dihitung slope underdrain yaitu :

$$S = \left(\frac{1 \times 0,013}{0,08^{2/3}} \right)^2$$

$$= 5,3 \times 10^{-3}$$

Jadi slope underdrain adalah $5,3 \times 10^{-3}$

$$\Delta h = S \times p \dots\dots\dots(4.13)$$

Dari persamaan 4.13 dihitung headloss underdrain yaitu :

$$\Delta h = 5,3 \times 10^{-3} \times 53 \text{ m}$$

$$= 0,278 \text{ m}$$

Jadi headloss underdrain adalah 0,278 m

Saluran Inlet

Desain terpilih :

Bentuk saluran	: segi empat
Jumlah	: 2 buah (kiri dan kanan)
Debit (Q)	: 0,0457 m ³ /detik / 2 buah
	: 0,137 m ³ /detik
Koefisien Manning (n) beton	: 0,013
Lebar saluran (b)	: 0,4 m
Panjang (p)	: 274,7 m
Ambang bebas (freeboard)	: 0,13 m
Kecepatan alirann (v)	: 1 m/s

Dari persamaan 4.8 dihitung luas underdrain yaitu :

$$A = \frac{0,137}{1} = 0,137 m^2$$

Jadi luas saluran adalah 0,046 m²

Dari persamaan 4.10 dihitung ketinggian/kedalaman underdrain yaitu :

$$h = \frac{A}{b} = \frac{0,137}{0,4} = 0,34m + 0,06m(fb)$$

$$= 0,4 m$$

Dari persamaan 4.11 dihitung R underdrain yaitu :

$$R = \frac{bxh}{b + 2h} = \frac{0,4 \times 0,34}{0,4 + (2 \times 0,34)}$$

$$= 0,13$$

Dari persamaan 4.12 dihitung slope underdrain yaitu :

$$S = \left(\frac{1 \times 0,013}{0,13^{2/3}} \right)^2$$

$$= 2,7 \times 10^{-3}$$

Jadi slope underdrain adalah 2,7 x 10⁻³

Dari persamaan 4.13 dihitung headloss underdrain yaitu :

$$\Delta h = 2,7 \times 10^{-3} \times 137,35 m$$

$$= 0,366 m$$

Jadi headloss underdrain adalah 0,366 m

Bak Pengumpul

Desain terpilih :

- Debit air limbah (Q) = 0,137 m³/detik
- Waktu tinggal (θ) = 15 menit.

- Kedalaman bak (h) = 1,0 m
- Bentuk TAR = Persegi empat.
- Panjang : lebar = 2 : 1

$$\begin{aligned}\text{Volume bak equalisasi (V)} &= 0,137 \text{ m}^3/\text{detik} \times 900 \text{ detik} \\ &= 125 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Dimensi bak equalisasi

$$V = p \times l \times h \Rightarrow P = 2L$$

$$125 \text{ m}^3 = 2L^2$$

$$L^2 = 125 / 2$$

$$L^2 = 62,5 \text{ m}$$

$$L = \sqrt{62,5}$$

$$= 8 \text{ m}$$

$$P = 2L$$

$$= 2 \times 8 \text{ m}$$

$$= 16 \text{ m}$$

Jadi ukuran bak : P = 16 m

$$L = 8 \text{ m}$$

$$H = 1,0 + 0,25 = 1,25 \text{ m}$$

Apabila terjadi kemacetan, kerusakan atau tidak berjalannya salah satu bangunan dari *trickling filter*, maka efisiensi dari *trickling filter* dapat dihitung dengan persamaan NRC :

$$E = \frac{100}{1 + 0,0085 \sqrt{\frac{Y_0}{VF}}} \dots\dots\dots(4.14)$$

Dimana :

E = Efisiensi TF (%)

Y_o = lb BOD₅, influent per hari (S_oQ)

V = Volume filter bagian media (ac-ft)

F = faktor resirkulasi

$$F = \frac{1 + R}{\left(1 + 0,1R\right)^2} \dots\dots\dots(4.15)$$

R/Q adalah perbandingan resirkulasi(dianjurkan oleh NRC nilai maksimum

8). Untuk *trickling filter* jenis *low rate* harga F = 1

Dari persamaan maka efisiensi dari 5 buah *trickling filter* yang berfungsi adalah :

$$\begin{aligned} Q &= 4.735,8 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 0,0548 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban organik } (Y_o) &= 4.735,8 \text{ m}^3/\text{hari} \times 250 \text{ gr/m}^3 \times 1 \text{ lb}/454 \text{ gr} \\ &= 2607,83 \text{ lb/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume filter} &= 5.413,92 \text{ m}^3 \times \frac{1 \text{ ft}^3}{0,0283} \times \frac{1 \text{ acft}}{43560 \text{ ft}^3} \\ &= 4,39 \text{ acft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi} &= \frac{100}{1 + 0,0085 \sqrt{\frac{2.607,83}{4,39 \times 1}}} \\ &= 82,84 \% \end{aligned}$$

Jadi efisiensi *trickling filter* apabila yang berfungsi hanya 5 buah adalah 82,84 %. Untuk hasil lainnya dapat dilihat pada Lampiran D, Tabel D.2.

4.1.2 Perhitungan *Trickling Filter* Skala Laboratorium

Dik : $Q = 0.5 \text{ m}^3/\text{hari}$ (Lampiran D, Tabel D.3)

$BOD_{5 \text{ Inlet}} = 130 \text{ mg/l}$

Dimensi Bak

Asumsi : $BOD_{5 \text{ Outlet}} = 30 \text{ mg/l}$

Kedalaman (h) = 0,5 m

Dari persamaan 4.1 dihitung Q_L :

$$\frac{0,03}{0,13} = \frac{1}{1 + 5,358 \left(\frac{0,5^{0,67}}{Q_L^{0,5}} \right)}$$

$$0,02308 = \frac{1}{1 + \frac{0,6285}{Q_L^{0,5}}}$$

$$Q_L^{0,5} = 1,01026$$

$$Q_L = 1,0206 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$$

$$= 0,708 \text{ l/m}^2 \cdot \text{menit}$$

Jadi Q_L *trickling filter* sudah memenuhi kriteria design *Low-Rate Filter* berdasarkan tabel 2.3 yaitu $1,0206 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$ atau $0,708 \text{ l/m}^2 \cdot \text{menit}$

Dari persamaan 4.2 dihitung luas (A) bak *trickling filter* skala lab.yaitu :

$$A = \frac{0,5}{1,0206}$$

$$= 0,5 \text{ m}^2$$

Jadi luas bak *trickling filter* skala lab adalah $0,5 \text{ m}^2$

Dari persamaan 4.3 dihitung diameter (D) bak *trickling filter* skala lab.yaitu :

$$D = \left(\frac{0,5 \times 4}{\pi} \right)^{0,5}$$

$$= 0,8 \text{ m}$$

Jadi diameter bak *trickling filter* skala lab. adalah 0,8 m

Dari persamaan 4.4 dihitung waktu kontak media (t) filter yaitu :

$$t = \frac{2 \times 2,5}{0,708^{0,5}}$$

$$= 1,87 \text{ menit}$$

Jadi waktu kontak media *trickling filter* skala lab. adalah 1,87 menit

Dari persamaan 4.5 dihitung volume filter (V) bak yaitu :

$$V = 0,5 \text{ m}^2 \times 0,8 \text{ m}$$

$$= 0,25 \text{ m}^3$$

Jadi volume bak *trickling filter* skala lab. adalah 0,25 m³

Waktu satu kali pengaliran (Batch) :

$$Q = 0,5 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 5,8 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari persamaan 4.6 perhitungan waktu satu kali pengaliran yaitu :

$$td = \frac{5,8 \cdot 10^{-6}}{0,25}$$

$$= 4232,69 \text{ s}$$

$$= 1,26 \text{ jam}$$

Jadi waktu satu kali pengaliran *trickling filter* skala lab. adalah 1,26 jam

Dari persamaan 4.7 dihitung beban organik *trickling filter* yaitu :

$$\text{Beban Organik} = \frac{0,130 \times 0,5}{0,25}$$

$$= 0,26 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari}$$

Jadi beban organik *trickling filter* skala lab. sudah memenuhi kriteria design

Low-Rate Filter berdasarkan tabel 2.3 yaitu 0,26 kg/m³.hari.

Saluran Inlet

$$Q = 0,5 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 5,8 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$v \text{ pipa} = 0,6 - 2 \text{ m/s}$$

$$\text{Asumsi } D = 3 \text{ mm} = 0,003 \text{ m}$$

Dari persamaan 4.3 dihitung luas pipa inlet yaitu :

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$= \frac{1}{4} \pi 0,003^2$$

$$= 7,06 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

Jadi luas pipa inlet *trickling filter* skala lab. adalah $7,06 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$

Dari persamaan 4.8 dicek kecepatan pipa inlet yaitu :

$$v = Q/A$$

$$= (5,8 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{detik}) / (7,06 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2)$$

$$= 0,82 \text{ m/s}$$

Jadi kecepatan pada pia inlet sudah memenuhi kriteria yaitu 0,82 m/s.

$$\text{Panjang Pipa vertikal} = (0,5 \text{ m} + 0,05 \text{ m})$$

$$= 0,55 \text{ m}$$

$$\text{Panjang Pipa horizontal} = (0,8 \text{ m} + 0,5 \text{ m})$$

$$= 1,3 \text{ m}$$

$$\text{Panjang total pipa} = (0,55 + 1,3) \text{ m}$$

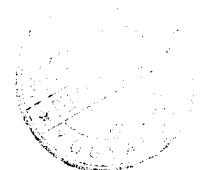
$$= 1,85 \text{ m}$$

Saluran Distribusi

7 (tujuh) buah pipa distribusi

$$Q = 0,5 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 5,79 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{detik} / 7 = 8,27 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3/\text{detik}$$



$$\begin{aligned} \text{Asumsi } D_{\text{pipa}} &= 1 \text{ mm} \\ &= 0,001 \text{ m} \end{aligned}$$

Dari persamaan 4.3 dihitung luas pipa inlet yaitu :

$$\begin{aligned} A_{\text{pipa}} &= \frac{1}{4} \pi D^2 \\ &= \frac{1}{4} \pi 0,001^2 \\ &= 7,85 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Dari persamaan 4.8 dicek kecepatan pipa inlet yaitu :

$$\begin{aligned} v_{\text{pipa}} &= Q / A \\ &= (8,27 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3/\text{detik}) / (7,85 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2) \\ &= 1,05 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Jadi kecepatan pada pipa distribusi *trickling filter* skala lab. sudah memenuhi kriteria yaitu 1,05 m/s

$$\text{Jarak antar pipa} = 0,1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$$

Pipa 1 dan 5 :

$$\begin{aligned} P_{\text{pipa}} &= 0,5 \text{ m} \\ \text{Jarak nozle} &= 0,05 \text{ m} \\ n \text{ nozle} &= 0,5 \text{ m} / 0,05 \text{ m} \\ &= 10 \text{ buah} \end{aligned}$$

Pipa 2 dan 6:

$$\begin{aligned} P_{\text{pipa}} &= 0,6 \text{ m} \\ \text{Jarak nozle} &= 0,05 \text{ m} \\ n \text{ nozle} &= 0,6 \text{ m} / 0,05 \text{ m} \\ &= 12 \text{ buah} \end{aligned}$$

Pipa 3 dan 7:

$$P_{\text{pipa}} = 0,7 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak nozle} &= 0,05 \text{ m} \\ n \text{ nozle} &= 0,7 \text{ m} / 0,05 \text{ m} \\ &= 14 \text{ buah}\end{aligned}$$

Pipa 4 :

$$\begin{aligned}P_{\text{pipa}} &= 0,8 \text{ m} \\ \text{Jarak nozle} &= 0,05 \text{ m} \\ n \text{ nozle} &= 0,8 \text{ m} / 0,05 \text{ m} \\ &= 16 \text{ buah}\end{aligned}$$

Bak Penampung

$$\begin{aligned}\text{Tinggi} &= 0,08 \text{ m} \\ \text{Diameter} &= 0,8 \text{ m} \\ \text{Free bord} &= 0.02 \text{ m}\end{aligned}$$

Saluran Outlet

$$Q = 5,79 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\text{Asumsi } D_{\text{pipa}} = 0,003 \text{ m}$$

Dari persamaan 4.3 dihitung luas pipa inlet yaitu :

$$\begin{aligned}A &= \frac{1}{4} \pi D^2 \\ &= \frac{1}{4} \pi 0,003^2 \\ &= 7,06 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2\end{aligned}$$

Dari persamaan 4.8 dicek kecepatan pipa inlet yaitu :

$$\begin{aligned}v &= Q/A \\ &= (5,8 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{detik}) / (7,06 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2) \\ &= 0,82 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Jadi kecepatan pada pipa outlet *trickling filter* skala lab. sudah memenuhi kriteria yaitu 0,82 m/s

4.2 Hasil Penelitian

Penelitian dimulai dengan melakukan pembibitan mikroorganisme dengan cara merendam media filter (batu) kedalam air buangan IPAL Bantul dari tanggal 21 Januari 2004 sampai dengan 18 Februari 2004. Selama proses perendaman, media diberi pupuk NPK dan lumpur aktif dari IPAL Bantul. Setelah itu dilakukan percobaan terhadap *trickling filter*, data hasil percobaan dapat dilihat pada tabel 4.1. Kemudian air buangan IPAL Bantul dialirkan ke dalam *trickling filter* mulai dari tanggal 20 sampai dengan 24 Februari 2004.

Tabel 4.1 Data Percobaan *Trickling Filter* Setelah Pembibitan

Parameter	Percobaan 1			Percobaan 2			Percobaan 3		
	Sblm	Sesudah Peng		Sblm	Sesudah Peng		Sblm	Sesudah Peng	
	Peng	Mnt ke-30	Mnt ke-60	Peng	Mnt ke-30	Mnt ke-60	Peng	Mnt ke-30	Mnt ke-60
BOD (mg/l)	24.9	23.9	24.2	25.9	20.5	19.9	17.5	15.6	18
COD (mg/l)	28	29	27	35	32	20	30	21	19
TSS (mg/l)	18	6	17	19	15	36	10	17	15

Proses pengujian alat *trickling filter* dilakukan pada tanggal 24 Februari 2004 di Laboratorium Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP) Universitas Islam Indonesia (UII). Sebelum dilakukan pengujian air limbah dibuat dengan berbagai kondisi yaitu pada konsentrasi 25 %, 50 %, 75 % dan 100 %. Air limbah yang diambil adalah air limbah yang masuk di IPAL Bantul setelah melalui unit bangunan *grit chamber*.

Pengambil sample dilakukan pada inlet dan outlet *trickling filter*. Untuk inlet hanya diambil pada konsentrai 100 %, sedangkan inlet pada konsentrai 25 %, 50 % dan 75 % tidak dilakukan pengukuran sample, nilai didapat dari hasil perhitungan rumus $M_1 : V_1 = M_2 : V_2$. Volume air yang digunakan pada masing-masing konsentrasi adalah 200 liter. Untuk konsentrasi 25 % perbandingan air buangan

dengan aquades adalah 1 : 3 yaitu 50 : 150 liter. Volume dari masing-masing konsentrasi dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Perbandingan Volume Air Tiap Konsentrasi

Konsentrasi	Perbandingan Volume		Volume		Total
	Air Buangan	Aquades	Air Buangan (liter)	Aquades (liter)	Volume (liter)
25%	1	3	50	150	200
50%	2	2	100	100	200
75%	3	1	150	50	200
100%	1	0	200	0	200

Pada outlet sample diambil di dua kondisi waktu yaitu pada menit ke-30 dan 60. Sample air yang sudah diambil tidak langsung diuji langsung di Dinas Permukiman dan Prasarana Wilayah, Balai Pengujian Konstruksi dan Lingkungan (BPKL) tetapi disimpan terlebih dahulu karena waktu yang tidak memungkinkan. Pengujian sample baru dilakukan pada tanggal 25 Februari 2004 dengan parameter BOD₅, COD dan TSS. Data hasil pengujian pengolahan air limbah dengan *trickling* filter skala laboratorium dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Data Hasil Pengujian *Trickling Filter*

Parameter	Konsentrasi 25%						Konsentrasi 50%					
	Sebelum Pengolahan		Sesudah Pengolahan				Sebelum Pengolahan		Sesudah Pengolahan			
	I	II	30 s		60 s		I	II	30 s		60 s	
BOD (mg/l)	16.74*	16.24*	15.6	15	14.8	14	29.52*	28.52*	17.6	17.2	18.4	16.8
COD (mg/l)	41.37*	40.62*	39	37	37	35	77.90*	76.40*	44	43	46	42
TSS (mg/l)	31.25*	30.75*	30	28	29	26	58.53*	57.53*	49	47	50	48

Parameter	Konsentrasi 25%						Konsentrasi 50%					
	Sebelum Pengolahan		Sesudah Pengolahan				Sebelum Pengolahan		Sesudah Pengolahan			
	I	II	30 s		60 s		I	II	30 s		60 s	
BOD (mg/l)	46.05*	44.55*	24	23.2	23.6	22.4	64	62	30	29.2	28.4	27.6
COD (mg/l)	119.28*	117.03*	60	58	59	56	160	157	75	73	71	69
TSS (mg/l)	91.72*	90.22*	70	68	68	66	120	118	91	89	86	84

Keterangan :

* : Hasil perhitungan setelah dikoreksi terhadap eror pengenceran (Lihat Lampiran D)

Pengoperasian *trickling filter* dengan variasi konsentrasi 25 %, 50 %, 75 % dan 100 % pada debit yang sama untuk mengolah air buangan domestik kota Jogjakarta menunjukkan kemampuan yang berbeda – beda dalam menurunkan parameter BOD, COD dan TSS seperti diperlihatkan dalam tabel 4.4.

Tabel 4.4. Rerata Efisiensi (%) Penurunan Parameter dengan *Trickling Filter*

Parameter	Konsentrasi											
	25%			50%			75%			100%		
	30 m (%)	60 m (%)	R (%)	30 m (%)	60 m (%)	R (%)	30 m (%)	60 m (%)	R (%)	30 m (%)	60 m (%)	R (%)
BOD (mg/l)	7.21	12.67	9.94	40.04	39.36	39.70	47.91	49.23	48.57	53.02	55.56	54.29
COD (mg/l)	7.32	12.19	9.75	43.62	42.97	43.29	50.06	51.33	50.70	53.31	55.84	54.57
TSS (mg/l)	6.45	11.29	8.87	17.29	15.57	16.43	24.15	26.35	25.25	24.37	28.57	26.47

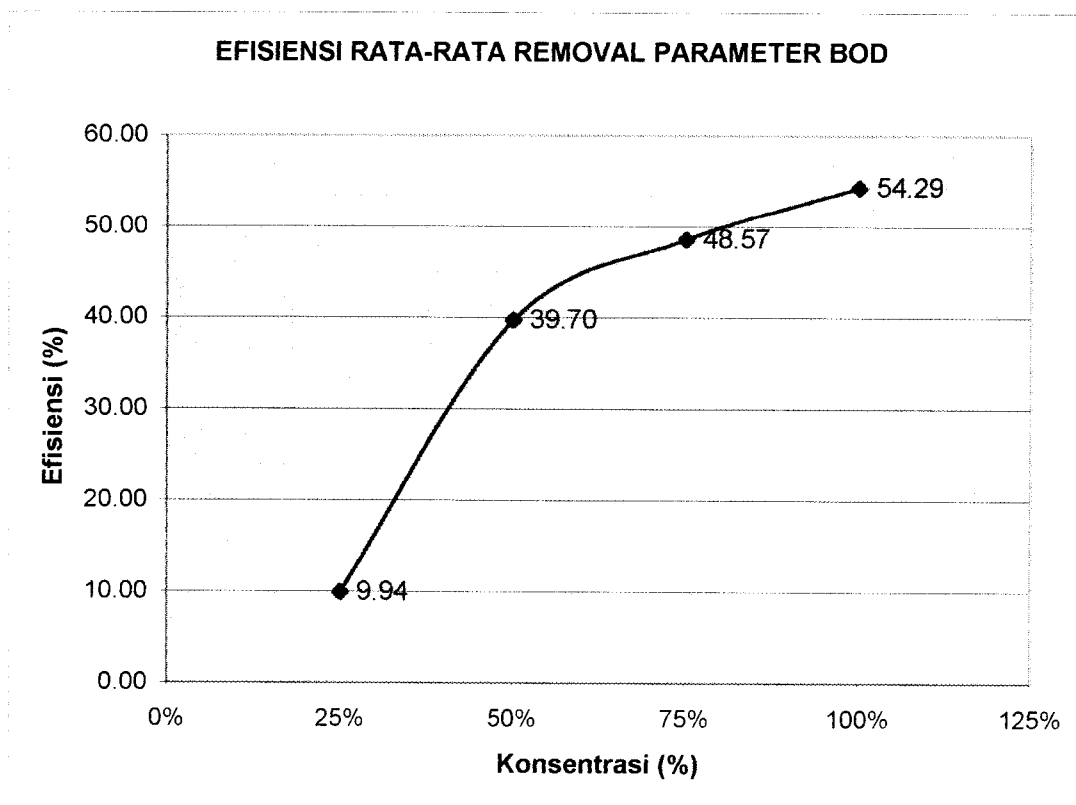
4.3 Pembahasan

Proses pembibitan perlu dilakukan terlebih dahulu sebelum dilakukan pengujian air limbah IPAL Bantul ke dalam *trickling filter*. Hal ini dilakukan agar terjadi pertumbuhan mikroorganisme dengan cara membentuk lapisan biofilm pada media filter. Data awal hasil percobaan setelah pembibitan belum menunjukkan pertumbuhan mikroorganisme yang cukup signifikan didalam media filter, hal ini dibuktikan dengan efisiensi penurunan kadar BOD, COD dan TSS yang relatif cukup kecil.

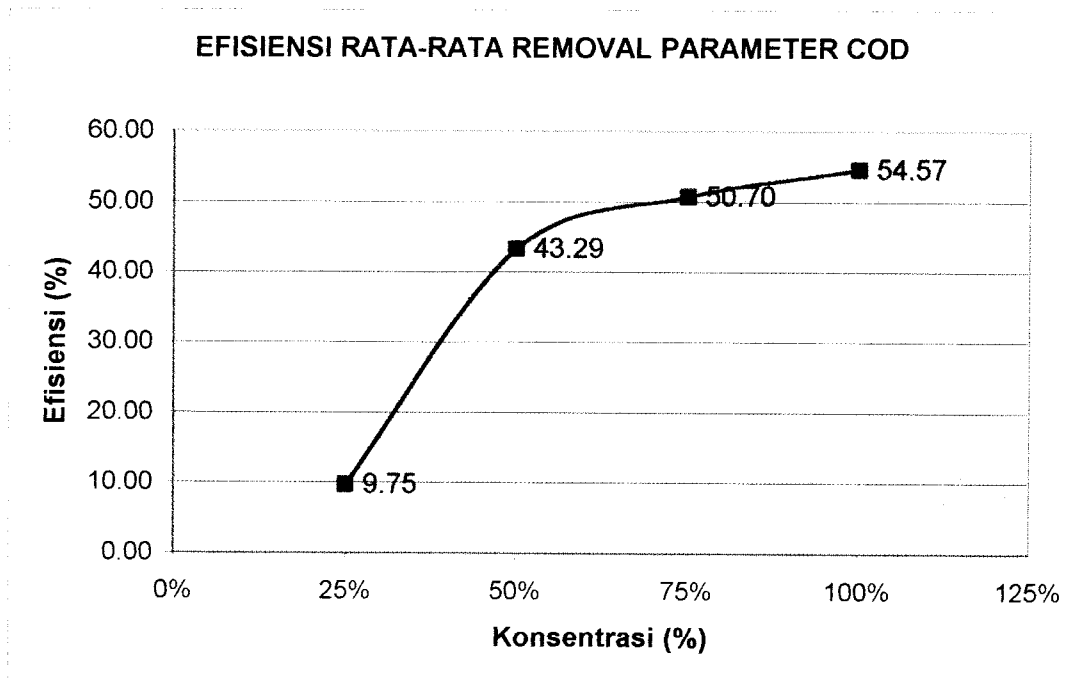
Pembibitan yang dilakukan selama 28 hari dengan penambahan pupuk NPK dan lumpur aktif belum mampu memberikan nutrisi yang cukup dalam pertumbuhan mikroorganisme. Selain itu, kurangnya sinar matahari yang masuk juga mempengaruhi proses pembibitan karena proses pembibitan dilakukan di dalam laboratorium. Menurut Mahida (1992), dengan suhu yang lebih tinggi, jangka waktu

pembibitan dan aklimasi 2 – 6 minggu bisa lebih dipersingkat. Untuk meningkatkan efisiensi penurunan air limbah, dilakukan kembali proses pembibitan dengan cara mengalirkan air buangan kedalam *trickling filter* selama 5 hari sebelum dilakukan pengujian.

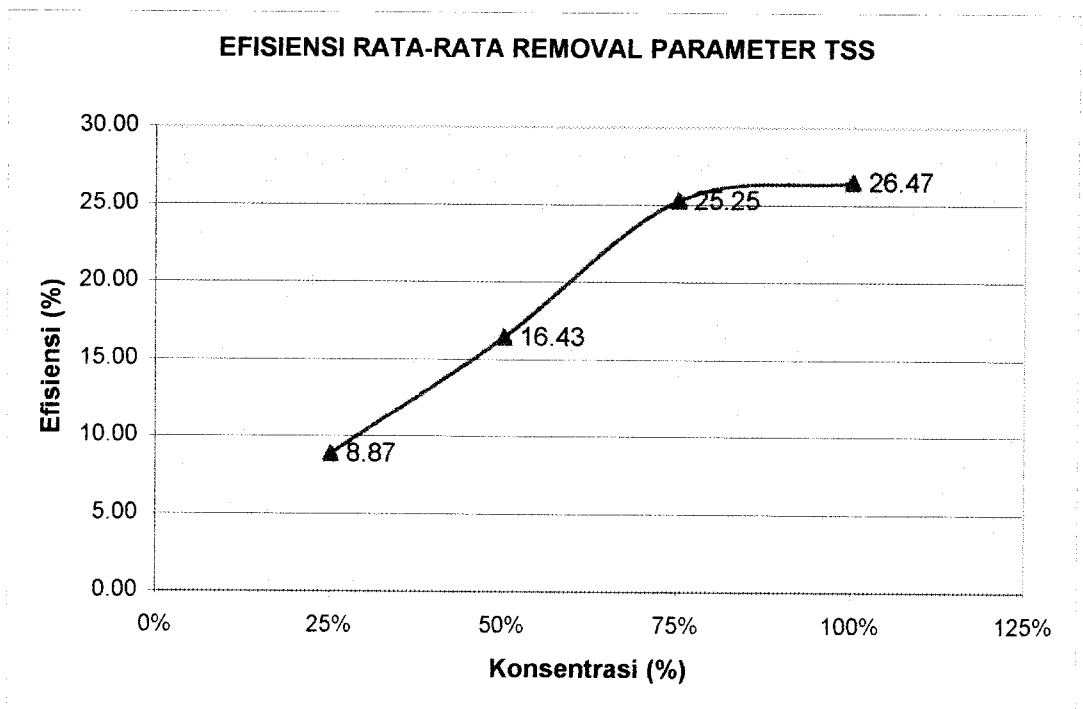
Data hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan efisiensi penurunan kualitas air limbah dengan adanya variasi konsentrasi dan waktu. Dengan adanya variasi konsentrasi diharapkan diketahui pada konsentrasi berapa *trickling filter* mampu menurunkan kualitas air buangan secara optimum. Variasi efisiensi penurunan air limbah berdasarkan konsentrasi dapat dilihat dari gambar 4.1, 4.2 dan 4.3 pada masing-masing parameter.



Gambar 4.1 Grafik Efisiensi Rerata Penurunan Parameter BOD

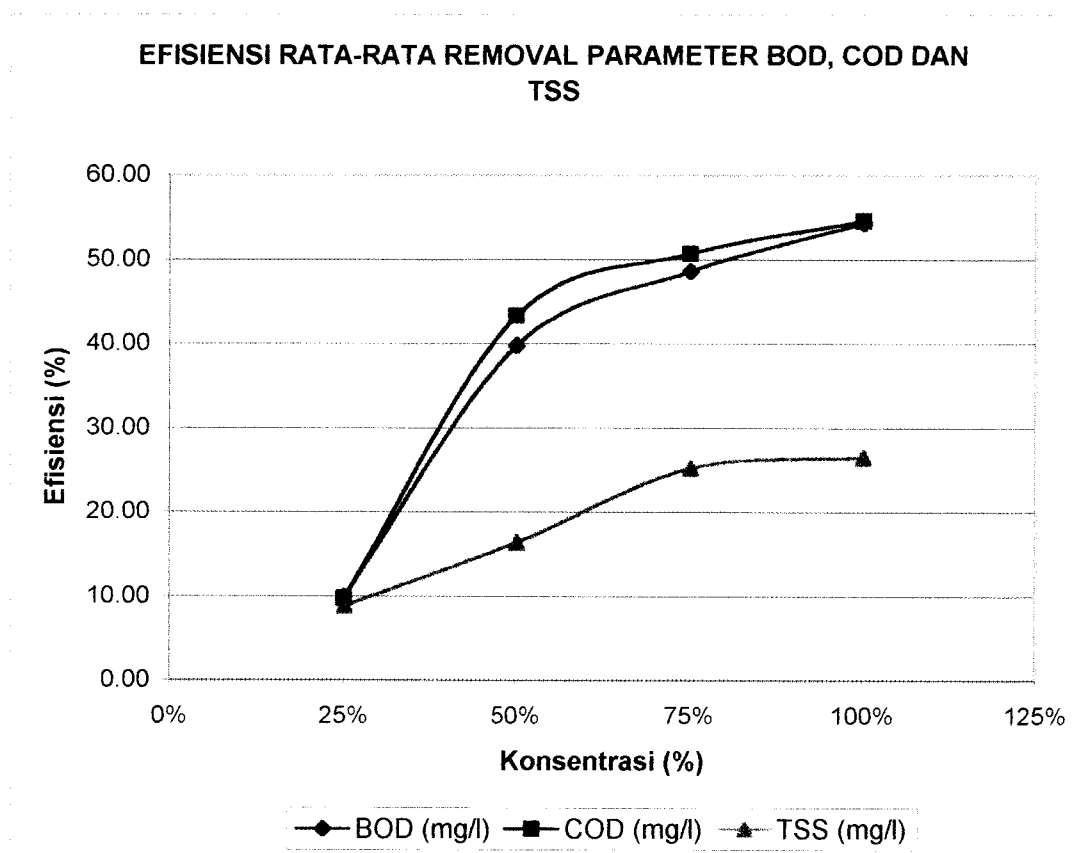


Gambar 4.2 Grafik Efisiensi Rerata Penurunan Parameter COD



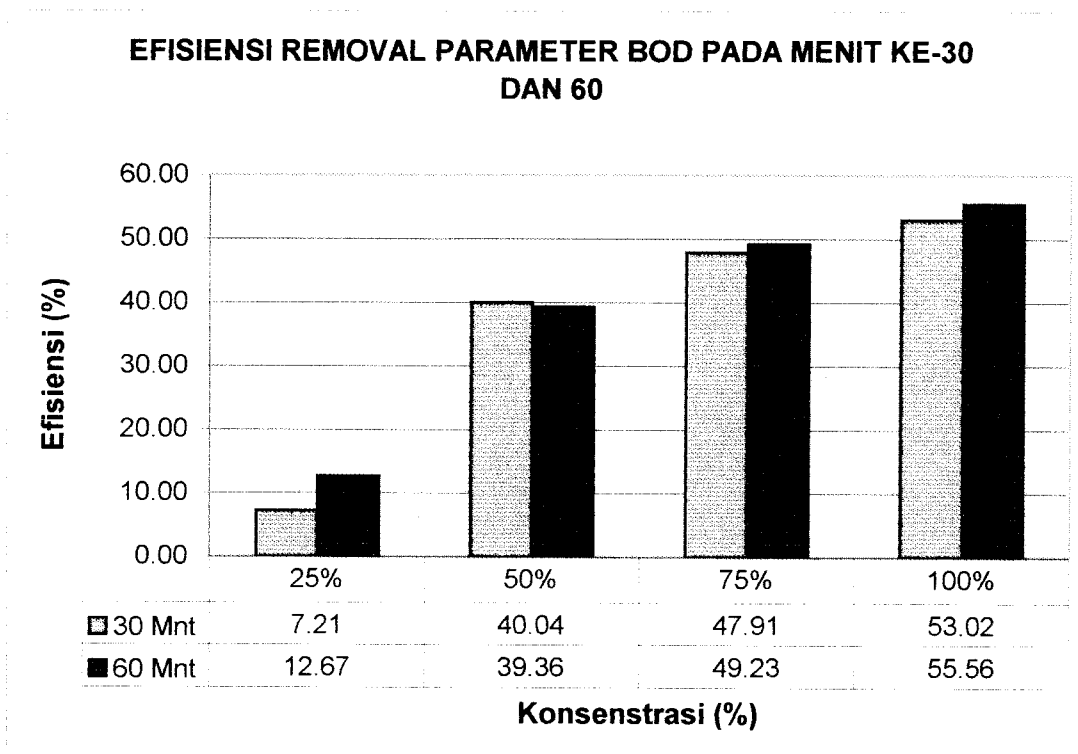
Gambar 4.3 Grafik Efisiensi Rerata Penurunan Parameter TSS

Adanya perbedaan efisiensi penurunan kualitas air limbah dengan variasi konsentrasi 25 %, 50 %, 75 % dan 100 % air limbah dapat disebabkan oleh perbedaan beban organik dari setiap konsentrasi. Perbedaan beban organik dari setiap konsentrasi mempengaruhi kandungan material organik dan nutrisi yang terdapat di dalamnya. Besarnya kandungan material organik dan nutrisi dalam air buangan tergantung pada kualitas air buangan itu sendiri. Semakin buruk kualitas air limbah maka beban organik semakin besar. Besarnya beban organik dalam air limbah dipengaruhi oleh konsentrasi BOD yang ada di dalam air limbah. Menurut Metcalf & Eddy (1991) laju beban organik untuk biofilter tunggal *low-rate treatment* berada dalam range 0,07 – 0,22 kg BOD/m³.hari. Material organik dan nutrisi dibutuhkan mikroorganisme sebagai bahan makanan yang bertujuan untuk mendapatkan energi dan senyawa-senyawa baru untuk pembentukan sel baru. Semakin kecil konsentrasi air buangan yang masuk ke dalam *trickling filter* maka semakin kecil kandungan material organik dan nutrisi di dalamnya sehingga kemampuan *trickling filter* dalam menurunkan kualitas air buangan semakin kecil. Hal ini dapat dilihat dari hasil penelitian pada tabel 4.3 dan tabel 4.4 bahwa dengan konsentrasi air buangan yang semakin kecil mulai dari 100 %, 75 %, 50 % dan 25 % didapat efisiensi penurunan kualitas air limbah yang semakin kecil. Secara umum, persentase BOD removal menurun seiring dengan kenaikan beban BOD (Slamet dan Masduqi, 2000). Hasil uji statistik dengan menggunakan program SPSS 10,05 menunjukkan perbedaan efisiensi dari masing-masing konsentrasi sebesar 0,000 dan 0,001 untuk masing-masing parameter dibandingkan dengan konsentrasi yang ada.

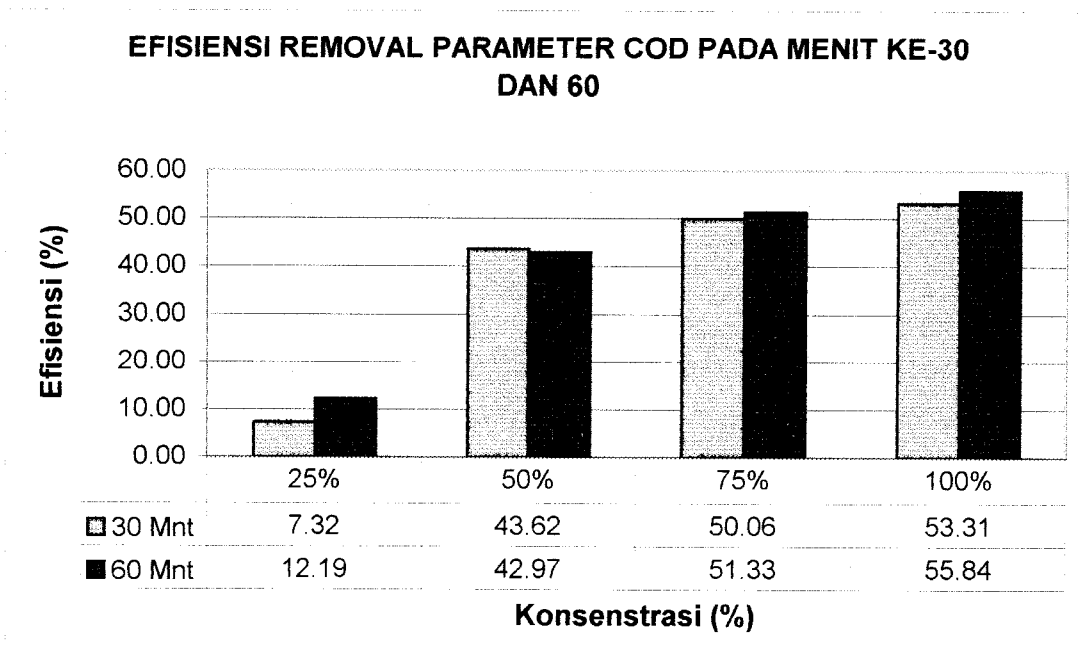


Gambar 4.4 Grafik Efisiensi Rerata Penurunan Parameter BOD, COD dan TSS

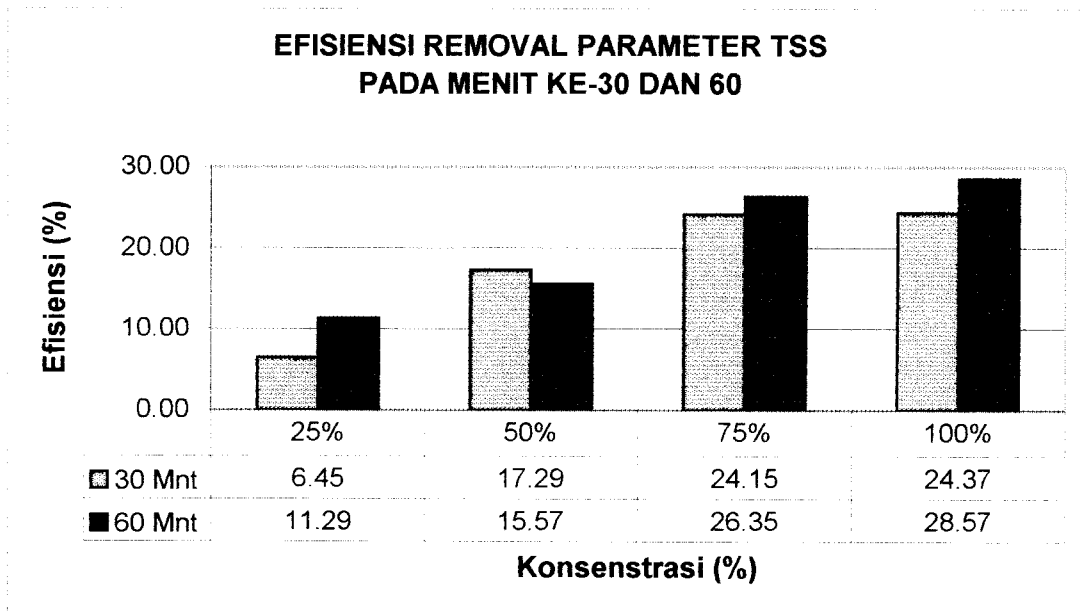
Selain variasi konsentrasi, pengukuran juga dilakukan terhadap waktu pengukuran yaitu pada menit ke-30 dan 60. Pada variasi ini tidak terdapat perbedaan hasil pengukuran. Dari data perhitungan dengan menggunakan program SPSS 10,05 menunjukkan angka sebesar 0,192 untuk masing-masing variasi waktu dan 0,198 untuk perbandingan waktu terhadap parameter pengujian. Menurut Davis (1991) waktu kontak air buangan pada media filter berpengaruh pada kemampuan adsorpsi air limbah pada lapisan biofilm. Semakin lama waktu kontak semakin besar adsorpsi bahan organik dalam air buangan pada lapisan biologi filter. Efisiensi penurunan kadar BOD, COD dan TSS pada menit 30 dan 60 dapat dilihat pada gambar 4.5, 4.6 dan 4.7.



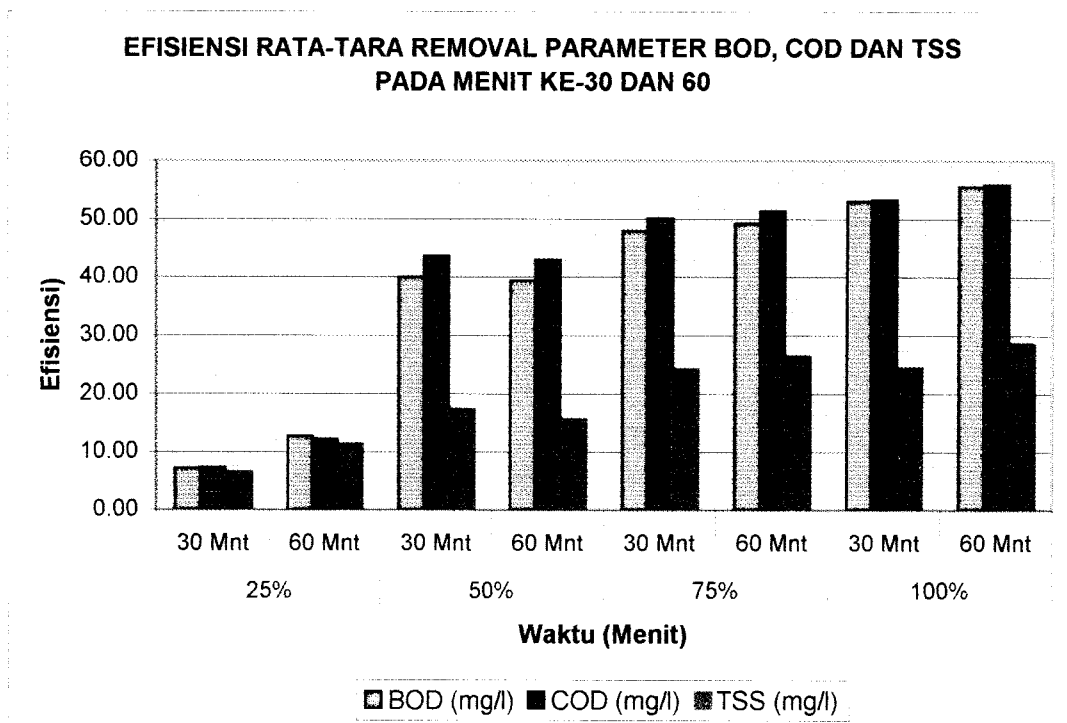
Gambar 4.5 Grafik Efisiensi Penurunan Kadar BOD pada Menit ke-30 dan 60



Gambar 4.6 Grafik Efisiensi Penurunan Kadar COD pada Menit ke-30 dan 60



Gambar 4.7 Grafik Efisiensi Penurunan Kadar BOD pada Menit ke-30 dan 60



Gambar 4.8 Grafik Efisiensi Rata-Rata Removal Prameter BOD, COD dan TSS pada Menit ke-30 dan 60

Kurang optimalnya efisiensi *trickling filter* dalam memperbaiki kualitas limbah yang dihasilkan baik dari tiap konsentrasi, waktu maupun parameter yang ada dapat disebabkan oleh perbedaan hasil perhitungan design dengan fakta dilapangan. Menurut Metcalf & Eddy (1991), efisiensi *Trickling filter* jenis *low-rate treatment* mampu meremoval BOD sebesar 80 – 90 % sedangkan dari penelitian yang dilakukan ternyata *trickling filter* hanya mampu meremoval BOD sebesar 54,29 % pada konsentrasi 100 %. Berdasarkan kriteria design yang dibuat, *trickling filter* mampu meremoval BOD 130 mg/l sekitar 77 % menjadi 30 mg/l. Namun dari hasil penelitian yang dilakukan pada konsentrasi 100 % BOD inlet hanya sebesar 63 mg/l dan hanya mampu diremoval menjadi 29,6 mg/l. Perbedaan pada kondisi inlet dari parameter BOD antara design dan penelitian menyebabkan berbeda pula kondisi dari air buangan. Seperti dikatakan sebelumnya bahwa mikroorganisme membutuhkan material organik dan nutiren untuk tumbuh. Mulai dari proses pembibitan kualitas air buangan sudah relatif kecil dan memungkinkan lapisan biofilm yang terbentuk juga sedikit atau tipis. Jika lapisan biofilm lebih tipis maka kemampuan mikroorganisme dalam mereduksi material organik dan nutrien juga menjadi kecil. Selain itu, dengan kondisi kualitas air buangan yang kecil berdampak pada banyaknya material organik dan nutrien yang terdapat didalamnya.

BOD dan COD merupakan ukuran banyaknya oksigen yang digunakan oleh mikroorganisme untuk penguraian bahan organik. Penurunan angka BOD dan COD menyatakan bahan organik yang terkandung dalam air menurun pula. Menurut Davis (1991) sebagai ukuran banyak materi organik karbon pada air buangan yang diolah biasanya dipakai BOD dan COD. Reaksi oksidasi aerobik *trickling filter* dapat dilihat pada persamaan 2.1.

Suspendid solid dihasilkan oleh dua proses yaitu akses dari perombakan bahan organik dan pengelupasan lapisan biologi. Pengelupasan lapisan biologi disebabkan kecepatan aliran yang terlalu besar. Perombakan bahan organik menghasilkan suspendid solid yang tidak terolah pada *trickling filter*. Menurut Davis (1991) akses dari pertumbuhan mikroorganisme pada media filter adalah dihasilkannya suspendid solid yang terbawa air buangan. Suspendid solid tidak dapat dirombak pada bak *trickling filter*, pemisahan hanya dapat dilakukan pada bak sedimentasi.

Waktu kontak juga mempengaruhi tidak optimalnya *trickling filter* dalam meremoval air buangan pada penelitian. Semakin lama waktu kontak semakin besar pula adsorpsi bahan organik dalam air buangan pada lapisan biofilm (Davis, 1991). Kecilnya waktu kontak dapat disebabkan oleh besarnya diameter media filter karena kriteria design laboratorium diameter media filter tidak dilakukan perubahan dari ukuran sebenarnya. Dengan ukuran diameter media filter yang relatif besar untuk ukuran skala laboratorium maka timbul rongga yang lebih besar dan banyak sehingga air limbah yang mengalir akan semakin mudah jatuh dan mengurangi waktu kontak.

Untuk percobaan ini, pengaruh debit terhadap efisiensi penurunan kualitas air limbah tidak signifikan karena debit yang digunakan sama pada setiap konsentrasi. Hanya saja debit dapat mempengaruhi waktu tinggal dan waktu kontak serta efek penggerusan air terhadap biofilm. Pengaruh suhu dan pH juga tidak dapat diketahui karena pada penelitian ini tidak diukur. Sebenarnya suhu dan pH cukup mempengaruhi proses biofilm dan efisiensi penurunan kualitas air limbah. Pengkondisian lingkungan yang baik yaitu suhu dan pH sangat mendukung pertumbuhan mikroorganisme untuk berkerja secara maksimal. Benefield (1980)

mengungkapkan bahwa temperatur memberikan pengaruh pada proses pertumbuhan biofilm. Pengaruh temperatur pada proses nitrifikasi telah dikaji bahwa pada *attached growth* dapat mencapai laju nitrifikasi > 70 % pada range temperatur 25 °C – 30 °C. Kondisi ion hidrogen (pH) pada umumnya memberikan pengaruh yang besar pada kecepatan pertumbuhan biomass, pada proses aerobik pH berkisar pada 6,5 – 7,2.

Berdasarkan data hasil penelitian yang telah diolah dengan *trickling filter* dibandingkan dengan baku mutu limbah cair SK Gubernur DIY No. 417/1991 bisa dikatakan sudah memenuhi syarat. Hal ini dapat dilihat melalui BOD rerata terbesar sebelum pengolahan pada konsentrasi 100 % yaitu 63 mg/l, setelah dilakukan pengolahan dengan *trickling filter* menjadi 29,6 mg/l pada menit 30 dan 28 mg/l pada menit 60, sedangkan menurut baku mutu limbah cair No. 417/1991 maksimal sebesar 50 mg/l. Begitu juga dengan parameter COD dan TSS dari hasil penelitian pada tabel 4.3 dan 4.4 dibandingkan dengan baku mutu limbah cair No. 417/1991 hanya sebesar 100 mg/l untuk COD dan 200 mg/l untuk TSS, sehingga sudah memenuhi baku mutu yang ada.

Luas area yang dibutuhkan oleh *trickling filter* dengan 6 buah bak yaitu :

Berdasarkan persamaan 4.3 maka :

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{4} \pi D^2 \times 6 \text{ buah} \\ &= \frac{1}{4} \pi \times 53^2 \times 6 \text{ buah} \\ &= 13.230,39 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Jadi luas yang dibutuhkan untuk 6 buah *trickling filter* adalah 13.230,39 m²

Luas area yang dibutuhkan oleh 4 buah kolam fakultatif atau *aerated lagoon* dan kolam pematangan atau *maturation pond* adalah :

$$A = (P \times L \times 4 \text{ buah}) + (P \times L \times 2 \text{ buah})$$

$$\begin{aligned}
 &= (70 \text{ m} \times 87 \text{ m} \times 4 \text{ buah}) + (70 \text{ m} \times 84 \text{ m} \times 2 \text{ buah}) \\
 &= 24.360 \text{ m}^2 + 11.760 \text{ m}^2 \\
 &= 36.120 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Jadi luas yang dibutuhkan untuk 4 buah *aerated lagoon* adalah 36.120 m^2

Dari perbandingan luas area antara *trickling filter* dan *aerated lagoon* yang terdapat pada IPAL Bantul menunjukkan bahwa luas area *trickling filter* lebih kecil daripada *aerated lagoon* dan *maturity pond* yaitu $13.230,39 \text{ m}^2 : 36.120 \text{ m}^2$ atau 1 : 2,73.

Apabila luas area lay out *trickling filter* dibandingkan dengan lay out *aerated lagoon* dan *maturity pond* pada IPAL Bantul (Gambar Lampiran 6) maka perbandingan luasnya adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Luas } \textit{trickling filter} (A) &= A_{\text{Lahan TF}} + A_{\text{Saluran Inlet}} + A_{\text{Bak Pengumpul}} \\
 &= (171,1 \text{ m} \times 113,4 \text{ m}) + (16,4 \text{ m} \times 7,2 \text{ m}) + (95,05 \text{ m} + 2,2 \text{ m}) \\
 &= 19.402,74 \text{ m}^2 + 236,16 \text{ m}^2 + 418,22 \text{ m}^2 \\
 &= 20.057,12 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Luas *aerated lagoon* dan *maturity pond* :


$$\begin{aligned}
 A &= 270 \text{ m} \times 146 \text{ m} \\
 &= 39.420 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Jadi perbandingan luas lay out *trickling filter* dengan *aerated lagoon* dan *maturity pond* adalah $20.057,12 \text{ m}^2 : 39.420 \text{ m}^2$ atau 1 : 1,96.


BAB V
PERHITUNGAN BOQ DAN RAB

5. 1. Bill Off Quantity


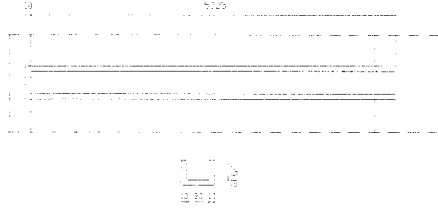
Tabel 5.1 Analisa Volume dan Jumlah Bahan

Gambar	Perhitungan
	<p>1. Volume Bata</p> $d_1 = 53,015 \text{ m} \quad h = 2,5 \text{ m}$ $d_2 = 53,235 \text{ m}$ $V_1 = \frac{1}{4} \times \pi \times 53,015^2 \times 2,5$ $= 5.515,783 \text{ m}^3$ $V_2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 53,235^2 \times 2,5$ $= 5.561,657 \text{ m}^3$ $V = V_2 - V_1$ $= 5.561,657 - 5.515,783 \text{ m}^3$ $= 45,873 \text{ m}^3$ <p>2. Luas Plesteran</p> <p>a. Luas dalam</p> $d = 53,015 \text{ m}$ $A = \pi \times 53,015 \times 2,5$ $= 416,168 \text{ m}^2$ <p>b. Luas luar</p> $d = 53,235 \text{ m}$ $A = \pi \times 53,235 \times 2,5$ $= 417,895 \text{ m}^2$ <p>Luas total = $A_{\text{dalam}} + A_{\text{luar}}$</p> $= 416,168 + 417,895 \text{ m}^2$ $= 834,063 \text{ m}^2$

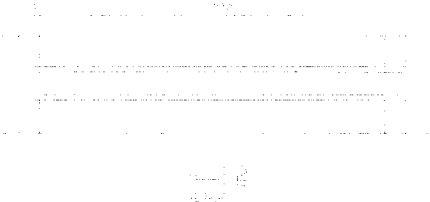
Lanjutan Tabel 5.1

Gambar	Perhitungan
	<p>Volume Bak Penampung</p> <p>1. a. Volume Beton Lantai</p> $d = 53 \text{ m}$ $h = 0,185 \text{ m}$ $V = \frac{1}{4} \times \pi \times 53^2 \times 0,185$ $= 407,937 \text{ m}^3 \times 2 \text{ buah}$ $= 815,874 \text{ m}^3$ <p>b. Luas Plesteran</p> $d_1 = 53 \text{ m}$ $h = 0,015 \text{ m}$ $A = \pi \times 31 \times 0,015$ $= 2,496 \text{ m}^2 \times 2 \text{ buah}$ $= 4,993 \text{ m}^2$ <p>2. a. Volume Beton Dinding</p> $d_1 = 53,015 \text{ m}$ $d_2 = 53,235 \text{ m}$ $h = 0,5 \text{ m}$ $V_1 = \frac{1}{4} \times \pi \times 53,015^2 \times 0,5$ $= 1.103,157 \text{ m}^3$ $V_2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 53,235^2 \times 0,5$ $= 1.112,331 \text{ m}^3$ $V = V_2 - V_1$ $= 1.112,331 - 1.103,157 \text{ m}^3$ $= 9,175 \text{ m}^3$ <p>b. Luas Plesteran</p> $d_1 = 53,015 \text{ m} \quad d_2 = 53,235 \text{ m}$ $h = 0,1 \text{ m} \quad h_2 = 0,5 \text{ m}$ $A_1 = \pi \times 53,015 \times 0,1$ $= 16,647 \text{ m}^2$ $A_2 = \pi \times 53,235 \times 0,5$ $= 83,579 \text{ m}^2$

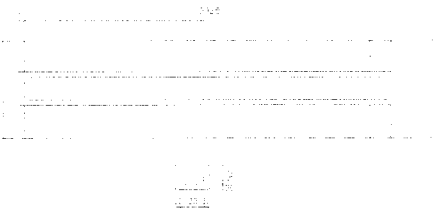
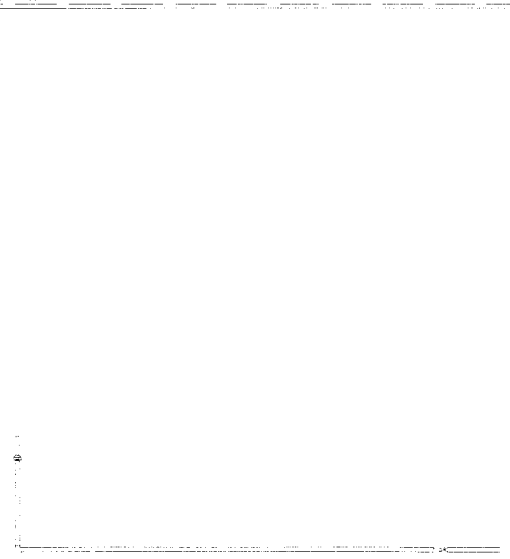
Lanjutan Tabel 5.1

Gambar	Perhitungan
	$A \text{ Total} = 83,579 + 16,647 \text{ m}^3$ $= 100,226 \text{ m}^3$ $\text{Volume beton} = V_{\text{lantai}} + V_{\text{dinding}}$ $= 815,874 + 9,175 \text{ m}^3$ $= 825,049 \text{ m}^3$ $A \text{ Plesteran} = A_{\text{lantai}} + A_{\text{dinding}}$ $= 4,993 + 100,226 \text{ m}^2$ $= 105,218 \text{ m}^2$
	<p>Volume Saluran Underdrain</p> <p>1. Volume Beton Lantai</p> $p = 53,25 \text{ m}$ $l = 0,3 \text{ m}$ $h = 0,085 \text{ m}$ $V = 53,25 \times 0,3 \times 0,085$ $= 1,358 \text{ m}^3$ <p>Luas Plesteran</p> $A = 53,25 \times 0,3$ $= 15,975 \text{ m}^2$ <p>2. Volume Beton Dinding</p> <p>a.</p> $p = 53,25 \text{ m}$ $l = 0,085 \text{ m}$ $h = 0,35 \text{ m}$ $V = 53,25 \times 0,085 \times 0,35$ $= 1,584 \text{ m}^3$ <p>b.</p> $p = 53,25 \text{ m}$ $l = 0,085 \text{ m}$ $h = 0,35 \text{ m}$ $V = 53,25 \times 0,085 \times 0,35$ $= 1,584 \text{ m}^3$

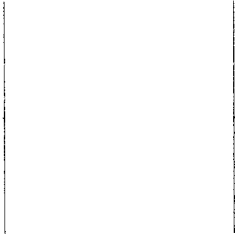
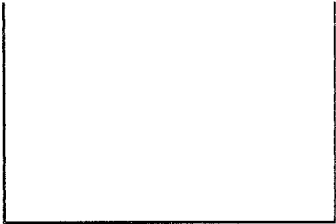
Lanjutan Tabel 5.1

Gambar	Perhitungan
	<p>c. $p = 0,5 \text{ m}$ $l = 0,085 \text{ m}$ $h = 0,35 \text{ m}$ $V = 0,5 \times 0,085 \times 0,35$ $= 0,015 \text{ m}^3$</p> <p>$V = 1,584 + 1,584 + 0,015$ $= 3,183 \text{ m}^3$</p> <p>Luas Plesteran</p> <p>a. $A = 53,25 \times 0,25$ $= 13,313 \text{ m}^2$ $A = 53,25 \times 0,35$ $= 18,638 \text{ m}^2$ $A = 13,313 + 18,638 \text{ m}^2$ $= 31,950 \text{ m}^2$</p> <p>b. $A = 53,25 \times 0,25$ $= 13,313 \text{ m}^2$ $A = 53,25 \times 0,35$ $= 18,638 \text{ m}^2$ $A = 13,313 + 18,638 \text{ m}^2$ $= 31,950 \text{ m}^2$</p> <p>c. $A = 0,3 \times 0,25$ $= 0,075 \text{ m}^2$ $A = 0,5 \times 0,35$ $= 0,175 \text{ m}^2$ $A = 0,075 + 0,175 \text{ m}^2$ $= 0,25 \text{ m}^2$</p> <p>$A = 31,950 + 31,950 + 0,25 \text{ m}^2$ $= 64,150 \text{ m}^2$</p>

Lanjutan Tabel 5.1

Gambar	Perhitungan
	<p>Volume Total Beton</p> $= V_{\text{lantai}} + V_{\text{dinding}}$ $= 1,358 + 3,183 \text{ m}^3$ $= 4,541 \text{ m}^3$ <p>Volume Total Plesteran</p> $= V_{\text{lantai}} + V_{\text{dinding}}$ $= 15,975 + 64,150 \text{ m}^2$ $= 80,125 \text{ m}^2$
	<p>1. Pipa Distribusi</p> <p>P = 52 m</p> <p>d = 150 mm</p> <p>Pipa GIP 150 mm = 52 m</p> <p>Joint GIP 150 mm = 13 bh</p> <p>2. <i>Pervorated</i></p> <p>d = 7 mm</p> <p>Jarak antar lubang = 20 cm</p> <p>Jumlah lubang = 260 buah</p> <p>3. Pipa Inlet</p> <p>d = 200 mm</p> <p>p = 27 m</p> <p>a. Pipa GIP 200 mm = 27 m</p> <p>b. Bend 90° GIP 200 mm = 3 bh</p> <p>c. Joint GIP 150 mm = 6 bh</p> <p>d. Gate Valve GIP 200 mm = 1 bh</p> <p>e. Check Valve GIP 200 mm = 1 bh</p>

Lanjutan Tabel 5.1

Gambar	Perhitungan
	Pipa Inlet untuk 6 buah TF : 1. Pipa GIP 200 mm = 231,45 m 2. Joint GIP 200 mm = 57 bh 3. Tee All Flange GIP 200 mm = 2 bh 4. Bend All Flange GIP 90° 200 mm = 4 bh
	Volume Saluran Inlet 6 Buah TF : $p = 274,7 \text{ m}$ $l = 0,4 \text{ m}$ $h = 0,4 \text{ m}$ $t = 0,1 \text{ m}$ 1. Volume Beton Volume Lantai : $V = 274,7 \times 0,4 \times 0,1$ $= 10,988 \text{ m}^3$ Volume Dinding : $V = 274,7 \times 0,4 \times 0,1 \times 2 \text{ buah}$ $= 21,976 \text{ m}^3$ Volume Total : $V = 10,988 + 21,976 \text{ m}^3$ $= 32,964 \text{ m}^3$ 2. Luas Plasteran Luas Lantai : $A = 274,7 \times 0,4$ $= 109,88 \text{ m}^2$ Luas Dinding : $A = 274,7 \times 0,4 \times 4 \text{ buah}$ $= 439,52 \text{ m}^2$ Luas Total : $A = 109,88 + 439,52 \text{ m}^2$ $= 549,4 \text{ m}^2$


Lanjutan Tabel 5.1

Gambar	Perhitungan
	<p>Volume Saluran Outlet 6 Buah TF :</p> <p>1. $p = 1,7 \text{ m}$ $l = 0,3 \text{ m}$ $h = 0,25 \text{ m}$</p> <p>a. Volume lantai $V = (1,7 \times 0,3 \times 0,085) \text{ m}^3 \times 6$ $= 0,26 \text{ m}^3$</p> <p>Luas plesteran $A = (1,7 \times 0,3) \text{ m}^2 \times 6 \text{ bh}$ $= 1,26 \text{ m}^2$</p> <p>b. Volume dinding $V = (1,7 \times 0,085 \times 0,35) \times 2 \times 6$ $= 0,714 \text{ m}^3$</p> <p>Luas plesteran $A_1 = (1,7 \times 0,25) \text{ m}^2 \times (2 \times 6) \text{ bh}$ $= 5,1 \text{ m}^2$ $A_2 = (1,7 \times 0,35) \text{ m}^2 \times (2 \times 6) \text{ bh}$ $= 7,14 \text{ m}^2$ $A = 5,1 + 7,14 \text{ m}^2$ $= 12,24 \text{ m}^2$</p> <p>Volume Beton = $V_{\text{lantai}} + V_{\text{dinding}}$ $= 0,306 + 0,714 \text{ m}^3$ $= 1,02 \text{ m}^3$</p> <p>Luas Plesteran = $A_{\text{lantai}} + A_{\text{dinding}}$ $= 1,26 + 12,24 \text{ m}^2$ $= 13,5 \text{ m}^2$</p> <p>2. $p = 141,5 \text{ m}$ $l = 0,6 \text{ m}$ $h = 0,5 \text{ m}$</p>

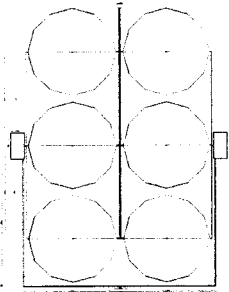
Lanjutan Tabel 5.1

Gambar	Perhitungan
	<p>a. Volume lantai</p> $V = 141,5 \times 0,6 \times 0,085 \text{ m}^3$ $= 7,217 \text{ m}^3$ <p>Luas plesteran</p> $A = 141,5 \times 0,6 \text{ m}^2$ $= 84,9 \text{ m}^2$ <p>b. Volume dinding</p> $V = (141,5 \times 0,085 \times 0,5) \text{ m}^3$ $\times 2 \text{ bh}$ $= 12,028 \text{ m}^3$ <p>Luas plesteran</p> $A_1 = (141,5 \times 0,5) \text{ m}^2 \times 2 \text{ bh}$ $= 141,5 \text{ m}^2$ $A_2 = (141,5 \times 0,6) \text{ m}^2 \times 2 \text{ bh}$ $= 169,8 \text{ m}^2$ $A = 141,5 + 169,8 \text{ m}^2$ $= 313,3 \text{ m}^2$ <p>Volume Beton = $V_{\text{lantai}} + V_{\text{dinding}}$</p> $= 7,217 + 12,028$ $= 19,244 \text{ m}^3$ <p>Luas Plesteran = $A_{\text{lantai}} + A_{\text{dinding}}$</p> $= 84,9 + 313,3 \text{ m}^2$ $= 396,2 \text{ m}^2$ <p>Volume Total Beton</p> $= V_1 + V_2$ $= 1,02 + 19,244 \text{ m}^3$ $= 20,264 \text{ m}^3$ <p>Luas Total Plesteran</p> $= 13,5 + 396,2 \text{ m}^2$ $= 409,7 \text{ m}^2$

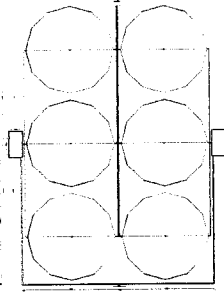
Lanjutan Tabel 5.1

Gambar	Perhitungan
	<p>Bak Penampung</p> <p>1. $p = 16 \text{ m}$ $l = 8 \text{ m}$ $h = 1,25 \text{ m}$ $t = 0,2 \text{ m}$</p> <p>a. Volume lantai $V = (16 \times 8 \times 0,2) \text{ m}^3 \times 2 \text{ buah}$ $= 51,2 \text{ m}^3$</p> <p>Luas plesteran $A = (16 \times 8) \text{ m}^2 \times 2 \text{ buah}$ $= 256 \text{ m}^2$</p> <p>b. Volume dinding $V_1 = (16 \times 1,25 \times 0,2) \times 2 \times 2 \text{ bh}$ $= 16 \text{ m}^3$ $V_2 = (8 \times 1,25 \times 0,2) \times 2 \times 2 \text{ bh}$ $= 8 \text{ m}^3$ $V = 16 + 8 \text{ m}^3$ $= 24 \text{ m}^3$</p> <p>Luas plesteran $A_1 = (16 \times 1,25) \text{ m}^2 \times (4 \times 2) \text{ bh}$ $= 160 \text{ m}^2$ $A_2 = (8 \times 1,25) \text{ m}^2 \times (4 \times 2) \text{ bh}$ $= 80 \text{ m}^2$ $A = 160 + 80 \text{ m}^2$ $= 240 \text{ m}^2$</p> <p>Volume Beton = $V_{\text{lantai}} + V_{\text{dinding}}$ $= 51,2 + 24 \text{ m}^3$ $= 75,2 \text{ m}^3$</p> <p>Luas Plesteran = $A_{\text{lantai}} + A_{\text{dinding}}$ $= 256 + 240 \text{ m}^2$ $= 496 \text{ m}^2$</p>

Lanjutan Tabel 5.1

Gambar	Perhitungan
	<p>Volume 6 Buah TF :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Volume Bata : $V = 45,873 \text{ m}^3 \times 6 \text{ bh}$ $= 275,283 \text{ m}^3$ 2. Luas Plesteran Bata $V = 843,063 \text{ m}^2 \times 6 \text{ bh}$ $= 5058,378 \text{ m}^2$ 3. Volume Bak Penampung & Lantai $V_{\text{Beton}} = 825,049 \text{ m}^3 \times 6 \text{ bh}$ $= 4950,294 \text{ m}^3$ $V_{\text{Plesteran}} = 105,218 \text{ m}^2 \times 6 \text{ bh}$ $= 631,308 \text{ m}^2$ 4. Volume Saluran Underdrain $V_{\text{Beton}} = 4,541 \text{ m}^3 \times 6 \text{ bh}$ $= 27,246 \text{ m}^3$ $V_{\text{Plasteran}} = 80,125 \text{ m}^2 \times 6 \text{ bh}$ $= 480,75 \text{ m}^2$ 5. Pipa Distribusi <ol style="list-style-type: none"> a. Pipa GIP 150 mm = 52 m x 6 bh = 312 m b. Joint GIP 150 mm = 13 bh x 6 bh = 78 bh 6. Pipa Inlet <ol style="list-style-type: none"> a. Pipa GIP 200 mm = 27 m x 6 bh = 162 m b. Bend 90° GIP 200 mm = 3 bh x 6 bh = 18 bh c. Joint GIP 200 mm = 6 bh x 6 bh = 36 bh

Lanjutan Tabel 5.1

Gambar	Perhitungan
	<p>d. Gate Valve GIP 200 mm = 1 bh x 6 bh = 6 bh</p> <p>e. Check Valve GIP 200 mm = 1 bh x 6 bh = 6 bh</p>

Tabel 5.2 Rekapitulasi Volume dan Jumlah Bahan

NO.	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	JUMLAH
1	2	3	4
A.	Per Unit TF		
1	Pasangan bata merah perekat 1Pc : 3 Ps		
a.	Dinding bak	m ³	45.87
	Jumlah		45.87
2	Plesteran 1 Pc : 2 Ps : Tebal 15 mm		
a.	Dinding bak	m ²	843.06
b.	Bak penampung dan lantai	m ²	105.22
c.	Saluran underdrain	m ²	80.13
	Jumlah		1028.41
3	Pembuatan Beton Campuran 1Pc : 2 1/2Ps : 3 1/2Kr		
a.	Bak penampung dan lantai	m ³	825.05
b.	Saluran underdrain	m ³	4.54
	Jumlah		829.59
4	Pekerjaan Perpipaan & ME		
a.	Pipa GIP 150 mm	m	52.00
b.	Pipa GIP 200 mm	m	27.00
c.	Joint GIP 150 mm	bh	13.00
d.	Joint GIP 200 mm	bh	6.00
e.	Bend 90° GIP 200 mm	bh	3.00
g.	Gate Valve GIP 200 mm	bh	1.00
h.	Check Valve GIP 200 mm	bh	1.00

Lanjutan Tabel 5.2

1	2	3	4
B.	Enam Unit TF		
1	Pasangan bata merah perekat 1Pc : 2 Ps		
a.	Dinding bak	m ³	275.28
	Jumlah		275.28
2	Plesteran 1 Pc : 2 Ps : Tebal 15 mm		
a.	Dinding bak	m ²	5058.38
b.	Bak penampung	m ²	631.31
c.	Bak pengumpul	m ²	496.00
d.	Saluran underdrain	m ²	480.75
e.	Saluran outlet	m ²	409.70
	Jumlah		7076.14
3	Pembuatan Beton Campuran 1Pc : 2 1/2Ps : 3 1/2Kr		
a.	Bak penampung	m ³	4950.29
b.	Bak pengumpul	m ³	75.20
c.	Saluran underdrain	m ³	27.25
d.	Saluran outlet	m ³	20.26
	Jumlah		5073.00
4	Pekerjaan Perpipaan & ME		
a.	Pipa GIP 150 mm	m	312.00
b.	Pipa GIP 200 mm	m	393.45
c.	Joint GIP 150 mm	bh	78.00
d.	Joint GIP 200 mm	bh	93.00
e.	Bend 90° GIP 200 mm	bh	22.00
f.	Tee Draad Dalam GIP 200 mm	bh	4.00
g.	Gate Valve GIP 200 mm	bh	6.00
h.	Check Valve GIP 200 mm	bh	6.00

5.2. Rancangan Anggaran Biaya

Tabel 5.3 Tabel RAB *Trickling Filter* IPAL Bantul Jogjakarta

NO.	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH (Rp)
1	2	3	4	5	6
A.	Per Unit TF				
1	Pekerjaan Pasangan dan Plesteran				
a.	Pasangan bata merah perekat 1Pc : 3 Ps	m ³	45.87	282,383.75	12,953,789.76
b.	Plesteran 1 Pc : 2 Ps : Tebal 15 mm	m ²	1028.41	17,024.88	17,508,488.74
2	Pekerjaan Beton				
a.	Pembuatan Beton Campuran 1Pc:2 ½ Ps:3 ½ Kr	m ³	829.59	330,457.50	274,144,237.43
3	Pekerjaan Perpipaian & ME				
a.	Pipa GIP 150 mm	m	52.00	142,500.00	7,410,000.00
b.	Pipa GIP 200 mm	m	27.00	210,000.00	5,670,000.00
c.	Joint GIP 150 mm	bh	13.00	120,600.00	1,567,800.00
d.	Joint GIP 200 mm	bh	6.00	180,580.00	1,083,480.00
e.	Bend 90° GIP 200 mm	bh	3.00	258,850.00	776,550.00
f.	Gate Valve GIP 200 mm	bh	1.00	3,935,500.00	3,935,500.00
g.	Check Valve GIP 200 mm	bh	1.00	4,462,500.00	4,462,500.00
	Jumlah				329,512,345.93
B.	Enam Unit TF				
1	Pekerjaan Pasangan dan Plesteran				
a.	Pasangan bata merah perekat 1Pc : 3 Ps	m ³	275.28	282,383.75	77,735,445.85
b.	Plesteran 1 Pc : 2 Ps : Tebal 15 mm	m ²	7076.14	17,024.88	120,470,366.26
2	Pekerjaan Beton				
a.	Pembuatan Beton Campuran 1Pc:2 ½ Ps:3 ½ Kr	m ³	5073.00	330,457.50	1,676,412,219.33
3	Pekerjaan Perpipaian & ME				
a.	Pipa GIP 150 mm	m	312.00	142,500.00	44,460,000.00
b.	Pipa GIP 200 mm	m	393.45	210,000.00	82,624,500.00
c.	Joint GIP 150 mm	bh	78.00	120,600.00	9,406,800.00
d.	Joint GIP 200 mm	bh	93.00	180,580.00	16,793,940.00
e.	Bend 90° GIP 200 mm	bh	22.00	258,850.00	5,694,700.00
f.	Tee Draad Dalam GIP 200 mm	bh	4.00	375,000.00	1,500,000.00
g.	Gate Valve GIP 200 mm	bh	6.00	3,935,500.00	23,613,000.00
h.	Check Valve GIP 200 mm	bh	6.00	4,462,500.00	26,775,000.00
	Jumlah				2,085,485,971.44

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6. 1. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan, penelitian dan pembahasan disimpulkan bahawa :

1. Efisiensi pengolahan oleh *trickling filter* yang terbesar yaitu pada konsentrasi 100 % yaitu BOD = 54,29 %, COD = 54,57 % dan TSS = 26,47 %. Efisiensi penelitian lebih kecil dibandingkan dengan perencanaan desain yaitu sebesar 76,9 %. Perbedaan beban organik dari penelitian dan perencanaan design menyebabkan kandungan organik dan nutrien yang terdapat pada air limbah berbeda sehingga efisiensi pengolahan juga berbeda..
2. Kemampuan *trickling filter* dalam meremoval parameter BOD, COD dan TSS air buangan domestik kota Jogjakarta sangat dipengaruhi oleh faktor beban organik, beban hidrolis, temperatur dan pH.
3. Lahan yang dibutuhkan untuk 6 buah *trickling filter* lebih kecil dibandingkan dengan 4 buah *aerated lagoon* dan 2 buah *maturation pond* yang terdapat pada IPAL Bantul Jogjakarta dengan perbandingan $13.230,39 \text{ m}^2 : 36.120 \text{ m}^2$ atau 1 : 2,73. Sedangkan untuk perbandingan luas lahan lay out adalah $20.057,12 \text{ m}^2 : 39.420 \text{ m}^2$ atau 1 : 1,96.

6.2. Saran-Saran

1. Bagi Pengelola IPAL Bantul Jogjakarta

Trickling filter bisa dijadikan alternatif pengolahan pengganti *aerated lagoon* pada IPAL Bantul, tetapi tetap perlu dilakukan analisa kembali terhadap faktor ekonomis terutama dari segi operasional pengoperasian.

2. Bagi peneliti selanjutnya

Bagi peneliti selanjutnya yang ingin mengembangkan penelitian sejenis guna memperkaya khasanah ilmu teknik lingkungan khususnya unit pengolahan *trickling filter*, maka diharapkan diperhatikan hal-hal lain, seperti

- a. Pada proses pembibitan sebaiknya pengukuran dilakukan setiap hari agar dapat diketahui efektivitas *trickling filter* sebelum dilakukan penelitian.
- b. Pengukuran suhu dan pH pada *trickling filter* perlu dilakukan karena dapat mempengaruhi efisiensi penurunan kualitas air limbah.
- c. Variasi Konsentrasi dan waktu bisa dilakukan lebih banyak lagi agar didapat kondisi yang optimum.
- d. Pengambilan sampel air buangan sebaiknya tidak dilakukan pada musim / waktu hujan karena dapat terjadi pengenceran.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G., Santika, S.S., 1987. **Metode Penelitian Air**. Usaha Nasional. Surabaya.
- 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.
- Anonim, 2003, Rotary Distributor Center Mechanisms for Trickling Filter, <http://www.DBS Manufacturing, Inc/Rotary Distributor Center Mechanisms for Trickling Filters files>, 3/5/04.
- Benefield, L. D., 1980, **Biological Proseses Design For Wastewater Treatment**, Prentice – Hall, Inc., USA.
- Cahyani, K. N., 1997, **Pengolahan Air Buangan Dapur Hotel Sahid Kusuma Solo Dengan Trickling Filter**, Skripsi (tidak diterbitkan), STTL, Jogjakarta.
- Cik, M.A., 2000, Denitrifikasi Sebagai Upaya Mengeluarkan Unsur Nitrogen (N) Dari Air Limbah, **Jurnal Manajemen dan Kualitas Lingkungan**, Volume 2, No. 1, 54-59.
- 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.
- Ginting P., 1995, **Mencegah dan Mengendalikan Pencemaran Industri**, Pustaka Sinar Harapan, Jakarta.
- Fair, geyer dan Okun. 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

- Jamilah, It., 2003, **Biofilm, Sebagai Mikrolingkungan Bakteri Yang Unik : Seberapa Jauh Kita Mengenalnya ?**, Makalah Falsafah Sains, IPB, http://rudycr.tripod.com/sem1_023_it_jamilah.htm 26/05/04
- Jenie, B, S. L., dan Astuti, W. P., 1995, **Penanganan Limbah Industri Pangan**, Kanisius, Jogjakarta.
- Linsley, R. K., Franzini, J. B., 1996, **Teknik Sumber Daya Air**, Jilid 2, Edisi 3, Erlangga, Jakarta.
- 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, **Intoduction to Wastewater Treatment Processes**, Second Edition, Academic Press, New York.
- Renold,. T. D. 1978. **Unit Operation and Process Environmental Engineering**. Mc Grow Hill Book. Co Inc. New York
- Ryadi, S., 1984, **Pencemaran Air: Dasar-Dasar dan Pokok-Pokok Penanggulangannya**, Karya Anda, Surabaya.
- Sawyer, C. N. and McCarty, P. L., 1967, **Chemistry for Sanitary Engineers**, Second Edition, McGraw-Hill Book Company, Tokyo.
- Slamet, A. dan Masduqi, A., 2000, **Satuan Proses**, Modul Ajar, Jurusan Teknik Lingkungan FTSP, ITS, Surabaya.
- Sugiharto, 1987, **Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah**, UI Press, Jakarta.
- Sumekar, H. dan Tjahjono, H., 1994, **Teknologi Sistem Pertumbuhan Lekat dalam Pelatihan Sepuluh Hari Teknologi Proses Penanganan Limbah Organik Secara Biologis**, Kerjasama BPP Teknologi dan BTIG Project.
- Suriawiria, 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.

Tchobanoglous, Inc., 1991, **Wastewater Engineering Treatment, Disposal and Reuse**, Third Edition, Mc.Graw-Hill, Inc., New York.

Tjokrokusumo, 1995, **Konsep Teknologi Bersih**, Cetakan Pertama, Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan, Yogyakarta.

Turyana, E., 2003, Ipal Sewon, **Tekno Limbah**, Volume 7, 8-9.

Winarmo., F. G. 1996. **Air Untuk Industri Pangan**. PT Gramedia. Jakarta

<http://www.pu.go.id/publik/cipta%20karya/html/ind/ipalygy.htm>



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

Jalan : Bumijo Nomor. 5 Telp. 565260, 514178, 589091 YOGYAKARTA

Nomor : 423.4/948/C.
Lamp. : -
Perihal : **Izin Pencarian Data.**

Yogyakarta, 29 Juli 2003

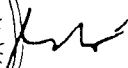

Kepada Yth.
Ketua Jurusan Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan
Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
di -
Yogyakarta.

Menanggapi surat saudara nomor : 81/Kajur.TL/20/TL/VII/2003 tanggal 17 Juli 2003 perihal pada pokok surat, diberitahukan dengan hormat bahwa Sub.Dinas Cipta Karya, Dinas KIMPRASWIL Propinsi D.I.Y.dapat menyetujui dan menerima mahasiswa dari Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia untuk pencarian data guna Tugas Akhir ke Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) Sewon, Bantul mulai tanggal 1 September s/d 31 Oktober 2003 .Adapun mahasiswa tersebut adalah :

N a m a : Wan Fardiansyah.
No.Mhs. : 99513020 .

dengan ketentuan kepada yang bersangkutan wajib menjaga tata tertib dan mentaati peraturan yang berlaku setempat.

Demikian atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

A.n. Kepala
Kepala Subdin Cipta Karya,

Ir. M. Hantsir Basuki, MM
P. 110 020 171 



Tembusan Kepada Yth.

1. Kepala Dinas KIMPRASWIL Prop.DIY (Sebagai laporan)
2. Kepala Unit IPAL Sewon.



PEMERINTAH PROPINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
DINAS PERMUKIMAN DAN PRASARANA WILAYAH
BALAI PENGUJIAN KONSTRUKSI DAN LINGKUNGAN (BPKL)
Jl. Arteri Utara Maguwoharjo Depok Sleman Yogyakarta , Telp. (0274) 489622

Nomor : 070/45
Lampiran : 1 (satu) lb
Perihal : Penyampaian Hasil Analisa
Air

Yogyakarta, 25 Februari 2004..

Kepada Yth.
Sdr. Wan Fardiyansyah
Mahasiswa Teknik Lingkungan UII
Yogyakarta
di
Yogyakarta

Menindak lanjuti surat Saudara tanggal 20 Februari 2004 perihal permohonan Analisa Air Buangan maka bersama ini kami sampaikan hasil analisa air tersebut (terlampir), agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Demikian , atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Kepala Balai
Pengujian Konstruksi dan Lingkungan
Diskipwil Prop. DIY
BPKL
I. Siswanto
110040934

Tembusan Kepada Yth. :
1. Petinggal.

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	532	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

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	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

Note :

Volume air masuk :

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

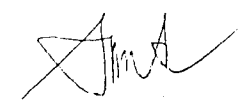
BOD Inlet :

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			
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. S
NIP. 490 027 456

**DATA PENGENDALIAN KUALITAS AIR
BULAN : APRIL 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	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	20	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

Note :

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

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	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	172,289.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	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	536	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	56	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

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	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	392	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	253	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	m3/hari
Max	13364.3	m3/hari
Rata-rata	9779.8	m3/hari
Total	293394.0	m3/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	9.597.9	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	600	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			
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	8,741.9	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	540	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

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	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

NOTE

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	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	16.264.0	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	300	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	358	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	308	58	6.9	7.8	28.6	28.8	0.80	4.0	Cerah
12	8.025.0	106.925.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cerah
13	8.517.2	115.442.3	600	58	200	18	455	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	49	6.8	7.6	28.2	28.6	0.50	4.0	Cerah
17	8.399.5	148.735.8	500	68	160	22	398	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	433	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	8.174.8	182.970.0	600	70	200	18	358	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	295	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	359	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	56	6.8	7.8	28.8	29.2	0.50	4.5	Cerah
28	7.543.5	239.883.3	400	58	160	19	265	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 Inlet :

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**

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	11.010.3	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
10	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
11	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
12	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
13	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
14	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
15	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
16	8.934.5	147.831.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cerah
17	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
18	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
19	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
20	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
21	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
22	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
23	9.052.2	222.859.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Hujan
24	10.325.5	233.185.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cerah
25	9.341.1	242.526.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Hujan
26	8.945.2	251.471.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Hujan
27	11.866.3	263.337.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Hujan
28	10.058.0	273.395.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Hujan
29	8.346.0	281.741.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Hujan
30	9.480.2	291.221.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cerah

NOTE

Volume air masuk :

Min	7639.8 m3/hari
Max	12626.0 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**

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	11.256.4	11.256.4	500	50	175	18	381	24	6.9	7.4	27.8	30.0	0.8	5.0	Hujan
2	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
3	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
4	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
5	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
6	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
7	13.203.8	78.067.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Hujan
8	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	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
10	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
11	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
12	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
13	8.838.2	140.469.6	500	54	175	18	386	27	6.8	7.5	27.6	28.8	0.8	5.0	Cerah
14	11.160.1	151.629.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Hujan
15	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
16	9.640.7	171.018.1	480	50	160	17	322	26	6.9	7.3	28.2	30.1	0.8	5.0	Cerah
17	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
18	10.828.4	191.733.3	420	58	150	20	292	37	6.9	7.2	28.4	30.2	1.0	4.5	Cerah
19	11.170.8	202.904.1	420	52	140	17	331	20	6.8	7.1	28.2	30.1	1.0	5.0	Hujan
20	13.674.6	216.578.7	380	60	130	17	286	23	6.9	7.2	28.4	29.6	1.0	5.0	Hujan
21	11.374.1	227.952.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Hujan
22	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
23	15.482.9	254.242.7	540	50	180	17	368	28	6.9	7.2	28.2	29.4	0.80	5.0	Cerah
24	9.833.3	264.076.0	520	48	180	16	390	29	6.9	7.4	28.4	30.0	0.80	5.0	Hujan
25	9.523.0	273.599.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Hujan
26	10.368.3	283.967.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Hujan
27	12.026.8	295.994.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cerah
28	9.458.8	305.452.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Hujan
29	11.063.8	316.516.7	540	48	185	16	402	27	6.9	7.2	28.8	30.0	0.80	5.0	Cerah
30	11.695.1	328.211.8	420	48	150	15	351	24	7.0	7.6	28.5	29.8	1.00	6.0	Hujan
31	18.628.7	346.840.5	-	-	145	15	323	21	6.9	7.4	28.6	30.1	1.00	5.5	Hujan

NOTE

Volume air masuk :

Min 11.256.4 m3/hari
 Max 18.628.7 m3/hari
 Rata-rata 11.283.4 m3/hari
 Total 346.840.5 m3/bl

BOD Inlet :

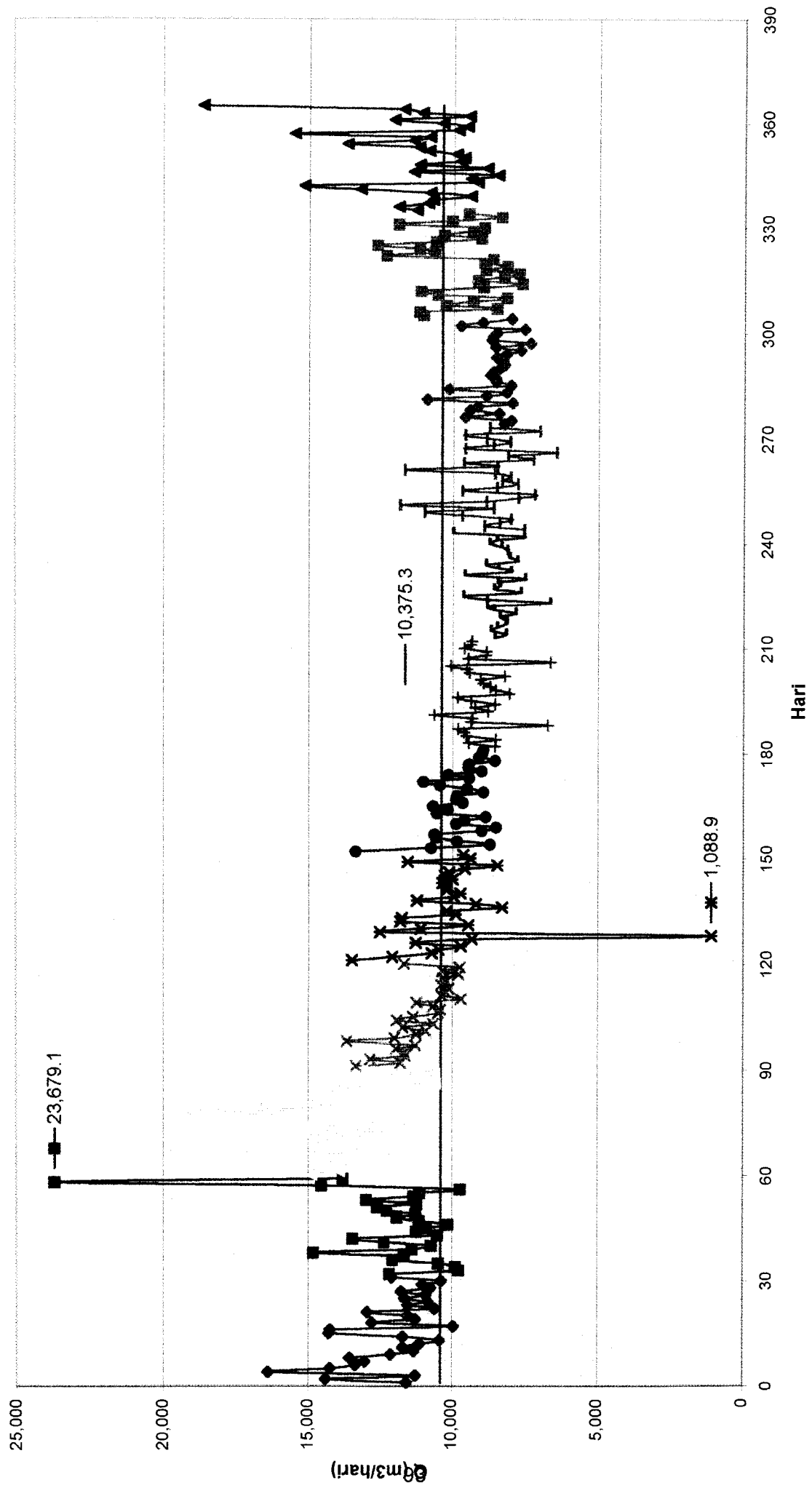
Min 125 mg/l
 Max 185 mg/l
 Rata-rata 155.4 mg/l

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



Grafik Debit Harian IPAL Bantul Jogjakarta

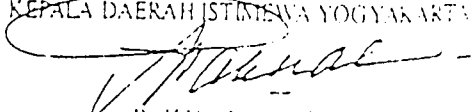
KEPUTUSAN GUBERNUR KEPALA DAERAH ISTIMEWA
YOGYAKARTA
NOMOR : 214/KPTS/1991
TENTANG
BAKU MUTU LINGKUNGAN DAERAH UNTUK WILAYAH
PROPINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
BAGI BAKU MUTU LIMBAH CAIR

No.	Parameter	Satuan	Golongan Baku Mutu Air Limbah			
			I	II	III	IV
FISIKA						
1.	Temperatur	°C	35	40	45	45
2.	Zat padat terlarut	mg/l	1500	2000	4000	5000
3.	Zat padat tersuspensi	mg/l	100	200	300	400
KIMIA						
1.	pH	-	6 - 9	6 - 9	6 - 9	6 - 9
2.	Besi terlarut (Fe ⁺⁺)	mg/l	1	5	10	20
3.	Mangan (Mn)	mg/l	0,5	2	5	10
4.	Barium (Ba)	mg/l	1	2	3	5
5.	Tembaga (Cu)	mg/l	1	2	3	5
6.	Seng (Zn)	mg/l	2	5	10	15
7.	Krom Heksavalen (Cr ⁶⁺)	mg/l	0,05	0,1	0,25	0,6
8.	Krom Total (Cr)	mg/l	0,1	0,5	1	2
9.	Cadmium (Cd)	mg/l	0,01	0,05	0,1	0,5
10.	Raksa (Hg)	mg/l	0,001	0,002	0,005	0,01
11.	Timbal (Pb)	mg/l	0,05	0,1	1	2
12.	Stannum (Sn)	mg/l	1	2	3	5
13.	Arsen (As)	mg/l	0,05	0,1	0,5	1
14.	Selenium (Se)	mg/l	0,01	0,05	0,5	1
15.	Nikel (Ni)	mg/l	0,1	0,2	0,5	1
16.	Cobalt (Co)	mg/l	0,2	0,4	0,6	1
17.	Sianida (CN)	mg/l	0,02	0,05	0,1	0,5
18.	Sulfida (H ₂ S)	mg/l	0,01	0,05	0,1	1
19.	Fluorida (F)	mg/l	1,5	2	3	5
20.	Klorin bebas (Cl ₂)	mg/l	0,5	1	2	5
21.	Amoniak bebas (NH ₃ -N)	mg/l	0,02	1	5	20
22.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	10	20	30	50
23.	Nitrit (NO ₂ -N)	mg/l	0,06	1	3	5

No.	Parameter	Satuan	Golongan Baku Mutu Air Limbah			
			I	II	III	IV
24.	Klorida (Cl)	mg/l	600	800	1000	1200
25.	BOD5	mg/l	30	50	150	300
26.	COD	mg/l	60	100	300	600
27.	Senyawa aktif biru metilen	mg/l	0,5	5	10	15
28.	Fenol	mg/l	0,01	0,5	1	2
29.	Minyak nabati	mg/l	1	5	10	20
30.	Minyak mineral	mg/l	1	10	50	100
31.	Radioaktifitas **)					
32.	Pestisida termasuk PCB ***)					

Catatan :

- I) Kadar bahan limbah yang memenuhi baku mutu air limbah tersebut tidak diperbolehkan dengan cara pengenceran yang airnya langsung diambil dari sumber air. Kadar bahan limbah tersebut adalah kadar maksimal yang diperbolehkan kecuali pH yang meliputi juga kadar yang minimal.
- II) Kadar radioaktifitas mengikuti peraturan yang berlaku.
- III) Limbah pestisida yang berasal dari industri yang memformulasikan atau memproduksi dan dari konsumen yang menggunakannya untuk pertanian dan lain-lain tidak boleh menyebabkan pencemaran air yang mengganggu pemanfaatannya.

Yogyakarta, 25 Juni 1991
 PENJABAT GUBERNUR
 KEPALA DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

 PAKU ALAM VIII



PEMERINTAH PROPINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
DINAS PERMUKIMAN DAN PRASARANA WILAYAH
BALAI PENGUJIAN KONSTRUKSI DAN LINGKUNGAN

Jl. Arteri Utara Maguwoharjo Depok Sleman Yogyakarta , Telp. (0274) 489622

Lamp. Surat nomor: 070/45
Tanggal : 25 Februari 2004

HASIL ANALISA AIR

Pengirim : Wan Fardiyansyah
Mhs.Teknik Lingkungan UII
Yogyakarta

Tgl. Penerimaan : 20 Februari 2004.
Petugas Lab.: 1.Rosdiana P L
2.FX. Waskito

Asal Contoh: sample air buangan

No. Sampel	Satuan	Parameter		
		BOD	COD	TSS
1	mg/l	24,9	28	18
2	mg/l	23,9	29	6
3	mg/l	24,2	27	17
4	mg/l	25,9	35	19
5	mg/l	20,5	32	15
6	mg/l	19,9	20	36
7	mg/l	17,5	30	10
8	mg/l	15,6	21	17
9	mg/l	18,0	19	15

Yogyakarta, 25 Februari 2004.

Diperiksa oleh :
Kasi Pengujian Mutu Air

Ir.M. Soedono
NIP. 110 038 656



PEMERINTAH PROPINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
DINAS PERMUKIMAN DAN PRASARANA WILAYAH
BALAI PENGUJIAN KONSTRUKSI DAN LINGKUNGAN
JL. Arteri Utara Maguwoharjo Depok Sleman Yogyakarta . Telp. (0274) 489622

Lamp. Surat nomor: 070/45
Tanggal : 25 Februari 2004

HASIL ANALISA AIR

Pengirim : Wan Fardiyansyah
Mhs.Teknik Lingkungan UII
Yogyakarta

Tgl. Penerimaan : 25 Februari 2004.
Petugas Lab.: 1.Rosdiana P L
2.FX. Waskito

Asal Contoh: sample air buangan

No. Sampel	Satuan	Parameter					
		BOD ₁	BOD ₂	COD ₁	COD ₂	TSS ₁	TSS ₂
1	mg/l	64	62	160	157	120	118
2	mg/l	15,6	15	39	37	30	28
3	mg/l	14,8	14,0	37	35	29	26
4	mg/l	17,6	17,2	44	43	49	47
5	mg/l	18,4	16,8	46	42	50	48
6	mg/l	24	23,2	60	58	70	68
7	mg/l	23,6	22,4	59	56	68	66
8	mg/l	30	29,2	75	73	91	89
9	mg/l	28,4	27,6	71	69	86	84

Yogyakarta, 10 Maret 2004.

Diperiksa oleh :
Kasi Pengujian Mutu Air

Ir.M. Soedono
NIP. 110 038 656



PEMERINTAH PROPINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
DINAS PERMUKIMAN DAN PRASARANA WILAYAH
BALAI PENGUJIAN KONSTRUKSI DAN LINGKUNGAN (BPKL)
Jl. Arteri Utara Maguwoharjo Depok Sleman Yogyakarta, Telp. (0274) 489622

Lampiran surat nomor :
Pengirim : Wan Fardiansah
Asal Contoh : Mahasiswa UHI Yogyakarta

Tgl. Penerimaan : 26 April 2004.
Petugas Lab : 1. Wahyu Hidayat, BSc
2. Noer Harjanto.

HASIL ANALISA AIR

No.	Sampel	Substansi	P a r a m e t e r									
			BOD1	BOD2	BOD3	COD1	COD2	COD3	TSS1	TSS2	TSS3	
1	25 %	mg/l	18,12	17,94	17,85	44,60	43,93	43,84	33	32,7	32,5	
2	50 %	mg/l	32,25	31,93	31,77	84,30	83,12	82,78	62	61,4	61,1	
3	75 %	mg/l	50,08	49,83	49,33	128,90	126,97	126,70	97	96,0	95,5	
4	100 %	mg/l	69,50	68,81	68,46	173,60	170,13	169,26	127	125,7	125,1	

Yogyakarta, 4 Mei 2004.

Diperiksa oleh :
Kepala Seksi Pengujian Mutu Air

Ir. M. Soedono
NIP. : 110 038 656

Lampiran 3

Hasil Uji Perbedaan Efisiensi

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
PARAMETER	1	BOD	8
	2	COD	8
	3	TSS	8
KONSENTRASI	1	25%	6
	2	50%	6
	3	75%	6
	4	100%	6
WAKTU	1	30 mnt	12
	2	60 mnt	12

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: EFISIENSI

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	34780.809 ^a	18	1932.267	378.406	.000
Parameter	2414.087	2	1207.043	236.382	.000
Konsentrasi	6061.103	3	2020.368	395.659	.000
Waktu	11.030	1	11.030	2.160	.192
Par * Kons	738.626	6	123.104	24.108	.001
Par * Waktu	9.904	2	4.952	.970	.432
Kons * Waktu	32.647	3	10.882	2.131	.198
Error	30.638	6	5.106		
Total	34811.447	24			

a. R Squared = .999 (Adjusted R Squared = .996)

Estimated Marginal Means

1. PARAMETER

Estimates

Dependent Variable: EFISIENSI

PARAMETER	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
BOD	38.862	.799	36.908	40.817
COD	40.499	.799	38.544	42.454
TSS	18.452	.799	16.498	20.407

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: EFISIENSI

(I) PARAMETER	(J) PARAMETER	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	95% Confidence Interval for Difference ^a	
					Lower Bound	Upper Bound
BOD	COD	-1.636	1.130	.198	-4.401	1.128
	TSS	20.410*	1.130	.000	17.645	23.175
COD	BOD	1.636	1.130	.198	-1.128	4.401
	TSS	22.046*	1.130	.000	19.282	24.811
TSS	BOD	-20.410*	1.130	.000	-23.175	-17.645
	COD	-22.046*	1.130	.000	-24.811	-19.282

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the .05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Univariate Tests

Dependent Variable: EFISIENSI

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	2414.087	2	1207.043	236.382	.000
Error	30.638	6	5.106		

The F tests the effect of PARAMETER. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

2. KONSENTRASI

Estimates

Dependent Variable: EFISIENSI

KONSENTRASI	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
25%	5.898	.923	3.641	8.156
50%	35.910	.923	33.653	38.167
75%	41.832	.923	39.574	44.089
100%	46.778	.923	44.521	49.036

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: EFISIENSI

(I) KONSENTRASI	(J) KONSENTRASI	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	95% Confidence Interval for Difference ^a	
					Lower Bound	Upper Bound
25%	50%	-30.012*	1.305	.000	-33.204	-26.819
	75%	-35.933*	1.305	.000	-39.126	-32.741
	100%	-40.880*	1.305	.000	-44.072	-37.688
50%	25%	30.012*	1.305	.000	26.819	33.204
	75%	-5.922*	1.305	.004	-9.114	-2.729
	100%	-10.868*	1.305	.000	-14.061	-7.676
75%	25%	35.933*	1.305	.000	32.741	39.126
	50%	5.922*	1.305	.004	2.729	9.114
	100%	-4.947*	1.305	.009	-8.139	-1.754
100%	25%	40.880*	1.305	.000	37.688	44.072
	50%	10.868*	1.305	.000	7.676	14.061
	75%	4.947*	1.305	.009	1.754	8.139

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the .05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Univariate Tests

Dependent Variable: EFISIENSI

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	6061.103	3	2020.368	395.659	.000
Error	30.638	6	5.106		

The F tests the effect of KONSENTRASI. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

3. WAKTU

Estimates

Dependent Variable: EFISIENSI

WAKTU	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
30 mnt	31.927	.652	30.330	33.523
60 mnt	33.282	.652	31.686	34.879

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: EFISIENSI

(I) WAKTU	(J) WAKTU	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	95% Confidence Interval for Difference ^a	
					Lower Bound	Upper Bound
30 mnt	60 mnt	-1.356	.923	.192	-3.613	.902
60 mnt	30 mnt	1.356	.923	.192	-.902	3.613

Based on estimated marginal means

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Univariate Tests

Dependent Variable: EFISIENSI

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	11.030	1	11.030	2.160	.192
Error	30.638	6	5.106		

The F tests the effect of WAKTU. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

4. PARAMETER * KONSENTRASI

Dependent Variable: EFISIENSI

PARAMETER	KONSENTRASI	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
BOD	25%	6.030	1.598	2.120	9.940
	50%	44.445	1.598	40.535	48.355
	75%	50.685	1.598	46.775	54.595
	100%	54.290	1.598	50.380	58.200
COD	25%	6.625	1.598	2.715	10.535
	50%	44.795	1.598	40.885	48.705
	75%	51.000	1.598	47.090	54.910
	100%	59.575	1.598	55.665	63.485
TSS	25%	5.040	1.598	1.130	8.950
	50%	18.490	1.598	14.580	22.400
	75%	23.810	1.598	19.900	27.720
	100%	26.470	1.598	22.560	30.380

5. PARAMETER * WAKTU

Dependent Variable: EFISIENSI

PARAMETER	WAKTU	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
BOD	30 mnt	37.830	1.130	35.065	40.595
	60 mnt	39.895	1.130	37.130	42.660
COD	30 mnt	40.722	1.130	37.958	43.487
	60 mnt	40.275	1.130	37.510	43.040
TSS	30 mnt	17.227	1.130	14.463	19.992
	60 mnt	19.678	1.130	16.913	22.442

6. KONSENTRASI * WAKTU

Dependent Variable: EFISIENSI

KONSENTRASI	WAKTU	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
25%	30 mnt	3.370	1.305	.178	6.562
	60 mnt	8.427	1.305	5.234	11.619
50%	30 mnt	36.400	1.305	33.208	39.592
	60 mnt	35.420	1.305	32.228	38.612
75%	30 mnt	41.037	1.305	37.844	44.229
	60 mnt	42.627	1.305	39.434	45.819
100%	30 mnt	46.900	1.305	43.708	50.092
	60 mnt	46.657	1.305	43.464	49.849

7. PARAMETER * KONSENTRASI * WAKTU

Dependent Variable: EFISIENSI

PARAMETER	KONSENTRASI	WAKTU	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval		
					Lower Bound	Upper Bound	
BOD	25%	30 mnt	3.147	1.957	-1.641	7.936	
		60 mnt	8.913	1.957	4.124	13.701	
	50%	30 mnt	44.580	1.957	39.792	49.369	
		60 mnt	44.310	1.957	39.521	49.098	
	75%	30 mnt	49.535	1.957	44.747	54.324	
		60 mnt	51.835	1.957	47.046	56.623	
	100%	30 mnt	54.057	1.957	49.269	58.846	
		60 mnt	54.523	1.957	49.734	59.311	
	COD	25%	30 mnt	4.998	1.957	.210	9.787
			60 mnt	8.252	1.957	3.463	13.040
50%		30 mnt	46.187	1.957	41.398	50.975	
		60 mnt	43.403	1.957	38.615	48.192	
75%		30 mnt	51.107	1.957	46.318	55.895	
		60 mnt	50.893	1.957	46.105	55.682	
100%		30 mnt	60.598	1.957	55.810	65.387	
		60 mnt	58.552	1.957	53.763	63.340	
TSS		25%	30 mnt	1.965	1.957	-2.824	6.753
			60 mnt	8.115	1.957	3.327	12.904
	50%	30 mnt	18.433	1.957	13.644	23.221	
		60 mnt	18.547	1.957	13.759	23.336	
	75%	30 mnt	22.468	1.957	17.679	27.256	
		60 mnt	25.152	1.957	20.364	29.941	
	100%	30 mnt	26.045	1.957	21.256	30.833	
		60 mnt	26.895	1.957	22.107	31.684	

Tabel D.1. Perhitungan Dimensi Trickling Filter Skala Lapangan

No	Q m ³ /hr	Q m ³ /detik	n buah	BOD In mg/l	BOD Out mg/l	D (h) m	Q _L m ³ /m ² .hr	A m ²	d m	V m ³	BO kg/hr/m ³	Efisiensi %
1	23,679.1	0.2741	1	250	30	1.5	0.92	25,763.23	181.16	38,644.85	0.15	88.00
2	23,679.1	0.2741	1	250	30	2	1.35	17,521.95	149.40	35,043.90	0.17	88.00
3	23,679.1	0.2741	1	250	30	2.5	1.82	12,993.41	128.66	32,483.52	0.18	88.00
4	23,679.1	0.2741	1	250	30	3	2.33	10,177.01	113.86	30,531.03	0.19	88.00
5	5,919.8	0.0685	4	250	30	1.5	0.92	6,440.81	90.58	9,661.21	0.15	88.00
6	5,919.8	0.0685	4	250	30	2	1.35	4,380.49	74.70	8,760.97	0.17	88.00
7	5,919.8	0.0685	4	250	30	2.5	1.82	3,248.35	64.33	8,120.88	0.18	88.00
8	5,919.8	0.0685	4	250	30	3	2.33	2,544.25	56.93	7,632.76	0.19	88.00
9	3,946.5	0.0457	6	250	30	1.5	0.92	4,293.87	73.96	6,440.81	0.15	88.00
10	3,946.5	0.0457	6	250	30	2	1.35	2,920.32	60.99	5,840.65	0.17	88.00
11	3,946.5	0.0457	6	250	30	2.5	1.82	2,165.57	52.52	5,413.92	0.18	88.00
12	3,946.5	0.0457	6	250	30	3	2.33	1,696.17	46.48	5,088.50	0.19	88.00
13	2,959.9	0.0343	8	250	30	1.5	0.92	3,220.40	64.05	4,830.61	0.15	88.00
14	2,959.9	0.0343	8	250	30	2	1.35	2,190.24	52.82	4,380.49	0.17	88.00
15	2,959.9	0.0343	8	250	30	2.5	1.82	1,624.18	45.49	4,060.44	0.18	88.00
16	2,959.9	0.0343	8	250	30	3	2.33	1,272.13	40.26	3,816.38	0.19	88.00

Tabel D.2. Perhitungan Efisiensi Trickling Filter Saat Pengoperasian

No	Q m ³ /hr	Q m ³ /detik	n buah	BOD In mg/l	Y _o lb/hari	V m ³	V acft	R/Q	F	E %
1	4,735.8	0.0548	5	250	2607.83	5,413.92	4.39	0	1.00	82.84
2	4,735.8	0.0548	5	250	2607.83	5,413.92	4.39	0.5	1.36	84.92
3	4,735.8	0.0548	5	250	2607.83	5,413.92	4.39	1	1.65	86.12
4	4,735.8	0.0548	5	250	2607.83	5,413.92	4.39	1.5	1.89	86.91
5	4,735.8	0.0548	5	250	2607.83	5,413.92	4.39	2	2.08	87.45
6	5,919.8	0.0685	4	250	3259.79	5,413.92	4.39	0	1.00	81.20
7	5,919.8	0.0685	4	250	3259.79	5,413.92	4.39	0.5	1.36	83.44
8	5,919.8	0.0685	4	250	3259.79	5,413.92	4.39	1	1.65	84.74
9	5,919.8	0.0685	4	250	3259.79	5,413.92	4.39	1.5	1.89	85.58
10	5,919.8	0.0685	4	250	3259.79	5,413.92	4.39	2	2.08	86.17
11	7,893.0	0.0914	3	250	4346.38	5,413.92	4.39	0	1.00	78.90
12	7,893.0	0.0914	3	250	4346.38	5,413.92	4.39	0.5	1.36	81.35
13	7,893.0	0.0914	3	250	4346.38	5,413.92	4.39	1	1.65	82.78
14	7,893.0	0.0914	3	250	4346.38	5,413.92	4.39	1.5	1.89	83.72
15	7,893.0	0.0914	3	250	4346.38	5,413.92	4.39	2	2.08	84.37

Tabel D.4. Data Hasil Analisa Laboratorium Pengenceran Air Buangan IPAL Bantul

Parameter	Konsentrasi 25 %			Konsentrasi 50 %			Konsentrasi 75 %			Konsentrasi 100 %		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
BOD (mg/l)	18.12	17.94	17.85	32.25	31.93	31.77	50.08	49.83	49.33	69.50	68.81	68.46
COD (mg/l)	44.60	43.93	43.84	84.30	83.12	82.78	128.90	126.97	126.70	173.60	170.13	169.26
TSS (mg/l)	33.00	32.70	32.50	62.00	61.40	61.10	97.00	96.00	95.50	127.00	125.70	125.10

Tabel D.5. Rata-Rata Analisa Laboratorium Pengenceran Air Buangan IPAL Bantul

Parameter	Konsentrasi 25 %	Konsentrasi 50 %	Konsentrasi 75 %	Konsentrasi 100 %
BOD (mg/l)	17.97	31.98	49.75	68.92
COD (mg/l)	44.12	83.40	127.52	171.00
TSS (mg/l)	32.73	61.50	96.17	125.93

Tabel D.6. Analisa Hasil Perhitungan Rumus Pengenceran Air Buangan IPAL Bantul

Parameter	Konsentrasi 25 %			Konsentrasi 50 %			Konsentrasi 75 %			Konsentrasi 100 %		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
BOD (mg/l)	17.38	17.20	17.12	34.75	34.41	34.23	52.13	51.61	51.35	69.50	68.81	68.46
COD (mg/l)	43.40	42.53	42.32	86.80	85.07	84.63	130.20	127.60	126.95	173.60	170.13	169.26
TSS (mg/l)	31.75	31.43	31.28	63.50	62.85	62.55	95.25	94.28	93.83	127.00	125.70	125.10

Tabel D.7. Rata-Rata Analisa Hasil Perhitungan Rumus Pengenceran Air Buangan IPAL Bantul

Parameter	Konsentrasi 25 %	Konsentrasi 50 %	Konsentrasi 75 %	Konsentrasi 100 %
BOD (mg/l)	17.23	34.46	51.69	68.92
COD (mg/l)	42.75	85.50	128.25	171.00
TSS (mg/l)	31.48	62.97	94.45	125.93

Tabel D.8. Selisih Rata-Rata Pengenceran Analisa Laboratorium Dengan Analisa Perhitungan Rumus

Parameter	Konsentrasi 25 %	Konsentrasi 50 %	Konsentrasi 75 %	Konsentrasi 100 %
	Selisih	Selisih	Selisih	Selisih
BOD (mg/l)	-0.74	2.48	1.95	0.00
COD (mg/l)	-1.37	2.10	0.72	0.00
TSS (mg/l)	-1.25	1.47	-1.72	0.00

Tabel D.9. Data Pengenceran Hasil Perhitungan Saat Pengujian Trickling Filter

Parameter	Konsentrasi 25 %		Konsentrasi 50 %		Konsentrasi 75 %		Konsentrasi 100 %	
	I	II	I	II	I	II	I	II
BOD (mg/l)	16.00	15.50	32.00	31.00	48.00	46.50	64	62
COD (mg/l)	40.00	39.25	80.00	78.50	120.00	117.75	160	157
TSS (mg/l)	30.00	29.50	60.00	59.00	90.00	88.50	120	118

Tabel D.10 Data Pengenceran Air Limbah IPAL Bantul Terhadap Selisih Pengenceran

Parameter	Konsentrasi 25 %		Konsentrasi 50 %		Konsentrasi 75 %		Konsentrasi 100 %	
	I	II	I	II	I	II	I	II
BOD (mg/l)	16.74	16.24	29.52	28.52	46.05	44.55	64	62
COD (mg/l)	41.37	40.62	77.90	76.40	119.28	117.03	160	157
TSS (mg/l)	31.25	30.75	58.53	57.53	91.72	90.22	120	118

Tabel D.3. Perhitungan Dimensi Trickling Filter Skala Laboratorium

No	Q m ³ /hr	Q m ³ /s	n buah	BOD In mg/l	BOD Out mg/l	D (h) m	Q _L m ³ /m ² .hr	A m ²	d m	V m ³	BO kg/m ³ .hr	V L	Td s	Td Jam
1	0.5	5.78704E-06	1	144.4	28	0.7	1.03	0.49	0.79	0.34	0.21	339.80	35230.3	9.786
2	0.55	6.36574E-06	1	144.4	28	0.7	1.03	0.53	0.82	0.37	0.21	373.78	35230.3	9.786
3	0.6	6.94444E-06	1	144.4	28	0.7	1.03	0.58	0.86	0.41	0.21	407.76	35230.3	9.786
4	0.65	7.52315E-06	1	144.4	28	0.7	1.03	0.63	0.90	0.44	0.21	441.74	35230.3	9.786
5	0.7	8.10185E-06	1	144.4	28	0.7	1.03	0.68	0.93	0.48	0.21	475.72	35230.3	9.786
6	0.75	8.68056E-06	1	144.4	28	0.7	1.03	0.73	0.96	0.51	0.21	509.70	35230.3	9.786
7	0.8	9.25926E-06	1	144.4	28	0.7	1.03	0.78	0.99	0.54	0.21	543.68	35230.3	9.786
8	0.85	9.83796E-06	1	144.4	28	0.7	1.03	0.83	1.03	0.58	0.21	577.66	35230.3	9.786
9	0.9	1.04167E-05	1	144.4	28	0.7	1.03	0.87	1.06	0.61	0.21	611.64	35230.3	9.786
10	0.95	1.09954E-05	1	144.4	28	0.7	1.03	0.92	1.08	0.65	0.21	645.62	35230.3	9.786
11	1	1.15741E-05	1	144.4	28	0.7	1.03	0.97	1.11	0.68	0.21	679.60	35230.3	9.786
12	1.05	1.21528E-05	1	144.4	28	0.7	1.03	1.02	1.14	0.71	0.21	713.58	35230.3	9.786
13	1.1	1.27315E-05	1	144.4	28	0.7	1.03	1.07	1.17	0.75	0.21	747.56	35230.3	9.786
14	1.15	1.33102E-05	1	144.4	28	0.7	1.03	1.12	1.19	0.78	0.21	781.54	35230.3	9.786
15	1.20	1.38889E-05	1	144.4	28	0.7	1.03	1.17	1.22	0.82	0.21	815.52	35230.3	9.786
16	1.25	1.44676E-05	1	144.4	28	0.7	1.03	1.21	1.24	0.85	0.21	849.50	35230.3	9.786
17	1.30	1.50463E-05	1	144.4	28	0.7	1.03	1.26	1.27	0.88	0.21	883.48	35230.3	9.786
18	1.35	0.000015625	1	144.4	28	0.7	1.03	1.31	1.29	0.92	0.21	917.46	35230.3	9.786
19	1.40	1.62037E-05	1	144.4	28	0.7	1.03	1.36	1.32	0.95	0.21	951.44	35230.3	9.786
20	1.45	1.67824E-05	1	144.4	28	0.7	1.03	1.41	1.34	0.99	0.21	985.41	35230.3	9.786
21	1.50	1.73611E-05	1	144.4	28	0.7	1.03	1.46	1.36	1.02	0.21	1,019.39	35230.3	9.786
22	1.55	1.79398E-05	1	144.4	28	0.7	1.03	1.50	1.38	1.05	0.21	1,053.37	35230.3	9.786
23	1.60	1.85185E-05	1	144.4	28	0.7	1.03	1.55	1.41	1.09	0.21	1,087.35	35230.3	9.786
24	1.65	1.90972E-05	1	144.4	28	0.7	1.03	1.60	1.43	1.12	0.21	1,121.33	35230.3	9.786
25	1.70	1.96759E-05	1	144.4	28	0.7	1.03	1.65	1.45	1.16	0.21	1,155.31	35230.3	9.786
26	1.75	2.02546E-05	1	144.4	28	0.7	1.03	1.70	1.47	1.19	0.21	1,189.29	35230.3	9.786
27	1.80	2.08333E-05	1	144.4	28	0.7	1.03	1.75	1.49	1.22	0.21	1,223.27	35230.3	9.786
28	1.85	2.1412E-05	1	144.4	28	0.7	1.03	1.80	1.51	1.26	0.21	1,257.25	35230.3	9.786
29	1.90	2.19907E-05	1	144.4	28	0.7	1.03	1.84	1.53	1.29	0.21	1,291.23	35230.3	9.786
30	1.95	2.25694E-05	1	144.4	28	0.7	1.03	1.89	1.55	1.33	0.21	1,325.21	35230.3	9.786
31	2.00	2.31481E-05	1	144.4	28	0.7	1.03	1.94	1.57	1.36	0.21	1,359.19	35230.3	9.786
32	0.5	5.78704E-06	1	130	30	0.5	1.02	0.49	0.79	0.24	0.27	244.95	25396.1	7.054
33	0.55	6.36574E-06	1	130	30	0.5	1.02	0.54	0.83	0.27	0.27	269.44	25396.1	7.054
34	0.6	6.94444E-06	1	130	30	0.5	1.02	0.59	0.87	0.29	0.27	293.94	25396.1	7.054
35	0.65	7.52315E-06	1	130	30	0.5	1.02	0.64	0.90	0.32	0.27	318.43	25396.1	7.054
36	0.7	8.10185E-06	1	130	30	0.5	1.02	0.69	0.93	0.34	0.27	342.93	25396.1	7.054
37	0.75	8.68056E-06	1	130	30	0.5	1.02	0.73	0.97	0.37	0.27	367.42	25396.1	7.054
38	0.8	9.25926E-06	1	130	30	0.5	1.02	0.78	1.00	0.39	0.27	391.92	25396.1	7.054
39	0.85	9.83796E-06	1	130	30	0.5	1.02	0.83	1.03	0.42	0.27	416.41	25396.1	7.054
40	0.9	1.04167E-05	1	130	30	0.5	1.02	0.88	1.06	0.44	0.27	440.90	25396.1	7.054
41	0.95	1.09954E-05	1	130	30	0.5	1.02	0.93	1.09	0.47	0.27	465.40	25396.1	7.054
42	1	1.15741E-05	1	130	30	0.5	1.02	0.98	1.12	0.49	0.27	489.89	25396.1	7.054

DAFTAR HARGA SATUAN PEKERJAAN

Bulan : Oktober 2002
 Kabupaten : Bantul
 Tahun Anggaran : 2002
 Proyek : Pengembangan Prasarana dan Sarana Permukiman Di Yogyakarta

No	Jenis Pekerjaan	Sat.	Harga		Jumlah Harga	Keterangan
			Bahan	Upah		
A. PEKERJAAN PERSIAPAN						
A.1.	Pekerjaan Pengukuran / 1000 M2 / hari	M2	-	3,960.00	3,960.00	
A.2.	Membuat Bouwplank	M3	259,062.50	187,062.50	446,125.00	
A.3.	Pekerjaan Pembersihan Lapangan	M2	-	1,552.50	1,552.50	
A.4.	Pekerjaan Papan Nama Proyek, 80 X 120 cm	Bh	139,589.50	90,250.00	229,839.50	
B. PEKERJAAN TANAH						
B.1.	Galian Tanah biasa	M3	-	11,756.25	11,756.25	
B.2.	Galian Tanah Keras	M3	-	15,668.25	15,668.25	
B.3.	Galian Tanah berbatu	M3	-	23,512.50	23,512.50	
B.4.	Galian Tanah Cadas (Padas)	M3	-	31,336.50	31,336.50	
B.5.	Pengangkutan / Pembuangan Tanah lebih dari 30 M'	M3	-	6,300.00	6,300.00	
B.6.	Penimbunan Tanah biasa	M3	-	22,008.75	22,008.75	
B.7.	Urugan Tanah kembali	M3	-	3,526.88	3,526.88	
B.8.	Urugan Pasir	M3	31,200.00	4,702.50	35,902.50	
C. PEKERJAAN KAYU						
C.1.	Pembuatan Gawang (Kosen) Pintu dan Jendela	M3	1,540,900.00	991,350.00	2,532,250.00	
C.2.	Pembuatan Pintu kaca dan Jendela kaca	M2	35,000.00	163,200.00	198,200.00	
C.3.	Pembuatan Pintu dan Jendela kreyyak	M2	56,000.00	247,837.50	303,837.50	
C.4.	Pembuatan Pintu dan Jendela panil	M2	42,000.00	206,531.25	248,531.25	
C.5.	Kerangka atap, tidak termasuk mur, baut, pelat, bogel	M3	1,540,000.00	652,800.00	2,192,800.00	
C.6.	Pekerjaan Usuk 5/7 dan Reng 2/3	M2	15,400.00	5,696.25	21,096.25	
C.7.	Pekerjaan Usuk 4/6 dan Reng 2/3	M2	12,600.00	5,696.25	18,296.25	
C.8.	Pemb. Papan Lisplang diketam halus, tebal : 2 cm	M2	30,800.00	50,467.50	81,267.50	
C.9.	Pemb. Kayu Jengger tanpa diketam, tebal : 3 cm	M2	46,200.00	23,143.50	69,343.50	
C.10.	Plafon dan Pasang elermit dengan plepat kayu 1/3	M2	21,630.00	22,243.50	43,873.50	
C.11.	Pekerjaan Lisplang 2/20 cm	M'	9,600.00	17,319.50	26,919.50	
D. PEKERJAAN PASANGAN DAN PLESTERAN						
D.1.	Pasangan Batu kosong, tebal : 20 cm	M3	45,000.00	21,211.50	66,211.50	
D.2.	Batu kali 1pc : 2ps	M3	205,297.50	78,724.50	284,022.00	
D.3.	Pasangan batu kali perekat 1pc : 3Ps	M3	173,025.00	78,724.50	251,749.50	
D.4.	Pasangan batu kali perekat 1pc : 4 ps	M3	152,263.13	78,724.50	230,987.63	
D.5.	Pasangan batu kali perekat 1Pc : 3Kp : 10 Ps	M3	101,913.75	78,724.50	180,638.25	
D.6.	Pasangan bata merah perekat 1Pc : 2 Ps	M3	196,865.00	102,506.25	299,371.25	
D.7.	Pasangan Batu merah perekat 1Pc : 3 Ps	M3	179,877.50	102,506.25	282,383.75	
D.8.	Pasangan Batu merah perekat 1Pc : 4Ps	M3	163,336.25	102,506.25	265,842.50	
D.9.	Pasangan Batu Merah Perekat 1 Pc : 1/2 Kpr : 5 Ps	M3	146,782.50	102,506.25	249,288.75	
D.10.	Plesteran 1 Pc : 2 Ps : Tebal 15 mm	M2	6,559.88	10,465.00	17,024.88	
D.11.	Plesteran 1 Pc : 2 Ps : Tebal 10 mm	M2	4,273.88	9,450.00	13,723.88	
D.12.	Plesteran 1 Pc : 3 Ps : Tebal 15 mm	M2	5,166.38	10,465.00	15,631.38	
D.13.	Pekerjaan Plesteran tebal 15 mm 1pc:4ps	M2	4,283.25	10,465.00	14,748.25	
D.14.	1 m2 Plesteran 1 Pc : 1/2 Kp. : 5 Ps ; Tebal 15 mm	M2	3,656.10	10,465.00	14,121.10	
D.15.	1 m2 Plesteran 1Pc : 3Kpr : 10Ps, tebal 15 mm	M2	2,281.25	10,465.00	12,746.25	
D.16.	1 m2 Mengavoag campuran 1Pc : 2Ps	M2	3,208.13	8,200.50	11,408.63	
D.17.	1 m2 Lantai beton camp. 1Pc : 3Ps : 6Kr : tebal 7 cm	M2	14,224.38	14,269.50	28,493.88	
E. PEK.BETON, CET. BETON DAN BESI BETON						
E.1.	Pembuatan Beton dengan campuran 1Pc : 2Ps : 3 Kr	M3	239,020.00	116,375.00	355,395.00	
E.2.	Pembuatan beton campuran 1Pc : 1 1/2Ps : 2 1/2 Kr	M3	274,822.50	116,375.00	391,197.50	
E.3.	Pembuatan Beton campuran 1Pc : 2 1/2Ps : 3 1/2Kr	M3	214,082.50	116,375.00	330,457.50	
E.4.	Pembuatan Beton campuran 1Pc : 2 1/2Ps : 5Kr	M3	194,125.00	106,225.00	300,350.00	
E.5.	Pembuatan Beton campuran 1Pc : 3Ps : 5Kr	M3	178,922.50	106,225.00	285,147.50	
E.6.	Pembuatan Beton Cyelepen perekat 1Pc : 3Ps : 5Kr	M3	90,837.50	116,375.00	207,212.50	
E.7.	Pek.Penyokong Begesting(Slutwerk) untuk 1 m3 beton	M3	157,500.00	289,143.75	446,643.75	

No	Jenis Pekerjaan	Sat.	Harga		Jumlah Harga	Keterangan
			Bahan	Upah		
E.8.	Cet. Beton tiap M3 beton bertulang untuk balok bebas	M2	10,800.00	20,302.50	31,102.50	
E.9.	Cet. Beton tiap M3 Beton Bertulang untuk plat-dag, lantai dan lufel	M2	10,800.00	20,302.50	31,102.50	
E.10.	Pek.Cet.beton untuk kolom jepit ringbalk, slot 0,50xL 9	M2	5,400.00	10,151.25	15,551.25	
E.11.	Netto mengerjakan besi beton / 100 Kg.	Kg	264,758.65	284,625.00	549,383.65	
E.12.	Harga mengerjakan besi beton 75 Kg sd. 250 Kg	Kg	-	-	-	
F. PEKERJAAN LANTAI						
F.1.	Pekerjaan tegel Abu-abu 20x20 campuran 1Kpr : 2Ps	M2	18,002.50	13,081.25	31,083.75	
F.2.	Pekerjaan Lantai galaran abu-abu 20 / 20	M2	18,999.13	17,637.50	36,636.63	
F.3.	Pekerjaan Tegel plint	M'	3,963.13	5,232.50	9,195.63	
F.4.	Tegel Porselin	M2	38,805.63	29,318.75	68,124.38	
F.5.	Pasang tegel keramik	M2	42,401.25	20,186.25	62,587.50	
F.6.	Pasang lantai kerja 1 lapis batu merah	M2	20,272.50	13,352.00	33,624.50	
F.7.	Lantai batu candi 25 X 25 cm	M2	72,858.50	13,081.25	85,939.75	
G. PEKERJAAN PENUTUP ATAP						
G.1.	Pekerjaan Genteng biasa / vlam, Paris	M2	8,750.00	5,232.50	13,982.50	
G.2.	Pekerjaan Genteng biasa/vlam, Paris, Gedung lingkak	M2	8,750.00	6,833.75	15,583.75	
G.3.	Pekerjaan atap genteng beton	M2	15,070.00	5,333.75	20,403.75	
G.4.	Wuwung / Kerpus genteng biasa, Paris	M'	8,371.88	10,465.00	18,836.88	
G.5.	Wuwung / Kerpus Genteng beton	M'	5,430.00	10,465.00	15,895.00	
G.6.	Menutup atap dng Seng diatas kayu memakai Paku	M2	15,731.17	2,041.25	17,772.42	
G.7.	Menutup atap dng Asbes diatas kayu memakai paku	M2	26,914.29	2,041.25	28,955.54	
H. PEKERJAAN CAT						
H.1.	Pekerjaan cat tembok dan plafon	M2	16,622.50	6,832.50	23,455.00	
H.2.	Pekerjaan cat 3x untuk kayu	M2	11,258.70	6,832.50	18,091.20	
H.3.	Pekerjaan plitur	M2	3,507.50	17,015.00	20,522.50	
H.4.	Kayu di teor 2 x	M2	1,960.00	1,601.25	3,561.25	
I. PEKERJAAN JALAN LINGKUNGAN ASPAL DAN JALAN SETAPAK PAVING BLOK						
I.1.	KPUT.1. Menghampar dan mengisi batu perkerasan	M3	-	23,978.25	23,978.25	
I.2.	KPUT.3. Menggilas dengan motor Walls	Hr	237,150.00	73,000.00	310,150.00	
I.3.	KPUT.10.a.Pekerja Lapis Bawah tebal 15 cm/100 m2	M2	15,547.01	2,282.00	17,829.01	
I.4.	KPUT.10.b.Pekerjaan Lapis Atas tebal 7 cm/100 m2	M2	5,867.52	1,892.00	7,759.52	
I.5.	KPUT.7 Mengaspal penetrasi tebal 4 cm / m2	M2	15,517.00	3,631.24	19,148.24	
I.6.	Pekerjaan Jalan Lingkungan (Jl.Aspal lebar : 3,00 m')	M2	-	-	145,044.06	
I.7.	Pekerjaan Jalan Lingkungan (Jl.Aspal lebar : 2,50 m')	M2	-	-	120,870.05	
I.8.	Pok.mengaspal muka jalan dng pasir (Shoot) / 100 M2	M2	7,792.00	2,097.49	9,889.49	
I.9.	Pemasangan Beton Conblok 10 cm X 20 cm	M2	15,387.81	12,530.00	27,917.81	
I.10.	G43. Pek. Beton Pinggiran (Canstin) 1pc : 3ps : 5Kr	M3	155,260.00	106,225.00	261,485.00	
J. PEKERJAAN BONGKARAN						
J.1.	Membongkar Pasangan lama	M3	-	32,025.00	32,025.00	
J.2.	Membongkar Rabat Beton / Paving blok	M2	-	8,168.25	8,168.25	
J.3.	Bongkaran Aspal	M2	-	20,668.25	20,668.25	
K. LAIN - LAIN						
K.1.	Pengaman pagar tembok / m	M'	7,400.00	1,500.00	8,900.00	
K.2.	Pengaman tiang tolpon / buah	Bh	22,000.00	30,000.00	52,000.00	
K.3.	Pengaman tiang Listrik / buah	Bh	22,000.00	30,000.00	52,000.00	
K.4.	Pengaman Pipa Air Minum / m'	M'	9,600.00	2,250.00	11,850.00	
K.5.	Pengaman kabel telpon / m'	M'	12,000.00	54,000.00	66,000.00	
K.6.	Roof Foto Dokumentasi	Rol	35,000.00	8,000.00	43,000.00	
K.7.	Set Asbuil Drawing	Set	28,500.00	52,500.00	81,000.00	
K.8.	Pekerjaan Baluran type S-1	M'	-	-	88,481.70	
K.9.	Pekerjaan Saluran Type S-2	M'	-	-	83,600.65	
K.10.	Pekerjaan Gorong-gorong G-1	M'	-	-	93,450.42	
K.11.	Pekerjaan Gorong-gorong G-2	M'	-	-	124,213.36	
K.12.	Pekerjaan memasang kloset jongkok/buah	Bh	62,220.00	24,018.75	86,238.75	
K.13.	Pemasangan Buis beton dia. 30 cm	M'	12,500.00	5,764.50	18,264.50	
K.14.	Pengadaan/Pemasangan Grill 30/250 cm/bh	Bh	300,000.00	40,450.00	340,450.00	
K.15.	Pengadaan / Pemasangan Grill 40/60 / buah	Bh	350,000.00	40,450.00	390,450.00	

CATATAN :

- E.12 Harga mengerjakan besi beton 75 Kg sd. 250 Kg

100.0000	Kg	Mengerjakan besi beton 1,00 X E 1' Rp.	549,383.65
75.0000	Kg	Mengerjakan besi beton 0,75 X E 1' Rp.	412,037.73
90.0000	Kg	Mengerjakan besi beton 0,90 X E 1' Rp.	494,445.28
125.0000	Kg	Mengerjakan besi beton 1,25 X E 1' Rp.	686,729.56
150.0000	Kg	Mengerjakan besi beton 1,50 X E 1' Rp.	824,075.47
175.0000	Kg	Mengerjakan besi beton 1,75 X E 1' Rp.	961,421.38
200.0000	Kg	Mengerjakan besi beton 2,00 X E 1' Rp.	1,098,767.29
225.0000	Kg	Mengerjakan besi beton 2,25 X E 1' Rp.	1,236,113.20
250.0000	Kg	Mengerjakan besi beton 2,50 X E 1' Rp.	1,373,459.12

Pembuatan M3 beton bertulang = Beton Cor + Cetakan + Besi Beton
Jumlah Rp. -----

- *- Semua Pekerjaan Kayu menggunakan Kayu Bengkiral
Kecuali Pembuatan Bouwplank dan Cetakan Beton
- *- Semua Pekerjaan Batu menggunakan Batu Kali (Hitam)
- *- 1 zak PC. 40 Kg.

PT. PEMTERINDO EDUKATAMA ANEKA
 Jl. Bendungan Hilir Raya Kav. 36A Blok B No. 4 Jakarta 10210
 Tel. 021-5721145, 021-5721264, 021-5732867 Fax. 021-5731336

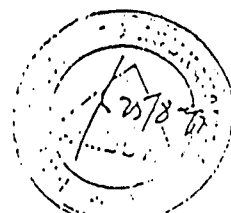
DAFTAR HARGA PIPA GI & ACCESSORIES CI/GI

Hal : 1/3

NAME OF ITEM	QUANTITY	UNIT PRICE (RP.)
I. Pipa GI :		
1. 250 mm t = 6.00 mm	Mtr	300,000.00
2. 200 mm t = 5.30 mm	Mtr	210,000.00
3. 150 mm t = 4.88 mm	Mtr	142,500.00
4. 100 mm t = 4.47 mm	Mtr	90,000.00
5. 80 mm t = 4.03 mm	Mtr	60,000.00
6. 50 mm t = 3.66 mm	Mtr	37,500.00
7. 25 mm t = 3.25 mm	Mtr	17,500.00
ii. Accessories :		
1. Reducer All Flange (CI)		
- 250 x 200 mm	Pc	230,000.00
- 250 x 150 mm	Pc	209,000.00
- 250 x 100 mm	Pc	201,000.00
- 200 x 150 mm	Pc	152,750.00
- 200 x 100 mm	Pc	144,750.00
- 200 x 80 mm	Pc	136,700.00
2. Reducer Draad Dalam (GI)		
- 150 x 100 mm	Pc	85,700.00
- 150 x 80 mm	Pc	85,700.00
- 150 x 50 mm	Pc	85,000.00
- 100 x 80 mm	Pc	32,900.00
- 100 x 50 mm	Pc	32,900.00
- 100 x 25 mm	Pc	32,900.00
- 80 x 50 mm	Pc	17,900.00
- 80 x 25 mm	Pc	17,900.00
- 50 x 25 mm	Pc	17,900.00
3. Bend All Flange (CI)		
- 250 mm x 90°	Pc	375,000.00
- 200 mm x 90°	Pc	258,850.00
- 250 mm x 45°	Pc	397,500.00
- 200 mm x 45°	Pc	266,350.00
- 250 mm x 22.5°	Pc	446,000.00
- 200 mm x 22.5°	Pc	305,700.00
- 250 mm x 11.25°	Pc	446,000.00
- 200 mm x 11.25°	Pc	305,700.00
4. Bend Draad Dalam (GI)		
- 150 mm x 90°	Pc	164,290.00
- 100 mm x 90°	Pc	48,400.00
- 80 mm x 90°	Pc	26,700.00
- 50 mm x 90°	Pc	10,000.00
- 25 mm x 90°	Pc	3,500.00
- 150 mm x 45°	Pc	183,350.00
- 100 mm x 45°	Pc	54,200.00
- 80 mm x 45°	Pc	31,700.00
- 50 mm x 45°	Pc	10,900.00
- 25 mm x 45°	Pc	3,500.00



NAME OF ITEM	QUANTITY	UNIT PRICE (RP.)
5. Tee All Flange (CI)		
- 250 x 250 mm	Pc	540,000.00
- 250 x 200 mm	Pc	515,700.00
- 250 x 150 mm	Pc	493,200.00
- 250 x 100 mm	Pc	455,670.00
- 200 x 200 mm	Pc	375,000.00
- 200 x 150 mm	Pc	434,170.00
- 200 x 100 mm	Pc	324,500.00
- 200 x 80 mm	Pc	317,000.00
6. Tee Draad Dalam (GI)		
- 150 x 150 mm	Pc	225,000.00
- 150 x 100 mm	Pc	225,000.00
- 150 x 80 mm	Pc	225,000.00
- 150 x 50 mm	Pc	225,000.00
- 100 x 100 mm	Pc	65,000.00
- 100 x 80 mm	Pc	65,000.00
- 100 x 50 mm	Pc	65,000.00
- 100 x 25 mm	Pc	65,000.00
- 80 x 80 mm	Pc	35,000.00
- 80 x 50 mm	Pc	35,000.00
- 80 x 25 mm	Pc	35,000.00
- 50 x 50 mm	Pc	12,500.00
- 50 x 25 mm	Pc	12,500.00
- 25 x 25 mm	Pc	4,500.00
7. Loose Flange (Steel)		
- 250 mm	Pc	195,000.00
- 200 mm	Pc	145,000.00
- 150 mm	Pc	108,500.00
- 100 mm	Pc	85,000.00
8. Socket (GI)		
- 150 mm	Pc	91,670.00
- 100 mm	Pc	30,000.00
- 80 mm	Pc	18,350.00
- 50 mm	Pc	7,100.00
- 25 mm	Pc	2,670.00
9. Gate Valve		
- 250 mm (All Flange)	Pc	5,592,860.00
- 200 mm (All Flange)	Pc	3,935,500.00
- 150 mm (All Flange)	Pc	2,252,500.00
- 100 mm (All Flange)	Pc	1,283,500.00
- 80 mm (Draad)	Pc	748,000.00
- 50 mm (Draad)	Pc	331,500.00
- 25 mm (Draad)	Pc	110,500.00
10. Swing Check Valve		
- 250 mm (All Flange)	Pc	6,715,000.00
- 200 mm (All Flange)	Pc	4,462,500.00
- 150 mm (All Flange)	Pc	2,677,500.00
- 100 mm (All Flange)	Pc	1,530,000.00
- 80 mm (Draad)	Pc	1,020,000.00
- 50 mm (Draad)	Pc	425,000.00
- 25 mm (Draad)	Pc	144,500.00



NAME OF ITEM	QUANTITY	UNIT PRICE (RP.)
11. Double Air Valve		
• 80 mm (Flange)	Pc	2,975,000.00
• 50 mm (Draad)	Pc	1,929,500.00
12. Single Air Valve		
• 50 mm (Flange)	Pc	1,003,000.00
• 25 mm (Draad)	Pc	802,400.00
13. Clamp Saddle (Cl)		
• 200 x 50 mm	Pc	53,150.00
• 150 x 50 mm	Pc	35,450.00
• 100 x 50 mm	Pc	17,720.00
• 150 x 25 mm	Pc	35,450.00
• 100 x 25 mm	Pc	17,720.00
• 80 x 25 mm	Pc	9,650.00
14. Dop Draad Dalam (Gl)		
• 100 mm	Pc	21,500.00
• 80 mm	Pc	12,850.00
• 50 mm	Pc	4,580.00
• 25 mm	Pc	1,720.00
15. Double Nipple (Gl)		
• 150 mm	Pc	92,860.00
• 100 mm	Pc	25,000.00
• 80 mm	Pc	15,720.00
• 50 mm	Pc	5,570.00
• 25 mm	Pc	2,000.00
16. Giboult Joint		
• 250 mm	Pc	262,000.00
• 200 mm	Pc	180,580.00
• 150 mm	Pc	120,600.00
• 100 mm	Pc	80,430.00
17. Street Box		
• 250 mm	Pc	96,500.00
• 200 mm	Pc	64,290.00
• 150 mm	Pc	34,300.00
• 100 mm	Pc	23,570.00

Catatan:

- Pipa GIP : Ex-Bumi Kaya, Panjang : 6 Mtr.
 - Valve : Dlameter 25 mm s/d 80 mm
Dlameter 80 mm ke atas
 - Harga Pipa : • Belum termasuk PPN 10%
• Loco Jakarta
• Pipa belum termasuk Socket
• Harga dapat berubah sewaktu-waktu.
- > Ex-Lokal
-----> Ex-Import (Italy)

