



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042, 896440, Fax. 895330, Yogyakarta 55584

Nomer : 133 /JTS/ VII / 2000
Lamp. : -
Hal . : Ijin Penelitian /Permohonan Data

Yogyakarta, 18 Juli 2000

Kepada Yth : **KEPALA BAPPEDA
TINGKAT II SURAKARTA
DI -
SURAKARTA.**

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Sehubungan dengan Tugas Akhir yang akan dilaksanakan oleh mahasiswa kami , jurusan Teknik Sipil , Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan . Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Yang bernama :-

1. **Wan Yusuarini M.**
2. **Livia Marlita**

No. Mhs. : 93 310 012

No. Mhs. : 94 310 101

Berkenaan hal tersebut kiranya mahasiswa memerlukan data /informasi yang mendukung untuk penyusunan tugas akhir , maka dengan ini kami mohon kepada Bapak / Ibu sudilah kiranya dapat memberikan bantuan yang diperlukan untuk menyelesaikan Tugas Akhir dengan Judul :

**PERENCANAAN BIAYA OPERASIONAL DAN PERAWATAN (OM) PADA
INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL).
(STUDI KASUS KOTA SOLO, SURAKARTA.**

Demikian permohonan kami , atas perkenan serta bantuan dan bimbingannya diucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

**A/n D e k a n
Pembantu Dekan I**


Ir. Bambang Sulistiono, MS CE

Tembusan

1. Mahasiswa Ybs.
2. Arsip.



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042, 896440, Fax. 895330, Yogyakarta 55584

Nomer : 30 / D.II/JTS/ VI/ 2000

Yogyakarta, 12 Juli 2000

Lamp. :

Hal :

BIMBINGAN TUGAS AKHIR.

Kepada Yth. : Dr. Ir. Edy Purwanto, Ces,Dea

Di -

Yogyakarta.

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak/Ibu agar Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut dibawah ini :

1. Nama : Wan Yuzuarinni Monita
No. Mhs : 93 310 012
N.I.R.M. : 930051013114120012
Bidang Studi : Mankon
Tahun Akademi : 1999/2000 (Genap)

Nama : Livia Marlita
No. Mhs : 94 310 101
N.I.R.M. : 940051013114120100
Bidang Studi : Mankon
Tahun Akademi : 1999/2000 (Genap)

Dapat diberikan petunjuk pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir.

Kedua mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok dengan dosen pembimbing

Sebagai berikut. I : Dr. Ir. Edy Purwanto, Ces, Dea

Dosen Pembimbing II : Dr. Ir. H. Dradjat Suhardjo, SU

Dengan mengambil topik :

PERENCANAAN BIAYA OPERASIONAL DAN PERAWATAN (OM) PADA INSTANSI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) STUDI KASUS ' KOTA SOLO.

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih. mengajukan untuk melaksanakan Tugas Akhir, dapat diberikan petunjuk, pengarahan serta bimbingannya terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Ir. H. Tadjuddin

Dekan
Ketua Jurusan Teknik Sipil

(IR.H.TADJUDDIN BM ARIS, MS

Tembusan :

Mahasiswa ybs.

Arsip.



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042, 896440, Fax. 895330, Yogyakarta 55584

Nomer : 30 / D.II/JTS./ VI / 2000 Yogyakarta, 12 Juli 2000
Lamp. : -
Hal : BIMBINGAN TUGAS AKHIR.

Kepada Yth. : Dr. Ir. H. Dradjat Suhardjo, SU
Di -
Yogyakarta.

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak/Ibu agar Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut dibawah ini :

1. Nama : Wan Yusuariinni Monita
No. Mhs : 93 310 012
N.I.R.M. : 930051013114120012
Bidang Studi : Mankon
Tahun Akademi : 1999/2000 (Genap)

Nama : Livia Marlita
No. Mhs. : 94 310 101
N.I.R.M. : 940051013114120100
Bidang Studi : Mankon
Tahun Akademi : 1999/2000 (Genap)

Dapat diberikan petunjuk pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir.

Kedua mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok dengan dosen pembimbing

Sebagai berikut. I : Dr. Ir. Edy Purwanto, Ces, Dea

Dosen Pembimbing II : Dr. Ir. H. Dradjat Suhardjo, SU

Dengan mengambil topik :

PERENCANAAN BIAYA OPERASIONAL DAN PERAWATAN (OM) PADA INSTANSI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) STUDI KASUS ' KOTA SOLO.

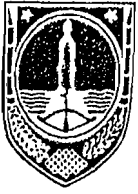
Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih. mengajukan untuk melaksanakan Tugas Akhir, dapat diberikan petunjuk, pengarahan serta bimbingannya terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

a/n. Dekan
Ketua Jurusan Teknik Sipil

(R.H. TADJUDDIN BM ARIS, MS)

Tembusan :
Mahasiswa ybs.
Anip.



PEMERINTAH KOTA SURAKARTA
BADAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN DAERAH

JLN. JENDRAL SUDIRMAN NO. 2 SURAKARTA TELP. 55277 - 633268 - 42020/208

Surakarta, 20 Juli 2000

Nomor : 070/284-VII/2000 Kepada Yth.
Lampiran :
Perihal : Pelaksanaan Penelitian

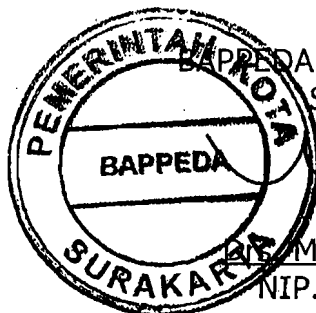
Di - S U R A K A R T A.

Bersama ini dengan hormat saya sampaikan sehubungan dengan Surat dari Dekan Fakultas Tehnik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta nomor 133/JTS/VII/2000 tentang Ijin penelitian / permohonan data. Untuk tugas akhir mahasiswa bernama :

- | | | | | |
|---|------------------|---------|---|------------|
| 1 | WAN YUSNARINI M. | NO. MHS | : | 93.310.012 |
| 2 | LIVIA MARLITA | NO. MHS | : | 94.310.101 |

Dengan judul : Perencanaan Beaya Operasl dan Perawatan (O&M) IPAL di Kota Surakarta. Untuk itu kami mohon Bp./Ibu/Sdr. Membantu memberikan data & Informasi yang diperlukan.

Demikian atas bantuan dan kerjasamanya yang baik disampaikan terimakasih.



BAPPEDA KOTA SURAKARTA
Sekretaris,

MAMIEK M. HADI
NIP. 500 073 704

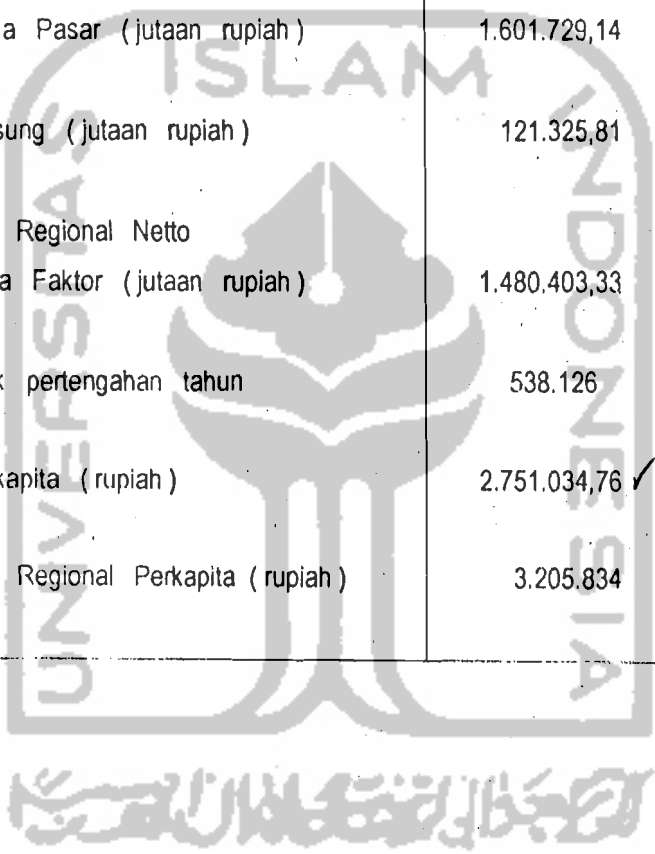
TABEL 3.1.1. LUAS WILAYAH, JUMLAH PENDUDUK, SEX RATIO DAN TINGKAT KEPADATAN TIAP KECAMATAN KODYA SURAKARTA TAHUN 1998

KECAMATAN	Luas Wilayah Km ²	Jumlah Penduduk	Sex Ratio	Tingkat Kepadatan
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1. LAWEYAN	8,64	103.805	964	12.014
2. SERENGAN	3,19	61.728	963	19.350
3. PASAR KLIWON	4,82	83.904	956	17.407
4. JEBRES	12,58	132.675	963	10.546
5. BANJARSARI	14,81	160.720	958	10.852
KOTAMADYA	✓ 44,04	✓ 542.832	960	12.326
TAHUN 1997	44.040	539.387	958	12.248
TAHUN 1996	44.040	536.005	957	12.171
TAHUN 1995	44.040	533.628	955	12.117
TAHUN 1994	44.040	531.377	952	12.006

Sumber : BADAN PUSAT STATISTIK KODYA SURAKARTA

**TABEL 10 : PENDAPATAN REGIONAL PERKAPITA KOTAMADIA SURAKARTA
ATAS DASAR HARGA BERLAKU TAHUN 1997 - 1998**

U R A I A N	1997	1998
(1)	(2)	(3)
01. Produk Domestik Regional Bruto Atas Dasar Harga Pasar (jutaan rupiah)	1.725.142,86	2.220.348,20
02. Penyusutan (jutaan rupiah)	123.413,72	133.025,17
03. Produk Domestik Regional Netto Atas Dasar Harga Pasar (jutaan rupiah)	1.601.729,14	2.087.323,03
04. Pajak Tak Langsung (jutaan rupiah)	121.325,81	156.152,60
05. Produk Domestik Regional Netto Atas Dasar Biaya Faktor (jutaan rupiah)	1.480.403,33	1.931.170,43
06. Jumlah Penduduk pertengahan tahun	538.126	540.644
07. Pendapatan Perkapita (rupiah)	2.751.034,76 ✓	3.572.047,69 ✓
08. Produk Domestik Regional Perkapita (rupiah)	3.205.834	4.106.858



BAB I OPERASI SISTEM AIR LIMBAH

1.1 Pengantar

Buku petunjuk operasi (SOP = Standar Operation Prosedure, MOP = Manual Operation Prosedure) ini akan memberikan penjelasan mengenai operasi secara rinci terhadap sistem jaringan air limbah yang dibagi menjadi 2 (dua) sektor yaitu :

1. Sektor Penangkapan

Sektor penangkapan adalah menangkap air limbah dari bangunan perumahan dan bangunan-bangunan non perumahan yang mempunyai produk air limbah.

Unit penangkapan ini meliputi Sambungan Rumah (SR), Jaringan Perpipaan, Manhole (*lubang pemeriksaan*), rumah pompa dan pompa pengangkat (*lokasi : Sibela, Maibab, dan Dempo*), Bak Penangkap Pasir I, Bak Penangkap Pasir II serta rumah pompa dan pompa pengangkat (*lokasi : Kalianyar*).

2. Sektor Pengolahan

Sektor pengolahan adalah menerima air limbah dari hasil tangkapan sampai pada effluent (*air yang siap dibuang ke badan air penerima (BAP)*).

Unit pengolahan air limbah meliputi Bak Pengendap Awal, Aerated Facultative Lagoon I (*kolam aerasi I*), Aerated Facultative Lagoon II (*kolam aerasi II*), Sedimentation Pond (*kolam sedimentasi*), Sludge Drying Bed (*bak pengering lumpur*), dan Bak Penampung Supernatur dari Bak pengering Lumpur.

1.2 Penjelasan Terhadap Sistem

1.2.1 Gambaran Umum

Sistem air limbah secara umum dapat dilihat pada GAMBAR I.1, dan GAMBAR I.2 yang dijelaskan secara singkat sebagai berikut :

- Air limbah yang diproduksi dari kegiatan rumah tangga maupun non rumah tangga diterima oleh Sambungan Rumah (SR).
- Air limbah dari Sambungan Rumah (SR) mengalir secara gravitasi ke jaringan perpipaan dan mengalir secara gravitasi pula sampai pada pipa utama.
- Sebagian daerah pelayanan (SR) tidak dapat mengalir langsung secara gravitasi menuju ke pipa utama, tetapi Sambungan Rumah (SR) tersebut mengalir secara gravitasi sampai menuju suatu tempat yaitu Bak Penampung (*sump pum*) dan dari bak penampung kemudian dipompa sampai menuju titik tertinggi dan setelah itu mengalir secara gravitasi ke pipa utama.
- Air limbah yang terkumpul pada pipa utama akan mengalir secara gravitasi menuju ke Bak Penangkap Pasir I dan II.

- e. Dari Bak Penangkap Pasir II air limbah mengalir secara gravitasi ke Bak Pengumpul (*sump pump*). Apabila air limbah sudah memenuhi Bak Pengumpul atau dengan kata lain level (*tinggi*) air di Bak Penangkap pasir II sama dengan tinggi air di Bak Pengumpul maka air limbah di Bak Penangkap pasir II akan over flow (*meluap*) melalui pipa dan mengalir menuju kaliyanar.
- f. Air limbah yang tertampung di bak Pengumpul, kemudian dipompa ke Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) yang berlokasi di Kedungtungkul Mojosongo.

1.2.2 Gambaran IPAL (*Instalasi Pengolahan Air Limbah*)

Sistem aliran air limbah di dalam instalasi mengalir secara gravitasi seperti yang ditunjukkan pada GAMBAR I.3 dan GAMBAR I.4 dan dijelaskan sebagai berikut :

- a. Bak Pengendap Awal
Air limbah yang dipompa dari Bak Pengumpul (*sump pump*) akan masuk ke Bak Pengendap Awal. Bila Gate Valve pada posisi terbuka air limbah akan mengalir langsung ke Bak Aerasi I (*Aerated Facultative Lagoon I*). Bila gate valve pada posisi tertutup air limbah akan ke Bak Pengendap Awal, pada bak ini pasir yang terbawa aliran akan diendapkan dan air limbahnya akan menuju ke Bak Aerasi I (*Aerated Facultative Lagoon I*).
- b. Aerated Facultative Lagoon I dan II
Air limbah yang tertampung pada Bak Aerasi I dan setelah itu akan mengalir secara gravitasi ke Bak Aerasi II. Pada Bak Aerasi I dan II, air limbah perlu ditambah oksigen (O_2) dengan menjalankan aerator. Air limbah sudah ditingkatkan kadar oksigennya, akan mengalir secara gravitasi ke Bak Pengendap (*Sedimentation Pond*).
- c. Sedimentation Pond (*Bak Pengendap*)
Bak Pengendap ini adalah penampungan terakhir air limbah dan terjadinya proses pengendapan dari partikel-partikel yang belum terendapkan pada proses sebelumnya yaitu Bak Pengendap Awal dan Bak Aerasi I dan II. Dari bak ini air limbah akan mengalir secara gravitasi melalui saluran dan kemudian menuju ke Badan Air Penerima yaitu Kaliyanar.

1.3 Sektor Penangkapan

1.3.1 Sambungan Rumah / Sambungan Air Limbah

Semua jaringan perpipaan dan perlengkapannya sampai pada batas pagar kepemilikan rumah. Sambungan ini berfungsi menangkap semua produk air limbah (*khususnya limbah domestik*) yang berasal dari closet (*air tinja*), air bekas mandi, cucian, dapur.

GAMBAR I.5 menunjukkan contoh tipe dari sambungan rumah. Dari sambungan rumah inilah awal dari produk air limbah sehingga perlu diperhatikan adanya kemungkinan benda-benda lain (*misalnya plastik, potongan kain/lap*) yang akan terbawa ke dalam saluran air limbah. Untuk mencegah terjadinya hal tersebut, maka sambungan air limbah harus dilengkapi Bak Kontrol sebelum air limbah memasuki pipa service atau pipa tersier.

1.3.2 Jaringan Perpipaan

Jaringan perpipaan untuk penyaluran air limbah tergantung pada topografi dari daerah/lokasi penanaman pipa. Menurut kebiasaan, jaringan perpipaan/saluran air limbah selalu mengikuti sistem jalan yang ada karena untuk memudahkan penyambungan rumah-rumah.

Didalam Buku Petunjuk Operasi ini tidak dilampirkan gambar dari jaringan perpipaan. Jaringan perpipaan sudah termuat di *As Built Drawing* yang dibuat oleh Kontraktor.

Jenis bahan pipa yang dipergunakan untuk menyalurkan air limbah pada sub sistem Mojosoongo terdiri dari :

- a. Pipa PVC (*Polyvinyl Chlorida*)
Pipa PVC terpasang pada seluruh jaringan penangkapan (*untuk air bersih disebut jaringan distribusi*) dan Sambungan Rumah (*SR*) serta sebagian jalur pipa utama (*transmisi*).
 - Diameter pipa pada Sambungan Rumah (*SR*), 50 - 100 mm
 - Diameter pipa pada jaringan penangkapan, 200 - 300 mm
 - Diameter pipa utama (*transmisi*), 300 - 400 mm
- b. Galvanis Steel Pipe (*GSP*)
Pipa GS terpasang pada jalur pipa tekan yaitu mulai dari pompa (*Sibela, Malabar, dan Dempo*) sampai mencapai titik tertinggi dari masing-masing daerah tersebut. Diameter pipa GS yang dipergunakan adalah 100 mm.
- c. Pipa Beton
Pipa beton terpasang pada jalur transmisi (*pipa utama*) dengan diameter 300 - 400 mm.
- d. Pipa AC (*Asbestos Cement*)
Pipa AC terpasang pada jalur pipa utama yaitu didaerah sepanjang Kalianyar dengan diameter 300 mm.

1.3.3 Manhole

Manhole digunakan untuk memudahkan dalam pemeriksaan dan pembersihan saluran (*sistem pemeliharaan*) bila terjadi penyumbatan seperti yang terlihat pada **GAMBAR 1.6**. Jarak penempatan manhole tergantung pada diameter saluran/pipanya. Pada umumnya lokasi penempatan manhole dengan batasan diameter saluran dan atau pada tempat-tempat tertentu misalnya pada setiap perubahan diameter pipa, arah aliran, slope pipa, pertemuan aliran, percabangannya dan pada setiap pertemuan dengan bangunan-bangunan lainnya.

1.3.4 Rumah Pompa dan Pompa Pengangkat

Ada 4 (*empat*) lokasi dalam jaringan air limbah yang memerlukan sarana pemompaan diantaranya adalah :

- Memindahkan air limbah dari suatu zone ke zone lain, yang terdapat pada 3 (*tiga*) lokasi yaitu rumah pompa Sibela, Malabar dan Dempo.
- Mengangkat air limbah dari suatu tempat yang rendah ke tempat lebih tinggi, yang terdapat pada lokasi rumah pompa Kalianyar.

Untuk tujuan keamanannya, maka pompa ditempatkan pada suatu ruangan (*rumah pompa*) yang dilengkapi dengan bak pengumpul (*slump pump*) untuk mengantisipasi debit puncak, seperti yang ditunjukkan pada **GAMBAR 1.7** dan **GAMBAR 1.8**. Peralatan pompa yang dipergunakan adalah pompa submersible (*rendam/celup*) non-clogging.

A. Rumah Pompa Malabar / Dempo

Kedua rumah pompa ini masing-masing untuk penampung ± 200 sambungan rumah (*SR*) atau setara dengan 1000 jiwa. Dengan asumsi kebutuhan air bersih 160 l/or/hr (*pada tahun 2012*), faktor generasi air limbah 85% dan besarnya infiltrasi 5% maka pompa tersebut dioperasikan selama 6,3 jam/hari dengan interval waktu yang terputus-putus dimana akan menyesuaikan, kapasitas air limbah yang masuk sump pump.

Pompa submersible ini dilengkapi alat otomatis (*berupa penampung*) dimana pada level air tinggi pompa akan hidup (*on*). Kapasitas pompa terpasang 7 l/det dan masing-masing rumah pompa 1 unit.

B. Rumah Pompa Sibela

Rumah pompa ini untuk menampung ± 400 sambungan rumah (*SR*) atau setara dengan 2000 jiwa. Pompa submersible yang terpasang 2 (*dua*) unit dengan kapasitas masing-masing sebesar 7 l/det. Dengan asumsi seperti yang tersebut pada rumah pompa diatas maka pompa dioperasikan selama 6,3 jam/hari. Sistem automatisasi dari pompa Sibela sama dengan yang dipergunakan di pompa Dempo/Malabar.

C. Rumah Pompa Kalianyar

Rumah pompa ini untuk menampung seluruh air limbah dari sub sistem jaringan di Perumnas Mojosongo. Menurut desain, jumlah pelayanan adalah 18000 jiwa pada tahun 2012. Jumlah pompa submersible yang terpasang 3 (*tiga*) unit dengan kapasitas masing-masing 20 l/det dan head 28 m, tetapi kapasitas aktual sebesar 25 l/det.

1.3.5 Bak Penangkap Pasir

Bak penangkap pasir, pada awalnya disebut dengan septic tank, tetapi pada Buku Petunjuk Operasi ini akan disebut bak penangkap pasir dengan alasan tidak memenuhi kriteria sebagai septic tank. Lokasi bak penangkap pasir terletak \pm 50 s/d 70 m sebelah barat dari Rumah Pompa Kalianyar.

Jumlah Bak Penangkap Pasir ada 2 (*dua*) buah yaitu :

- a. Bak Penangkap Pasir I
Bangunan ini merupakan bak empat persegi panjang dengan ukuran 1,5 m x 2,5 m dan dalam tebal 1,5 m, tutup bak dari beton cor ukuran 0,5 m x 1,5 m dan tebal 10 cm.
- b. Bak Penangkap Pasir II
Bak penangkap pasir ini dilengkapi dengan screen (*saringan*) untuk menahan sampah atau material terapung dengan ukuran besar yang terbawa dalam aliran air limbah.

1.4 Sektor Pengolahan

1.4.1 Bak Pengendap Awal

Apabila air limbah tidak diharapkan untuk melewati bak ini maka gate valve (*katup*) diposisikan dalam keadaan terbuka sehingga air akan mengalir langsung menuju bak aerasi I (*aerated facultative Lagoon I*). Tetapi apabila air limbah diinginkan untuk melewati bak maka gate valve (*katup*) diposisikan dalam keadaan tertutup sehingga akan melimpah melalui weir (*pelimpah*) dan masuk ke ruang pengukur dimana diruang ini terpasang skala (*disebelah selatan*) dan alat ukur V_{notch} untuk mengetahui debit air limbah yang sedang dipompakan dari rumah pompa Kalianyar. Besarnya debit air limbah dapat dilihat pada TABEL I.1.

Air limbah yang terjun dari V_{notch} memasuki ruang pengendapan, maka pada ruang ini, pasir yang terbawa aliran diharapkan mengendap. Sedangkan sampah terapung dan busa ditahan oleh penyekat yang kemudian diambil secara manual dan kemudian dibuang ke tempat sampah.

Air limbah yang melewati penyekat akan mengalir menuju pipa outlet dan masuk ke bak aerasi I, maka ditunjukkan GAMBAR I.11. Hasil endapan dari bak ini perlu dikuras setiap 3 bulan.

1.4.2 Aerated Facultative Lagoon I (*Bak Aerasi I*)

Air limbah yang masuk pada bak aerasi perlu dibiarkan selama 1 s/d 2 minggu untuk dapat berkembangbiaknya mikro organisme. Untuk mempercepat berkembangnya mikro organisme, biasanya pada permulaan perlu dilakukan seeding dengan cara menanam lumpur aktif dari tangki septik ke dalam bak aerasi.

Bak Aerasi I dilengkapi dengan 3 (*tiga*) unit aerator yang mempunyai kemampuan 2,2 kw per unitnya dan 1 (*satu*) kw akan menghasilkan 1,345 kg O₂/jam. GRAFIK I.1. menunjukkan kebutuhan aerator dan beban BOD pada operasional yang dibutuhkan. Bila pemberian oksigen ini berkurang akan ditandai dengan timbulnya bau dimana akan terjadi proses an-aerobik. Maka untuk menimbulkan bau yang tidak sedap, operator harus menjalankan aerator sampai dianggap mencukupi.

1.4.3 Aerated Facultative Lagoon II (*Bak Aerasi II*)

Pada prinsipnya Bak Aerasi II sama dengan Bak Aerasi I, Bak Aerasi I dan II akan terjadi endapan lumpur di dasar bak sehingga perlu adanya pengurasan secara periodik. Untuk pengurasan lumpurnya disediakan pompa centrifugal self priming dan ponton serta pipa fleksibel untuk hisap maupun tekan. Pompa lumpur tersebut kapasitasnya 8 l/det dan head 8 m.

1.4.4 Sedimentation Pond (*Bak Sedimentasi*)

Air limbah dari aerated facultative lagoon II, mengalir secara gravitasi ke sedimentation pond. Air yang telah diaerasi dari bak aerasi I dan II, sebagian besar partikel-partikelnya akan mengendap didalam bak ini. Dari bak ini air limbah sudah boleh dibuang ke badan air penerima, melalui saluran disebelah utara dan timur dari IPAL kemudian mengalir masuk ke Kalianyar.

Endapan lumpur akan terkumpul pada dasar kolam yang kemudian diperlukan pengurasan setelah lumpur berumur 2 (*dua*) tahun. Untuk pengurasan yang pertama, dan selanjutnya dilakukan pengurasan setiap 6 (*enam*) bulan sekali. Untuk pengurasan lumpurnya disediakan pompa centrifugal self priming dan ponton untuk meletakkan pompa serta dilengkapi pipa fleksibel untuk hisap dan tekan. Pompa lumpur mempunyai kapasitas 8 l/det dan head 8 m.

1.4.5 Bak Pengering Lumpur (*Sludge Drying Bed*)

Bangunan ini berfungsi untuk menampung lumpur yang diproduksi dari aerated facultative lagoon I dan II, bak sedimentasi serta bak pengendap awal. Dari bak-bak yang menghasilkan endapan lumpur tersebut, lumpur dipompakan melalui jaringan pipa lumpur dan diterima disaluran terbuka disebelah kiri dan kanan dari bak pengering lumpur, saluran terbuka ini dilengkapi dengan pintu-pintu pengatur aliran lumpur sehingga cara pengisian petak-petak dapat dilakukan bergiliran. Untuk masing-masing petak, ketebalan lumpurnya adalah 30 cm.

1.4.6 Bak Penampang Supernatan

Bak penampang supernatan berfungsi untuk menampung air pematasan dari lumpur yang dikeringkan dalam bak pengering lumpur. Air yang terkumpul di dalam bak akan dipompakan kembali ke Bak Aerasi I. Jaringan perpipaan untuk pipa lumpur dan air supernatan ditunjukkan pada GAMBAR I.3.

APPENDIX A

OPERATION AS AN AERATED LAGOON IN 2012

1. Cell Concentration

Flow = 2,056 m³/day
 BOD = 385 mg/l = Li
 Temperature = 26 deg. Celcius

Faecal coliform = 5 x 10⁷ per 100 Ml = Ni
 $\theta = 3.7$ days

$$Fe = \frac{Li}{1 + K\theta} = \frac{385}{[1 + (6.15 \times 3.7)]} = 16 \text{ mg/l}$$

$$\begin{aligned} \text{Cell Concentration } X &= y (Li - Fe) / (1 + r\theta) \\ &= 0.65 (385 - 16) / [1 + (0.1 \times 3.7)] \\ &= 175 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

Where

- Fe = Soluble effluent BOD
- K = rate constant
- = 5 (1.035)^{T-20}
- = 6.15 d⁻¹ for 26 deg. Celcius.
- y = yield coefficient
- = 0.65

r = Autoxidation rate
 = 0.1 d⁻¹ at 26 deg. Celcius.

2. Power for Complete Mixing

$$\begin{aligned} \text{Lagoon volume} &= Q \times \theta \\ &= 2,056 \times 3.7 \\ &= 7,607 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Power for Complete mixing} &= 5 + (0.004 X) \text{ W/m}^3 \\ &\quad (\text{ref. Horan " Biological Waste Water Treatment Systems", Wiley 1990}). \\ &= 5 + (0.004 \times 175) \\ &= 5.7 \text{ W/m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Total Power} = 5.7 \times 7,607/1000 \text{ kw} = 43.4 \text{ kw.}$$

Desludge every 2 years, say :

$$\text{VSS after 2 years} = 283 (0.7 + 0.25^{2-1}) = 269$$

$$\text{Fixed Solids after 2 years} = 2 \times 121 = 242$$

$$\text{Total after 2 years} = 512 \text{ tonnes} = 256 \text{ Tonnes/ years on annualized basis}$$

5. Sludge Storage

Accumulated amount after 2 years = 511 tonnes @ 0.15 % DS and 1.06 relative density.

$$\text{Volume} = \frac{511 (2 \text{ years})}{(1.06 \times 0.15)} = 3214 \text{ m}^3$$

Pond Volume = $2.57 \times 2,056 = 5287 \text{ m}^3$ (2.57 day sedimentation pond capacity)

Depth = 2 m, area = 2643,5 m²

Sludge depth sedimentation pond :

$$\text{Surface} = 44.5 \times 50.5 (1 : 1.5)$$

$$3214 \text{ m}^3 = [44.5 - (H \times 1.5)] \times [50.5 - (H \times 1.5)] \times H$$

$$H = 1.6 \text{ m.}$$

6. Faecal Coliform Reduction

$$K_T = 2.6 (1.19)^{T-20}$$

$$= 7.38 \text{ d}^{-1} \text{ for } T = 26 \text{ deg. Celcius.}$$

$$\text{FC number/100 ml} = \frac{N_i}{(1 + K_T Q_{A1}) (1 + K_T Q_{A2}) (1 + K_T Q_s)}$$

$$= \frac{5 \times 10^7}{(1 + 7.38 \times 1.87) (1 + 7.38 \times 1.85) (1 + 7.38 \times 2.57)}$$

$$= 1.2 \times 10^4 \text{ FC/100 ml}$$

APPENDIX B

OPERATION AS AN AERATED FACULTATIVE LAGOON IN 1996

FLOW = 964 m³/day
 BOD = 360 kg/day
 BOD concentration = 373 mg/l

Ke = 0.5

$$\frac{1}{p} = \frac{L_0}{L_i} = \frac{373}{50} = 7.46$$

p = 0.134

$$Ke T = N [(n\sqrt{1/p}) - 1]$$

$$0.5.T = 2 [(\sqrt{1/0.134}) - 1]$$

$$T = 6.9$$

Aeration of Ponds

Standard text recommends 13-26 hp/million gallons of basin volume.
 This is equivalent to 2.13 - 4.27 kW/1,000 m³ of basin volume.
 For an aeration volume of 7,649 m³ utilize 16.3 - 32.7 kW
 Initially adopt 21.7 kW - this figure being half the aerated lagoon requirement.
 i.e. install 50% of aeration units in 1996.

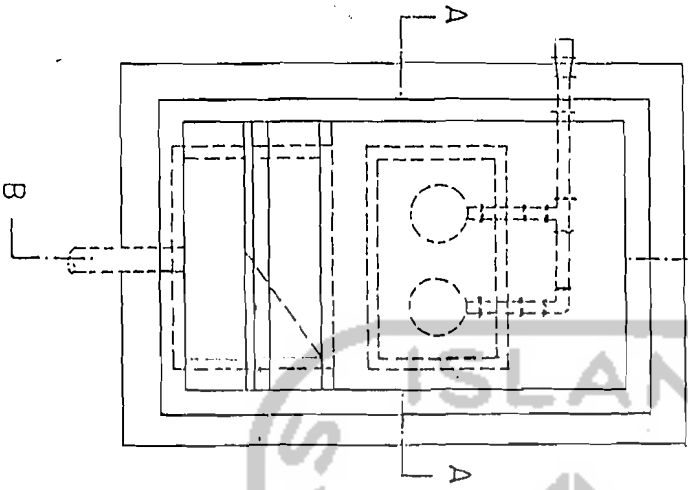
FC Reduction

$$FC = \frac{Ni}{(1 + K_T \times Q_{A1}) (1 + K_T \times Q_{A2}) (1 + K_T \times Q_M)}$$

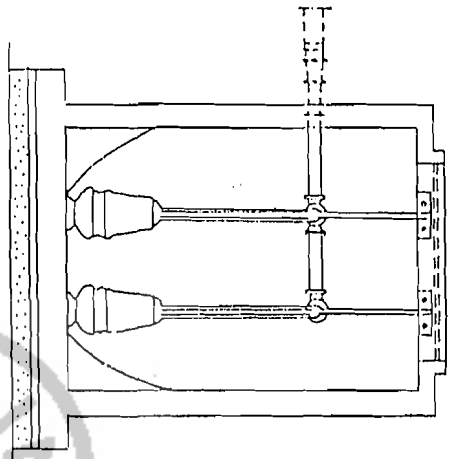
$$= \frac{5 \times 10^7}{(1 + 7.38 \times 3.99) (1 + 7.38 \times 3.95) (1 + 7.38 \times 8.66)}$$

$$= 839 \text{ MPN/100 ml}$$

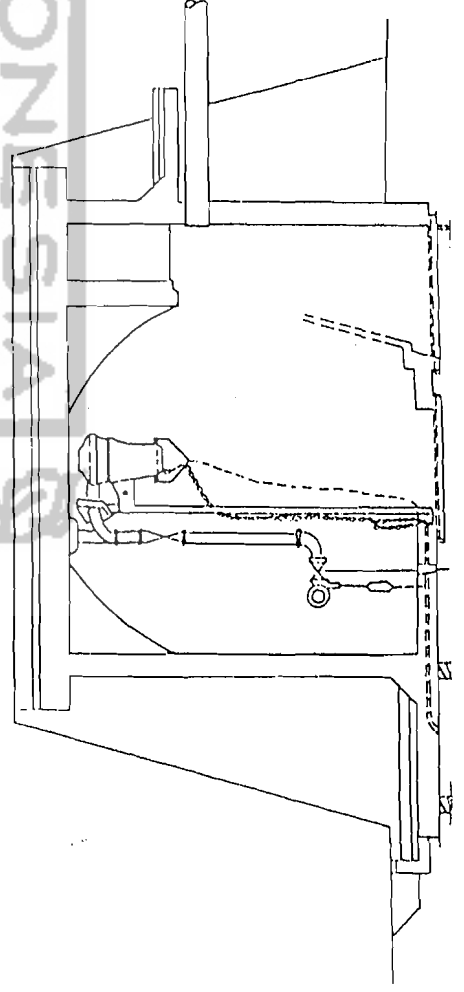
UENAMU



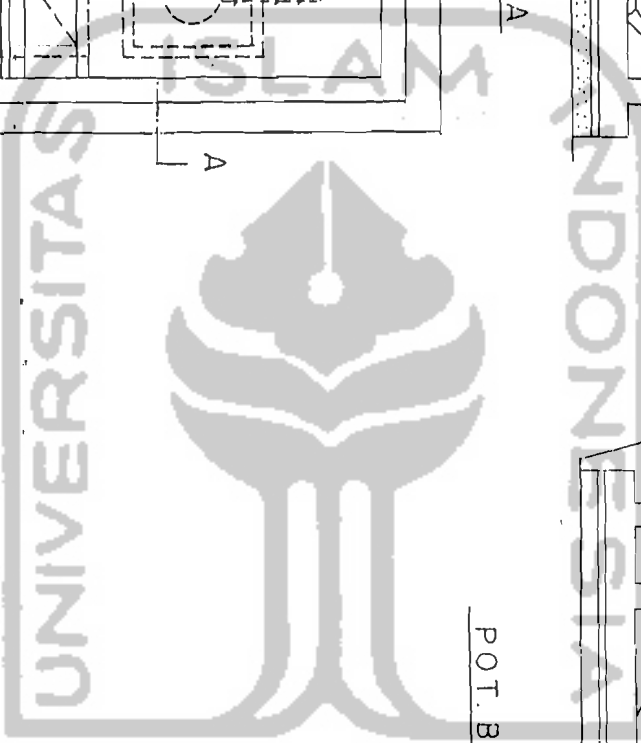
POT. A - A



POT. B - B



Gambar I.8 Rumah Pompo Sibela



BAB II

PRE-TREATMENT TEMPURAN

Usulan untuk membuat PreTreatment pada Outfall di tempuran Bengawan Solo pertama dilontarkan oleh Komisi D, DPRD Tk.I Jawa Tengah pada pertemuan tanggal 2 Mei 2000.

Pertemuan berikutnya yang mendukung gagasan pre treatment ini antara lain :

- Pertemuan di Dinas Cipta Karya Tk.I tanggal 25 Mei 2000
- Hasil studi pendahuluan UKL/UPL yang dijelaskan oleh DR.Endrowuryatno, dari UNS
- Meeting di P3P Jateng, tanggal 2 Juni 2000

Atas dasar tersebut Konsultan PT Indra Karya membuat detail disain Pre Treatment ini dengan menghitung 2 alternatif system pengolahan yaitu (1) System Combined UASB & Intermittent Aeration System dan (2) System Bio-Activated Sludge System.

2.1. PRE-TREATMENT TEMPURAN

Pre-treatment Tempuran adalah modifikasi khusus sump pump outfall Interseptor dengan menambah suplai oksigen kedalam tangki untuk mereduksi BOD sampai sedikitnya 50%.

Pre treatment ini adalah merupakan bagian dari IPAL Tempuran Semanggi yang dituangkan kedalam Basic Disain IPAL Semanggi, dari UKL/UPL terdahulu.

Didalam basic disain IPAL Semanggi, disinggung bahwa IPAL lengkap baru akan dibangun pada tahun 2004/05, dengan mengambil asumsi setelah beban BOD Bengawan Solo melebihi ambangbatas badan air kelas B setelah dapat limpasan air limbah dari Interseptor Sanitasi Surakarta.

Konsep IPAL Semanggi menurut Studi UKL/UPL & Basic Disain adalah sebagai berikut :

Tahap I 2005

Debit Air Limbah : 70 ltr/det
Debit Puncak : 140 ltr/det.
Debit Pengglontor : 250 ltr/det.
Disain Flow Pipa Interseptor : 470 ltr/det

Tahap II 2012

Debit Air Limbah : 212 ltr/det
Debit Puncak : 420 ltr/det.
Debit Pengglontor : 50 ltr/det.

Disain Flow Pipa Interseptor : 470 ltr/det

Kapasitas disain :

Module tergantung dari banyaknya Sambungan Rumah yang dilayani. Untuk system mangkunegaran dan Kasunanan jumlah sambungan rumah yang dilayani adalah sisa / setelah dikurangi jumlah sambungan rumah yang dilayani oleh system utara (Mojosongo), dengan kapasitas maksimum 5000 SR. Jumlah ini bertambah, mengacu pada hasil komitmen dengan PDAM tanggal 28 Juni 2000 dan 1 Juli 2000 di PDAM Surakarta, dimana PDAM menghendaki agar sambungan rumah yang akan ditambah, dikonsentrasikan ke Sistem Mojosongo, yang saat ini baaru melayani 3028 SR.

Target Sambungan Rumah dan debit IPAL menurut Rencana Jangka Panjang PDAM.

	2001	2005	2008	2012
Jumlah Sambungan Rumah	11.000	12.000	17.500	25.000
Sistim Kasunanan & Mangku.	6.000	8.000	12.500	20.000
Jumlah Jiwa Per KK	4.5	5	5	6
Prod. Air Limbah Per Jiwa	85 l/c/d	102	110	122.5
Total Prod. Air Limbah (l/det)	21	40	75	131

Beban debit pengglontor untuk disain IPAL **tidak diperhitungkan**, karena pada saat pengglontoran 'full-flushing capacity' wash-out di Siphon Kali Jenes dibuka, dan air pengglontoran masuk Bendung Demangan lewat Kali Jenes.

Konsentrasi pencemar diperhitungkan dalam mg BOD/l menurut PJM beban BOD : 40 g / orang / hari dan meningkat menjadi 55 g / orang / hari pada tahun 2012

Beban & Konsentrasi BOD pada titik akhir Interseptor

	2001	2005	2008	2012
Produksi Air Limbah (l/det)	21	40	75	131
Produksi BOD (kg/hari)	1200	1600	2750	4800
Debit rata-rata Interseptor (l/det)	30	48	90	157
Konsentrasi BOD (mgr/l)	36	38	35	36



ALTERNATIF SYSTEM

BAB III UASB & INTERMITTENT AERATION SYSTEM

3.1. DISAIN KRITERIA

Debit air limbah tanpa penggelontor	: 40 l/det
Debit dengan penggelontor	: 240 l/det
Produksi BOD	: 1600 kg BOD/hari
Konsentrasi murni BOD	: 38 mg BOD/l

VOLUME TANGKI EKUALISASI & AERASI

Lamanya beban puncak	: 4 jam
Debit puncak	: 66 ltr/det (factor n = 1.65)
Volume tangki Aerasi	= $950 \text{ m}^3 = 900 \text{ m}^3$
Kedalaman air pada tangki	: 3.50 m.

SISTEM AERASI

Low-pressure Medium bubble aeration.
Media : Stainless steel pipe

TANGKI SEDIMENTASI

Volume tangki	: 44 m ³
Kedalaman tangki	: 2.75 m
Bentuk Bulat	D = 5.00 m
Motor scraper	: Low RPM
Sludge loading	
Sludge production	: 4 kg / day

SISTIM POMPA

Elevasi dasar pipa interceptor, bar screen	: + 92.40
Elevasi muka air pada akhir Grit Chamber	: + 91.75
Elevasi dasar Sump Pump	: + 88.50
Static Head Pompa	: 5.50 m
Elevasi muka air setelah pompa	: + 97.50

Debit rata-rata air limbah	: 40 ltr/det
Debit rata-rata + rembesan	: 48 ltr/det
Debit puncak	: 66 ltr/det
Debit disain pompa	: 80 ltr/det
Unit pompa	: 5 x 40 ltr/det

PIPA OUTFALL

Kapasitas Disain	: 200 ltr/det
Kemiringan maksimum	: 0.001
Diameter pipa	: 600 mm
Jenis pipa	: Pipa RFC Drainase

3.2. DESIGN NOTE

3.2.1. SISTIM PENGOLAHAN DAN GRADIENT HIDROLIS

Sistim Mengacu pada hasil Basic Design IPAL Semanggi, konsep pengolahan IPAL Semanggi adalah UASB & Intermittent Aeration System, maka yang disebut PRE TREATMENT ini adalah Tangki Ekualisasi dan Aerasi yang berfungsi penuh (sebelum UASB belum dibangun) , dan tetap akan berfungsi sebagai tangki Aerasi pada saat IPAL Semanggi dibangun.

Pre Treatment ini terdiri dari bangunan :

1. Bar Screen
2. Grit Chamber / Primary Settling
3. Tangki Ekualisasi dan Aerasi
4. Final Clarifier dengan Scraper putaran rendah
5. Pompa
6. Pipa Outfall.

Lokasi masing2 unit pengolahan tersebut dapat dilihat pada gambar 1, sedangkan skema gradien hidrolis pada gambar 2.

3.2.2. TANGKI EKUALISASI & AERASI

Tangki ekualisasi berguna untuk menampung debit puncak pada jam puncak. Jam puncak untuk pembuangan rumah tangga terjadi pasda jam 05.00 s/d 09.00 (4 jam)

Mengacu pada hasil Basic Design IPAL Semanggi, konsep pengolahan IPAL Semanggi adalah UASB & Intermittent Aeration System, maka yang disebut Tangki Ekualisasi dan Aerasi ini pada saat IPAL Semanggi dibangun, akan tetap berfungsi sebagai Tangki Ekualisasi, sebelum masuk UASB.

UNIT EKUALISASI & SUMP PUMP

Debit puncak	: 4 jam
Besarnya debit puncak	: 66 ltr/det
Volume dalam 4 jam	: 1000 m ³
Volume tangki ekualisasi	: 30 % dari Volume beban Puncak = 300 m ³
Lebar Kompartemen	: 9.00 m
Kedalaman tangki	: 4.00 m
Panjang tangki	: 9.50 m.
Elevasi muka air pada akhir Grit Chamber	: + 91.75
Elevasi dasar Sump Pump	: + 88.50
Elevasi muka air setelah pompa	: + 97.50

UNIT TANGKI AERASI

Volume tangki Aerasi : 60 % dari Volume beban Puncak
= 600 m³

Lebar Kompartemen : 10.00 m
Kedalaman tangki : 4.00 m
Panjang tangki : 12.50 m.

Elevasi dasar tangki : + 93.00
Elevasi muka air pada tangki : + 97.50
Elevasi pada outlet : + 97.50
Pipa outlet ke ST :
Diameter pipa ke ST : 600 mm.
Material Pipa : Steel pipe

AERATION UNIT

Sistim aerasi : Medium-Fine Bubble Aeration – High Pressure

Volume tangki : 450 m³

$G = 10^{-3} \text{ m}^3/\text{m}^3.\text{sec}$

Immersion depth / kedalaman diffuser = 3.50 m.

Kapasitas oksigenasi (oxygenation capacity) = 0.025 gO₂/m³.sec

Tipe diffuser :

Kehilangan tinggi tekan pada pipa dan diffuser : 0.50 m.w.c.

Efisiensi motor blower : 0.80

Oxygen utilization (banyaknya oksigen yang terserap per m³ udara)

$OU = oc/G$

$$= 0.025/10^{-3}$$

$$= 25 \text{ g O}_2 / \text{m}^3 \text{ udara}$$

$$OU \text{ per meter kedalaman} = 25/3.50 = 7.14 \text{ g O}_2 / \text{m}^3.\text{m}^1$$

Persentasi penyerapan oksigen :

$$OA = 0.3334 \text{ OU} = 0.334 \times 25 = 8.35 \%$$

Jumlah udara yang harus disuplai :

$$Qg = V \times G$$

$$= 450 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{sec}$$

GROSS POWER BLOWER

$$Pg = Qg \times h_{\text{tot}} \times \rho \times hg/\eta$$

$$\frac{450 \times 1000 \times 9.81 \times (3.50 + 0.50)}{0.80}$$

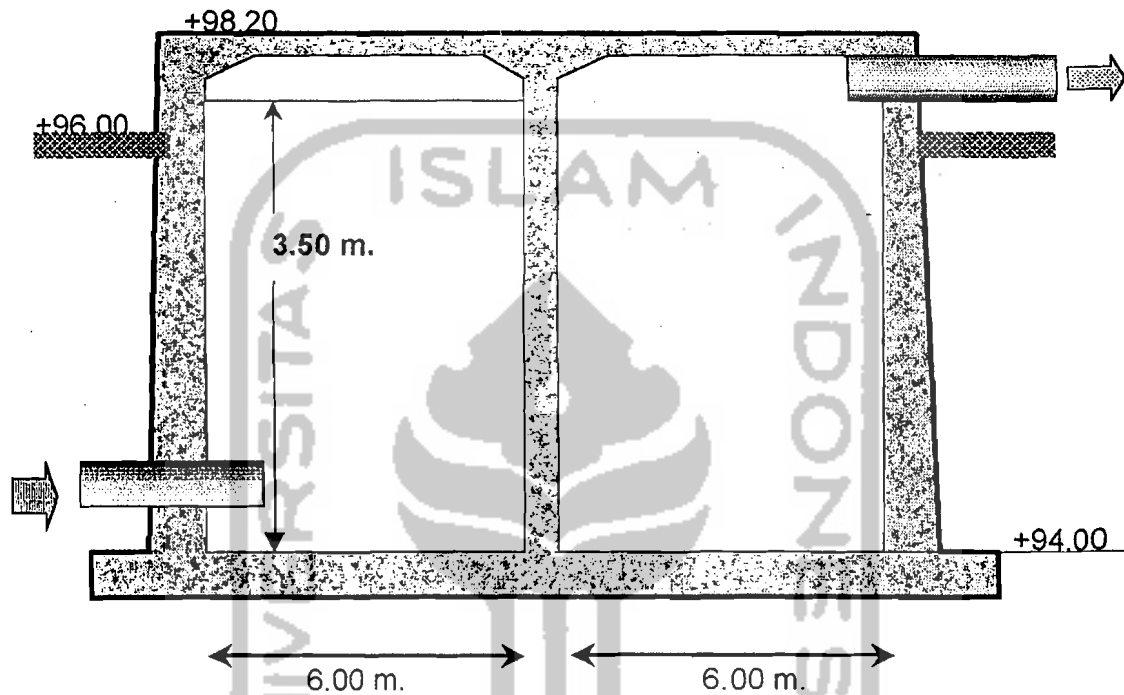
$$= 22 \text{ 000 watt}$$

$$Pg = 22 \text{ kWh}$$

$$\text{Efisiensi penyerapan oksigen } OE = \frac{oc \times V}{Nc}$$

$$= 0.025 \times 450 / 22000 = 0.50 \text{ mg O}_2 / \text{J}$$
$$= 5 \times 10^{-4} \times 3600 = 1.8 \text{ kg O}_2 / \text{kWh}$$

GAMBAR SKET POTONGAN TANGKI EKUALISASI & AERASI



PRODUKSI LUMPUR

Parameter Disain :

1. KONDISI SAAT INI (SEBAGAI PRE TREATMENT)

$$\text{Sludge Load} = 0.10 \text{ kg BOD / kg.MLSS.day}$$

$$\text{Beban BOD (2005)} = 1600 \text{ kg/hari}$$

$$\text{BOD Volumetric Load } VL = \text{Beban BOD} / \text{volume AT}$$
$$= 1600 / 950$$
$$= 1.68 \text{ kgBOD/m}^3.\text{hari}$$

$$\text{Debit rata-rata} = 40 \text{ ltr/det} = 3456 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Retensi waktu pada AT : } t = V/Q$$
$$= 450 / 3456 = 0.13 \text{ hari} = 3.125 \text{ jam}$$

MLSS (Mixed Liquor Suspended Solid) – konsentrasi Lumpur aktif, diasumsikan sebesar = 2 kg/m³

Sludge Load = VL/MLSS = 1.68 / 2 = 0.84 kg.BOD/kg.MLSS.hari

Klasifikasi : Medium-high loaded Activated Sludge dengan Intermittent Aeration

DARI GRAFIK 1 : Diketemukan Effluen BOD = 30 mg/ltr

DARI GRAFIK 2 : Diketemukan, SLUDGE Production = 1 (kg dry solid = kg BOD removed)
= 32 gr lumpur kering/orang per hari

Produksi Lumpur = 8000 SR = 40.000 orang
= 40.000 x 32 gr = 1280 kg/hari

Sludge Residence Time (SRT = umur sludge) = Sludge Growth/SL
= 1 / 0.84 = 1.2 hari

2. KONDISI SETELAH DITAMBAH UASB

Sludge Load = 0.10 kg BOD /kg.MLSS.day

Volume Tangki Aerasi tetap 900 m³.

Beban BOD (2008) = 2800 kg/hari

Setelah keluar dari UASB, efisiensi 70 %, Beban BOD Tinggal : 840 kgBOD/hari

BOD Volumetric Load VL = Beban BOD / volume AT

$$= 840 / 900$$

$$= 0.9 \text{ kgBOD/m}^3.\text{hari}$$

Debit rata-rata = 40 ltr/det = 3456 m³/hari

Retensi waktu pada AT : $t = V/Q$

$$= 450 / 3456 = 0.13 \text{ hari} = 3.125 \text{ jam}$$

MLSS (Mixed Liquor Suspended Solid) – konsentrasi Lumpur aktif, diasumsikan sebesar = 2 kg/m³

Sludge Load = VL/MLSS = .90 / 2 = 0.45 kg.BOD/kg.MLSS.hari

Klasifikasi : Low loaded Activated Sludge dengan Intermittent Aeration

DARI GRAFIK 3 : Diketemukan Effluen BOD = 15 mg/ltr (memenuhi kelas A)

DARI GRAFIK 4 : Diketemukan, SLUDGE Production = 0.8 (kg dry solid = kg BOD removed)
= 25.6 gr lumpur kering/orang per hari

Produksi Lumpur = 12500 SR = 62.500 orang
= 62.500 x 25.6 gr = 1600 kg/hari

Sludge Residence Time (SRT = umur sludge) = Sludge Growth/SL
= 1 / 0.4 = 2.2 hari
(DAPAT DIRESIRKULASI)

3.2.3. FINAL CLARIFIER

Parameter Disain :

- Surface Load (Beban persatuan permukaan) $m^3/m^2.jam$
- Sludge Concentration (Konsentrasi Lumpur), MLSS (kg.dry solids/ m^3)
- SVI (Sludge Volume Index) = mg/ltr
- Sludge Volume : $VA = SVI \times MLSS$

1. Kondisi Sebelum ada UASB

$$\text{Volume AT} = 950 \text{ m}^3$$

$$\text{Diameter FC} = 5.00 \text{ m}$$

$$\text{SVI} = 150 \text{ ml/gr}$$

$$\text{Q rata2 musim kering} = 40 \text{ lt/det} = 144 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Luas

$$\text{Luas permukaan} = \frac{1}{4} \pi D^2 = 19.625 \text{ m}^2$$

$$\text{Sludge Volume} = 150 \times 2 = 300 \text{ ml/ltr}$$

$$\text{Beban permukaan} = Q/\text{Luas}$$

$$= 144/19.60 = 7.50 \text{ m}^3/m^2.jam$$

Dari Grafik → didapat Surface Load = $1.20 \text{ m}^3/m^2.jam$ (OVERLOADING !!)

Putaran scraper : 0.20 RPM

2. Kondisi Setelah ada UASB

$$\text{Volume AT} = 950 \text{ m}^3$$

$$\text{Diameter FC} = 5.00 \text{ m}$$

$$\text{SVI} = 150 \text{ ml/gr}$$

$$\text{Q rata2 musim kering} = 75 \text{ lt/det} = 270 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Luas permukaan} = \frac{1}{4} \pi D^2 = 490.625 \text{ m}^2 \text{ (d = 20 m)}$$

$$\text{Sludge Volume} = 150 \times 2 = 300 \text{ ml/ltr}$$

$$\text{Beban permukaan} = Q/\text{Luas}$$

$$= 144/490 = 0.293 \text{ m}^3/m^2.jam$$

Dari Grafik → didapat Surface Load = $1.20 \text{ m}^3/m^2.jam$ NO OVERLOADING !!

Putaran scraper : 0.20 RPM

INLET FEED

Disebar dari pusat lingkaran, Steel Coated Pipe diameter 600 mm

OUTLET FEED

Dikumpulkan dari tepi Final Clarifier

4. BIAYA OPERASI & PEMELIHARAAN.

Biaya operasi & pemeliharaan untuk 2 tahun pertama pengoperasian tetap harus disubsidi pemerintah pusat.

Dari perhitungan konsultan, setelah memperhatikan perubahan inflasi, tarip UMR & kenaikan gaji pegawai negeri dan keberadaan mesin ROM Combi Cleaner machine, maka biaya OP adalah sebagai berikut :

- Biaya O&P tahun I (Okt.2000 – Sept 2001) : Rp. 741.716.000 ,-
- Biaya O&P tahun II(Okt.2001 – Sept.2002) : Rp. 775.985.000 ,-

Atau bila dirinci dalam tahun anggaran adalah sebagai berikut :

- a. Biaya O&P TA 2000/2001 adalah sebesar Rp. 370.858.000 ,-
- b. Biaya O&P TA 2001/2002 adalah sebesar Rp. 758.850.000 ,-
- c. Biaya O&P TA 2002/2003 adalah sebesar Rp. 397.992.000 ,-

Biaya O&P ini harus segera diusulkan oleh Pemda Tk.II ke Tingkat I melalui DUP 2000/01, dan diperkuat oleh surat dari Walikota ke Bappenas atau ke Departemen Pengembangan Wilayah & Pemukiman dengan tembusan ke Bank Dunia.

Surakarta, 22 Maret 2000

Konsultan PT Indra Karya, Cab.II Jawa Tengah



PERHITUNGAN BIAYA OPERASIONAL DAN PEMELIHARAAN SEWERAGE SURAKARTA

1. **Komponen Sistim Sanitasi Surakarta.**

Berdasarkan SK Walikota Surakarta No. 002 tertanggal 26 Juni 1998, maka untuk pengelolaan majanemen palaksanaan operasi dan pemeliharaan sistem jaringan pengelolaan air limbah (sewerage) diserahkan sepenuhnya kepada PDAM Surakarta.

Pembangunan sistem jaringan sewerage saat ini merupakan penambahan dan melengkapi sistem sewerage yang sudah ada yang telah dibangun pada masa pemerintahan Belanda. Pekerjaan tersebut meliputi sistem jaringan Mangkunegaran, Jebres dan Kasunanan. Sedangkan prasarana sewerage yang selesai dibangun pada akhir tahun 2000 dalam proyek SSUDP – Surakarta Sewerage dan siap dioperasikan adalah sebagai berikut:

- Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Mojosongo
- Jaringan Utara atau Jaringan Mojosongo, dengan pipa pelayanan sepanjang 20,5 km dan 2.800 sambungan rumah.
- Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Putri Cempo
- Interceptor Kali Tanggul, terdiri dari pipa beton diameter 800 mm dan diameter 1000 mm sepanjang ± 6 km.
- Interceptor Kali Jenes, terdiri dari pipa beton diameter 1000 mm sampai diameter 1300 mm sepanjang ± 6.90 km.
- Sistim Jaringan Mangkunegaran, Kasunanan dan Jebres,, dengan 7280 Sambungan rumah dan 11.90 km pipa pelayanan sekunder utama dan 36.90 km pipa sekunder.
- IPAL Semanggi, direncanakan akan dibangun setelah SSUDP dengan kapasitas 300 ltr/detik yang akan dibangun dalam 2 tahap, yang diperkirakan tahap I akan dibangun pada tahun 2003/2004 dan beroperasi pada tahun 2004/05
- Jaringan air pengglontor K.Larangan yang berasal dari bendung Kleco dan Jaringan pengglontor Sumber yang berasal dari Bendung Sumber dan Kali Sumber.

2. **Organisasi Pelaksana dan Kebutuhan Personil**

Pelaksanaan manajemen operasi dan pemeliharaan sistem sewerage ini dilakukan sepenuhnya oleh PDAM Kodya Surakarta, sedangkan struktur organisasi disusun mengacu pada SK Walikota No. 002 tentang Susunan Organisasi Tata Kerja PDAM Kodya Surakarta tanggal 26 Juni 1998. Bagan struktur organisasi tersebut disajikan pada Lampiran 1, sedangkan kebutuhan personil untuk masing-masing unit dan sub unit dapat dilihat pada Lampiran 2.

3. Biaya Operasi dan Pemeliharaan

3.1. Penentuan Harga Satuan

Perhitungan biaya operasi dan pemeliharaan didasarkan pada harga satuan pada tahun 2000 dengan asumsi pada tahun tersebut terjadi inflasi sebesar 10%.

Pada perhitungan gaji diasumsi terjadi kenaikan konstan 7 % setiap tahun, dan untuk biaya lain selain gaji diasumsi besarnya inflasi pada tahun 2000/2001 adalah 10 % dan pada tahun 2001/2002 dan seterusnya adalah konstan 7,5 % per tahun.

3.2. Komponen Biaya yang Dihitung

Komponen biaya yang dihitung adalah sebagai berikut :

- Gaji karyawan tetap, meliputi gaji pokok, tunjangan PDAM, tunjangan kesehatan, tunjangan lauk pauk dan tunjangan jabatan
- Gaji karyawan lepas, dihitung harian
- Alat Tulis Kantor, meliputi meja, kursi, komputer, dll
- Biaya perjalanan, meliputi biaya untuk training, pengembangan sumber daya manusia, dll
- Uji laboratorium
- Biaya operasional kendaraan/alat berat, meliputi bahan bakar, reparasi, dll
- Biaya operasional pompa dan aerator, meliputi pemeliharaan dan listrik
- Biaya pembuangan lumpur, meliputi sewa dump truck
- Biaya pemeliharaan bangunan, meliputi pembersihan dan pengecatan

Rekapitulasi perhitungan biaya operasional dan pemeliharaan sewerage Surakarta dapat dilihat pada Lampiran 8.

4. Unit dan Sub Unit Operasional

Sebagaimana terlihat pada bagan struktur organisasi, sub unit operasional terdiri dari sub unit administrasi dan sub unit perencanaan.

Sub unit administrasi membantu kepala unit dalam mengelola manajemen, dan sub unit perencanaan akan mengadakan desain ulang atau menambah desain jika memang diperlukan perbaikan atau penambahan.

Perhitungan biaya untuk staf tersebut disajikan pada Lampiran 9 dan rincian perhitungan tersebut dapat dilihat pada Lampiran 14.

5. Sub Unit Pemeliharaan

5.1. IPAL Mojosongo

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Mojosongo melayani populasi pada Perumnas Mojosongo dengan jumlah penduduk 18.000 jiwa pada tahun 2012.

Pada pengolahan air limbah Mojosongo dipasang 3 pompa di rumah pompa Dempo, Malabar dan Sibela dengan daya 7 kw. Sedangkan Sump Pum dipasang 3 unit dengan daya 22 kw, aerator 24 kw. Direncanakan ada penambahan aerator 24 kw pada tahun 1998/1999. Skema pengolahan air limbah tersebut dapat dilihat pada Lampiran 3.

Perhitungan biaya operasional dan pemeliharaan IPAL Mojosongo disajikan pada Lampiran 10 dan rincian perhitungan tersebut dapat dilihat pada Lampiran 15, Lampiran 16 dan Lampiran 17.

5.2. IPLT Putri Cempo

Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Putri Cempo dibangun untuk melayani sistem on-site di Kotamadya Surakarta. Kapasitas atau daya tampung IPLT maksimal adalah untuk 150.000 jiwa dengan volume buangan tinja 26,6 m³/hari.

Pada Instalasi tersebut dipasang 2 unit Pompa Lumpur dengan daya total 7 KW, genset dan untuk pengangkutan digunakan 2 unit truck tinja dan dump truck pembuang lumpur. Perhitungan biaya operasional dan pemeliharaan IPLT Putri Cempo disajikan pada Lampiran 11 dan rincian perhitungan tersebut dapat dilihat pada Lampiran 18 dan Lampiran 19.

5.3. Jaringan Sewerage

5.3.1. Jaringan Utara

Jaringan sewerage Utara meliputi wilayah Perumnas Mojosongo, dimana saluran menuju instalasi pengolahan melalui Jl. Brigjen Katamso sebagaimana terlihat pada Lampiran 4.

Perhitungan biaya operasional dan pemeliharaan jaringan sewerage Utara disajikan pada Lampiran 12.

5.3.2. Jaringan Selatan

Jaringan sewerage Selatan meliputi wilayah Mangkunegaran, Kasunanan dan Jebres. Skema jaringan tersebut ditampilkan pada Lampiran 5, Lampiran 6 dan Lampiran 7.

Perhitungan biaya operasional dan pemeliharaan jaringan sewerage Selatan disajikan pada Lampiran 13.

Rincian perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 20 sampai dengan Lampiran 23.

BIAYA LABORATORIUM

DIHITUNG DALAM WAKTU 1 TAHUN

No	MACAM BIAYA	Uraian	Total
1	PERJALANAN Perjalanan tiap tahun untuk training		2,000,000.00
2	LABORATORIUM		
	a. Sampel untuk pengetesan IPAL	8 smp/bl x 12 bln x Rp, 20,000 /test	1,920,000.00
	b. Sampel untuk pengetesan Jaringan Utara	4 smp/bl x 12 bln x Rp, 20,000 /test	960,000.00
	c. Sampel untuk pengetesan Jaringan Selatan	8 smp/bl x 12 bln x Rp, 20,000 /test	1,920,000.00
	d. Sampel untuk pengetesan Pengglontor	2 smp/bl x 12 bln x Rp, 20,000 /test	480,000.00
	e. Sampel untuk pengetesan IPLT	4 smp/bl x 12 bln x Rp, 20,000 /test	960,000.00
	f. Sampel untuk pengetesan Outfall Semanggi	2 smp/bl x 12 bln x Rp, 20,000 /test	480,000.00
	g. Bahan Kimia		720,000.00
	h. Agar/media pembiak bakteri		400,000.00
	i. Bahan penunjang lain (alkohol, botol, dll.)		200,000.00
	j. Pencetakan formulir & barang habis pakai		600,000.00
			8,640,000.00
3.	Biaya kendaraan/sepeda motor	(Lihat lampiran II, Tabel 2.2., No. 2)	708,000.00
4.	Pemeliharaan Gedung Kantor		
	a. Pembersihan dinding	2,000 m ² x Rp 680	1,360,000.00
	b. Pengecatan/pemeliharaan lainnya	200 m ² x Rp 3,500	700,000.00
	Biaya Pemeliharaan Gedung/kantor		2,060,000.00
5	ALAT - ALAT KANTOR		
	a. Alat-alat tulis	12 bln x Rp. 15,000 /bln	180,000.00
	b. Kertas & fotocopy	12 bln x Rp. 80,000 /bln	960,000.00
	c. Pembantu umum/office boy	12 bln x Rp. 120,000 /bln	1,440,000.00
	d. Lain-lain	12 bln x Rp. 50,000 /bln	600,000.00
	Biaya Alat kantor & komunikasi		3,180,000.00
6	AIR BERSIH Kebutuhan sebulan 75 m ³	75.0 m ³ X 12 bln x Rp. 650 /m ³	585,000.00
	BIAYA OPERASI LABORATORIUM		17,173,000.00

BAGAN ORGANISASI
UNIT PENGOLAHAN AIR LIMBAH
PDAM DATI II SURAKARTA

