**DESAIN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK DENGAN SISTEM IFAS (*Integrated Fixed Film Activated Sludge)* DI KOTA SURAKARTA BAGIAN TENGAH**

***Ervy Destrivadiyani P, Wiharyanto Oktiawan, Tri Joko***

**Abstrak**

Kota Surakarta merupakan Kota dengan pemukiman yang cukup padat penduduknya. Akibat dari kepadatan penduduk yang cukup tinggi, dikhawatirkan akan terjadi pencemaran air tanah maupun badan air akibat pengelolaan limbah domestik yang belum dikelola dengan baik. Di Kota Surakarta terdapat 3 wilayah bagian yakni wilayah Utara, Selatan dan Tengah. Dimana untuk wilayah Utara pengelolaan limbah domestik telah dilayani oleh IPAL Mojosongo, sedangkan wilayah Selatan dilayani oleh IPAL Semanggi. Untuk mencapai sanitasi yang baik, khususnya Kota Surakarta Bagian Tengah dan seluruh wilayah Kota Surakarta pada umumnya, maka perlu adanya instalasi yang mengelola limbah domestik untuk Kota Surakarta Bagian Tengah.

Bentuk pengelolaan yang ada di instalasi pengolahan air limbah domestik yaitu secara fisik dan biologi, pengolahan secara biologi juga bermacam – macam jenisnya dalam kondisi aerobik, anaerobik, dan kombinasi antara aerobik-anaerobik. Untuk mendapatkan kualitas effluent yang baik, maka memanfaatkan pengolahan biologi dengan sistem IFAS (integrated fixed film activated sludge), yaitu penggabungan antara suspended growth dan attach growth yakni memanfaatkan mikroorganisme yang ada di dalam air limbah dengan suplai oksigen dapat mengasimilasi zat – zat organik yang ada di dalam limbah yang kemudian membentuk lendir (biofilm) yang melekat pada media pelekat. Dengan upaya tersebut diharapkan dapat menciptakan lingkungan pemukiman yang sehat, estetis, nyaman, dan layak huni.

Kata Kunci : Kota Surakarta Bagian Tengah, instalasi pengolahan air limbah domestik, sistem IFAS (Integrated Fixed Film Activated Sludge)

**PENDAHULUAN**

**1. Latar Belakang**

Bentuk dan macam buangan yang dihasilkan manusia tergantung pada tingkat peradaban manusia, sehingga dengan kemajuan jaman dan teknologi jenis buangan manusia yang semula bersifat sederhana kini semakin bervariasi dan apabila tidak diolah dengan baik akan mempengaruhi kualitas lingkungan.

Dalam pengelolaan sanitasi, Kota Surakarta telah memiliki infrastuktur pengelolaan air limbah secara *off-site*. Kota Surakarta telah memiliki 2 (dua) sistem/jaringan layanan air limbah melalui perpipaan yang diolah dalam 2 (dua) IPAL yaitu IPAL Mojosongo dengan kapasitas 24 l/det dan IPAL Semanggi dengan kapasitas 60 l/det yang melayani wilayah Utara dan Selatan Kota Surakarta. Sedangkan untuk wilayah Kota Surakarta Bagian Tengah belum ada pengolahan air limbah domestiknya, dengan jumlah penduduk 108.501 jiwa, luas wilayah 782,4 ha, dan kepadatan penduduk 159,4 jiwa/ha.

Penanganan pembuangan air limbah yang ada saat ini yaitu dengan membuang air limbah domestik langsung ke saluran drainase tanpa pengolahan terlebih dahulu. Untuk mencapai sanitasi yang lebih baik dan lengkap, Pemerintah Kota Surakarta berencana untuk membangun Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) untuk melayani penyaluran air limbah domestik di Kota Surakarta Bagian Tengah.

Untuk menghindari dampak yang merugikan dari pembuangan air limbah domestik, maka diperlukan desain instalasi pengolahan air limbah domestik yang berfungsi menurunkan konsentrasi zat-zat pencemar sebelum air limbah tersebut dialirkan ke badan air penerima.

**2. Tujuan Perancangan**

Adapun permasalahan-permasalahan timbul dan teridentifikasi adalah sebagai berikut :

1. Tingkat kepadatan penduduk Kota Surakarta Bagian Tengah yang cukup tinggi mencapai 159,4 jiwa/ha.
2. Dengan kepadatan penduduk Kota Surakarta yang cukup tinggi, dikhawatirkan terjadinya pencemaran air tanah akibat penyaluran air limbah domestik di Kota Surakarta Bagian Tengah yang belum dibangun.
3. Penurunan kondisi lingkungan yang dapat mengganggu kenyamanan hidup masyarakat sekitar, seperti terdapatnya genangan air yang diakibatkan oleh meluapnya air dari saluran drainase karena pembuangan air limbah domestik dan air hujan bersatu dalam satu saluran. Selain itu juga akumulasi air limbah domestik dan air hujan yang tinggi dapat meningkatkan jumlah kuantitas air buangan yang mengalir dalam saluran air drainase sehingga menyebabkan bau busuk yang menyengat.

**3. Pembatasan Masalah**

1. Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik digunakan untuk melayani masyarakat Kota Surakarta Bagian Tengah.
2. Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik dengan sistem IFAS (*Integrated Fixed Film Activated Sludge*) yaitu pengolahan limbah di dalam zona aerobik dirancang sesuai dengan debit yang akan masuk ke instalasi serta sistem pengolahannya (perhitungan desain dan gambar).

**4. Perumusan Masalah**

1. Berapa debit air limbah yang akan diolah IPAL?
2. Bagaimanakah bangunan pengolah air limbah domestik yang sesuai untuk Kota Surakarta Bagian Tengah?
3. Berapa biaya yang dibutuhkan dalam pelaksanaan pekerjaan dan *Operational Maintenance* (OM) sistem yang direncanakan?

**5. Tujuan**

1. Mengetahui debit air limbah yang dihasilkan dari daerah pelayanan oleh yang direncanakan.
2. Mendesain instalasi pengolahan air limbah yang sesuai diterapkan di Kota Surakarta Bagian Tengah.
3. Menghitung Rencana Anggaran Biaya dalam pelaksanaan pekerjaan dan operasional dan pemeliharaan sistem yang direncanakan.

**6. Ruang Lingkup**

**6.1 Lingkup Wilayah**

Ruang lingkup wilayah perancangan yaitu Kota Surakarta Bagian Tengah yang meliputi daerah Kecamatan Jebres (Kel. Kepatihan Kulon, Kepatihan Wetan, Tegalharjo, Sudiroprajan, Gandekan, Sewu, Pucangsawit, Jagalan dan Purwodiningratan), Kecamatan Banjarsari (Kel. Kestalan, Setabelan, Manahan), Kecamatan Laweyan (Kel. Kerten dan Jajar).

**6.2 Lingkup Sasaran**

1. Kajian lokasi perletakan IPAL

Kajian mengenai identifikasi kondisi fisik daerah perencanaan dan badan air penerima

1. Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Sistem IFAS

Kajian desain IPAL Domestik dengan Sistem IFAS meliputi perhitungan desain dan gambar desain yang terdiri dari :

1. Penentuan sistem pengolahan air limbah domestik yang disesuaikan dengan kualitas air limbah yang akan diolah
2. Penentuan media pelekat dan suplai oksigen untuk pengolahan biologi terpilih yaitu dengan sistem IFAS
3. Operasional dan pemeliharaan
4. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)
5. Gambar desain instalasi pengolahan air limbah domestik.

**6.3 Lingkup Masalah**

Dalam upaya meningkatkan kualitas lingkungan yang baik dan sehat, maka dirumuskan masalah sebagai berikut, yaitu bagaimana penanganan air limbah domestik yang ada.

**7. Manfaat**

Manfaat dari desain Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Sistem IFAS di Kota Surakarta Bagian Tengah yaitu :

1. Mengurangi tingkat pencemaran air sungai sehingga dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat dan melindungi ekosistem.
2. Melatih penulis untuk berpikir secara ilmiah guna meningkatkan ilmu pengetahuan, keterampilan, dan pengalaman
3. Dapat dijadikan dasar/rujukan bagi PDAM terkait dalam perencanaan penanganan air limbah domestik di Kota Surakarta Bagian Tengah, sehingga diharapkan ke depannya tercipta kondisi lingkungan yang sehat.

**METODOLOGI**

Persiapan

Pengumpulan Data

Data Primer

Data Sekunder

Analisa :

Sumber air bersih

Sampling air limbah

Debit air limbah

Data Penunjang :

Peta administrasi

Kualitas Badan Air Penerima

Studi Literatur

Analisis Data

Perancangan Dengan Sistem IFAS

Kriteria Desain

Layout IPAL

Gambar Desain IPAL

Operasional dan Pemeliharaan

RAB

Supplai Oksigen

Media Attach Growth

Perhitungan DED

Untuk mempermudah penyampaian tujuan perancangan, maka diperlukan suatu tujuan operasional perancangan yang dapat menjelaskan secara lengkap maksud dan tujuan perancangan serta membimbing langkah kerja selanjutnya. Adapun tujuan operasional dari perancangan ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui kondisi fisik wilayah perancangan yang meliputi kondisi geografis, luas lahan dan tata guna lahan yang akan digunakan untuk penentuan lokasi IPAL.
2. Untuk mendesain Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik pada daerah pelayanan, penentuan aspek teknis desain, serta operasional dan pemeliharaannya.
3. Untuk membuat Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang dibutuhkan dalam membangun Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Sistem IFAS (*Integrated Fixed Film Activated Sludge)* serta biaya operasional dan perawatannya (OM).

**Tabel 1**

**Data – data yang Dibutuhkan**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Data** | **Sumber** |
| 1. | Jumlah Penduduk | Balai Pusat Statistik |
| 2. | Kondisi Fisik daerah perancangan   1. Kondisi Geografis 2. Luas lahan 3. Tata guna lahan | Balai Pusat Statistik |
| 3. | Kualitas Air Sungai | PDAM Kota Surakarta |
| 4. | Sampel air limbah domestik | Wahana Laboratorium |
| 5. | Daftar harga satuan bangunan dan upah | Departemen PU |

Sumber : Analisa Penulis, 2010

Untuk menentukan arah dalam pengerjaan tugas akhir ini, disusun diagram alir tahapan perancangan, yaitu sebagai berikut :

**Gambar 1**

**Diagram Alir Tahapan Perancangan**

Sumber : Analisa Penulis, 2010

**ANALISIS DAN PERHITUNGAN**

1. **Analisis Kondisi Fisik**

a. Topografi

Topografi daerah perancangan berada di ketinggian 80 – 130 m di atas permukaan laut dengan ketinggian di bagian timur mencapai 0 – 15 %, sedangkan pada bagian barat 0-2 %. Kondisi muka tanah di daerah perancangan relatif datar dan sedikit agak berombak.

b. Hidrologi dan Hidrogeologi

Curah hujan daerah perancangan relatif rendah yaitu 246 mm/tahun dengan kedalaman air tanah berkisar antara 15-20 m. Kedalaman air tanah ini dipertimbangkan untuk menghindari kemungkinan pencemaran air tanah oleh fasilitas sanitasi yang digunakan masyarakat di daerah perancangan yang dilewati oleh anak sungai dari Sungai Bengawan Solo, yakni Kali Pepe dan Kali Anyar.

c. Geologi

Pada bagian Timur jenis tanahnya lempung, hitam, plastisitas tinggi kenyal, mengandung kerikil dan kerakal batu gamping. Sedangkan pada bagian Barat jenis tanahnya berupa tanah lanau, dan lempung sebagai tanah penutup.

**2. Analisis Kependudukan**

Menurut data monografi Surakarta bagian Tengah bahwa jumlah penduduknya sampai dengan Desember 2008 adalah sebesar 108.501 jiwa yang terdiri dari 19.236 KK. Luas wilayah total adalah 782,4 ha, sehingga kepadatan penduduk sebesar 159,4 jiwa/ha. Total jumlah Kepala Keluarga yang ada di Surakarta bagian Tengah sebanyak 19.236 Kepala Keluarga. Sedangkan rata-rata jumlah anggota keluraga dalam satu rumah adalah sebanyak 5-6 orang.

**3. Analisis Kondisi Sosial Ekonomi**

1. **Tingkat Pendidikan**

Tingkat pendidikan di Surakarta bagian Tengah ini bervariasi, mulai dari tidak lulus SD sampai dengan Sarjana. Berdasarkan hasil survey didapat hasil bahwa sebagian besar penduduk Surakarta bagian Tengah ini berpendidikan lulusan SLTA. Selain itu tingkat pendidikan juga berpengaruh dalam tingkat kesadaran masyarakat dan kemampuannya untuk memahami arti dan tujuan dari pengelolaan air buangan domestik yang nantinya akan direncanakan di permukiman mereka.

1. **Mata Pencaharian**

Sebagian besar mata pencaharian penduduk di wilayah Kota Surakarta Bagian Tengah adalah Buruh Industri, Karyawan Swasta, PNS, Pedagang diikuti Pensiunan, Pengusaha, dan ABRI. .

1. **Tingkat Pendapatan**

Tingkat pendapatan responden sangat bevariasi, mulai daari 750.000 sampai di atas 4.000.000. Berdasarkan hasil survey dan kuesioner, rata-rata penghasilan penduduk di Surakarta bagian Tengah yaitu termasuk kategori menengah. Hal ini mempengaruhi potensi peran serta masyarakat untuk ikut berpartisipasi dalam hal pembiayaan operasi dan pemeliharaan IPAL yang nantinya akan direncanakan.

**4. Analisis Kondisi Eksisting Penggunaan Sarana Air Bersih**

Kondisi air bersih di Kota Surakarta ini terbilang cukup banyak persediaannya, sehingga sebagian penduduk Kota Surakarta menggunakan air tanah untuk sumber air bersihnya. Padahal kenyataannya penggunaan tangki septik dapat pula ikut mencemarakan air tanah, apalagi kalau lokasi dan jaraknya tidak mememuhi syarat yang ditentukan.

**5. Analisis Kondisi Eksisting Sarana Sanitasi**

Pengelolaan air buangan domestik di Kota Surakarta termasuk dalam pengelolaan setempat atau *on site system* dengan menggunakan *Water Closet* (WC) dan saluran drainase. WC digunakan untuk sarana pembuangan tinja, yang dilengkapi dengan bak penampungan berupa tangki septik ataupun cubluk. Seluruh penduduk Kota Surakarta juga telah memiliki WC pribadi. Sedangkan saluran drainase digunakan sebagai saluran untuk membuang air sisa bekas pemakaian rumah tangga lainnya seperti mencuci, mandi, dan lain-lain (*grey water*). Berdasarkan survey yang telah dilakukan, seluruh rumah dan bangunan yang terdapat di Kota Surakarta Bagian Tengah memakai saluran drainase sebagai sarana penyaluran *grey water* ini.

Sedangkan untuk kelengkapan sarana sanitasi terdapat masyarakat yang sudah menggunakan tangki septik namun juga masih ada yang menggunakan cubluk. Penggunaan tangki septik dan cubluk ini yang dapat menyebabkan terjadinya pencemaran air tanah akibat peresapan air buangan domestik.

Pengelolaan air buangan domestik pada sistem setempat (*On-Site System*) hanya menekankan untuk mengelola air buangan yang berasal dari toilet saja. Sedangkan untuk air buangan yang berasal dari penggunaan air non kloset seperti cuci, mandi, masak dan lain-lain tidak diperhatikan.

**6. Analisis Tingkat Pelayanan**

Berdasarkan analisis daerah perancangan yang terdiri dari 11 Kelurahan yang terbagi menjadi 2 sistem pelayanan dengan jumlah penduduk 95.035 jiwa dan jumlah KK untuk IPAL Timur adalah 4288 dan IPAL Barat adalah 2922. Dengan jumlah sambungan rumah (SR) sebanyak 6580 sambungan rumah dan diprioritaskan untuk kawasan perumahan yang telah terlayani air bersih oleh PDAM. Untuk tingkat pelayanan dari perencanaan ini adalah 34,61 %.

**7. Analisis Bangunan Pengolah Air Limbah**

**7.1 Analisis Pemilihan Lokasi**

Dalam desain instalasi pengolahan air limbah domestik di Kota Surakarta Bagian Tengah ini direncanakan akan dibangun IPAL di 2 wilayah yaitu wilayah Timur dan Barat yang nantinya akan dibuang ke Sungai Bengawan Solo dan Kali Anyar. Adapun masing-masing bangunan yang dibutuhkan tersebut menempati lahan kosong yang terdapat di wilayah Surakarta bagian Tengah.

**Tabel 2**

**Luas Lahan dan Alamat Lokasi BPAB**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nama IPAL** | **Luas Lahan Tersedia** | **Jarak dengan badan air penerima** | **Alamat Lokasi** |
| I | 125 m x 100 m | 20 meter | Jln. Candi Mulyo, Pucangsawit |
| II | 50 m x 50 m | 25 meter | Jln. Jendral A. Yani |

Sumber : Hasil Pengamatan, 2010

**7.2 Analisis Persepsi Masyarakat**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| IPAL | Debit Air Limbah (l/dtk) | | |
| Q  Rata-Rata | Q  Minimum | Q  Maksimum |
| Timur | 77,2 | 27,6 | 96,5 |
| Barat | 25,2 | 8,8 | 31,5 |

Tanggapan masyarakat mengenai akan dibangunnya IPAL bervariasi, ada yang menolak dan khawatir akan mengganggu kenyamanan di lingkungan mereka, ada yang menyatakan pikir-pikir terlebih dahulu,namun sebagian besar juga menyatakan setuju dan mendukung adanya pembangunan IPAL.

**7.3 Analisis Pemilihan IPAL**

**Tabel 3**

**Penentuan Alternatif Pengolahan**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Tinjauan** | **Trickling Filter** | **RBC** | **IFAS** | **UASB** |
| 1 | Luas lahan (m2) | 2 | 1 | 3 | 3 |
| 2 | Efisiensi BOD (%) | 2 | 3 | 3 | 2 |
| 3 | Waktu tinggal (td) | 2 | 1 | 3 | 2 |
| 4 | Konsumsi Energi | 2 | 2 | 2 | 3 |
| 5 | Operational dan Maintenance | 3 | 3 | 2 | 2 |
| **Jumlah** | | **11** | **10** | **13** | **12** |

(Sumber : Darmasetiawan, 2004, Metcalf and Eddy, 2003, Setyo Sarwanto Moersidik (1993), www. Brentwood.com)

Berdasarkan penentuan alternatif pengolahan, maka desain yang dipilih adalah menggunakan IFAS, yaitu mengkombinasikan pengolahan antara *suspended growth* dan *attach growth* dengan tujuan menghasilkan kualitas efluen limbah yang lebih baik.

GC

TAR

IFAS

SDB Drying Bed

Screen

Chlor

**7.4 Analisis Kualitas Air Limbah**

**Tabel 4**

**Karakteristik Air Limbah Domestik (Data Primer, 2010)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Parameter** | **Satuan** | **Hasil Pemeriksaan** |
| TSS | mg/l | 518,10 |
| pH | - | 6,67 |
| BOD, 5 hari | mg/l | 102,82 |
| COD | mg/l | 215,70 |
| Ammonia ( NH3-N ) | mg/l | 0,65 |
| MBAS | mg/l | 1,43 |
| Minyak dan lemak | mg/l | 0,58 |

**8. Perhitungan Debit Air Limbah Domestik**

Debit air buangan domestik ditentukan oleh penggunaan air bersih yang didasari oleh peruntukkan bangunan. Untuk perhitungan air limbah domestik yang dihasilkan adalah dari penggunaan air bersih, yaitu sebesar 80 % dari jumlah kebutuhan air bersih. Dari hasil perhitungan tersebut diperoleh Qrata – rata air buangan IPAL Timur Kota Surakarta pada tahun 2020 adalah :Q*r* = 77,2 L/dt. Sedangkan, hasil perhitungan Qrata – rata air buangan IPAL Barat Kota Surakarta pada tahun 2020 adalah : Q*r* = 25,2 L/dt.

**Tabel 5**

**Debit Influen yang Masuk ke IPAL**

Berdasarkan data-data di atas, maka kapasitas desain yang diharapkan berdasarkan data primer :

Kapasitas pengolahan IPAL Timur : 135,5 l/dt

Kapasitas pengolahan IPAL Barat : 52,13 l/dt

TSS masuk : 518,10 mg/l

BOD masuk : 102,82 mg/l

COD masuk : 215,70 mg/l

**9. Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah**

**IPAL Timur**

Sungai

**Gambar 2**

**Diagram Alir Proses IPAL Timur**

**Saluran Pembawa dan Bar Screen**

Berfungsi menyisihkan padatan kasar (sampah) yang mungkin masuk ke dalam sistem pengolahan air limbah domestik agar tidak mengganggu proses pengolahan di unit instalasi pengolahan air limbah selanjutnya.

Bentuk segiempat beton, n = 0,015

Tinggi : lebar = 1 : 2

Slope = 0,005

Kecepatan (V) = (0,3 – 2,5)m/dt

Bukaan (jarak antar batang) : 40 mm

Lebar penampang batang : 10 mm

Kecepatan melalui kisi : 0,5 m/dt

Kemiringan batang : 450

Faktor bentuk batang : 1,79

Perhitungan :

Tinggi = 0,77 m

Lebar = 0,94 m

Kecepatan = 0,34 m/dt

Jumlah kisi = 18 buah

**Grit Chamber**

Grit Chamber dapat melindungi perlengkapan mekanis dan pompa dari abrasi, mencegah penyumbatan pompa oleh endapan dalam saluran dan mencegah akumulasi material masuk dalam unit pengolahan selanjutnya. Grit chamber yang direncanakan adalah dengan aliran horizontal. IPAL direncanakan memiliki 2 unit Grit Chamber (2 unit beroperasi dengan sistem buka tutup), artinya grit chamber digunakan secara bergantian yang dikontrol oleh pintu air yang ada dimasing-masing inlet.

Perencanaan

Jumlah bak : 2 buah

Koefisien Manning : 0,015

Waktu Detensi : 60 detik

Kecepatan mengendap : 0,6 m/mnt

Kecepatan horizontal : 0,25 m/s

Efisiensi penyisihan BOD : 5%

Efisiensi penyisihan COD : 5%

Efisiensi penyisihan TSS : 10%

Perhitungan

Panjang : 9 m

Lebar : 1,5 m

Tinggi : 0,36 + 0,3 = 0,67 m

Vh : 0,25 m/s

Vs : 0,6 m/mnt

Pengurasan Lumpur

Dilakukan 3 kali sehari dengan pemompaan, dengan volume lumpur 1,83 m3/hr.

**Bak Ekualisasi**

Berfungsi sebagai bak pengumpul sementara dari air limbah tiap proses produksi dan mengurangi adanya beban kejut (*shock loading*) pada proses selanjutnya

Direncanakan bak ekualisasi bebentuk persegi panjang dengan kedalaman direncanakan 3 m.

**Gambar 3**

**Grafik Hubungan Debit & Waktu IPAL Timur**

Perhitungan

Direncanakan TAR berbebtuk persegi empat (rectangular) dengan rencana desain

Volume (V) = 548,2 m3

Panjang : 23,4 m

Lebar : 11,7 m

Kedalaman : 2,6 m

Distribusi limbah cair dari bak ekualisasi ke pengolahan biologi (IFAS) menggunakan pompa dengan daya 2 KW masing – masing pompa.

**IFAS**

IFAS merupakan media inovasi baru yang diimplikasikan dengan menggabungkan dari media tempat melekatnya *biofilm* (lendir) dengan reaktor lumpur aktif untuk meningkatkan performa dan dalam beberapa keadaan dapat meminimisasi kondisi eksisting fasilitas/bangunan.

Suspended Growth

Perencanaan

**-** Y : 0,6

- kd : 0,05 hari

-Q : 6670 m3/hari

-θc : 10 hari

-So : 97,68 mg/l

-MLSS : 2000 mg/l

-MLVSS: 1500 mg/l

-Efisiensi TSS : 80 %

-Efisiensi BOD : 83,4 %

-Efisiensi COD : 70 %

Perhitungan

Bak IFAS direncanakan dibuat 2 bak, sehingga perhitungan debit influen masing – masing kamar adalah 6670 m3 : 2 = 3335 m3

Dari hasil perhitungan diperoleh :

Volume : 724,8 m3

Panjang : 21,9 m

Lebar : 10,9 m

Tinggi : 3,4 m

Td : 5,2 jam

Θc : 10 hr

Px : 144,9 kg/hr

Qw : 18,12m3/hr

BODL : 399,7 kg/hari

Kebutuhan O2 : 245,2 kg/hr

Jumlah Aerator : 7 buah, dengan jenis aerator submersible aerator 3,2 KW.

Attach Growth

Proses biologis dengan biakan melekat yakni proses pengolahan limbah dimana mikroorganisme yang digunakan pada suatu media, sehingga mikroorganisme tersebut melekat pada permukaan media. Proses ini disebut juga dengan proses film mikrobiologi atau proses biofilm.

Perencanaan

Waktu tinggal total = 6-8 jam

Hydroulic loading rate (q) = 20-50 m3/m2/hari

= 10-50 m3/m2/hari

Dimensi kotak :

P : L : T = (3,8 : 1,8 : 0,9)m, media yang digunakan adalah bio balls dengn diameter 5 cm, jadi dalam satu kotak penampungan terdiri dari 10.650 bola.

Perhitungan :

Hydroulic loading rate (q) = 24,4 m3/m2/hari

Td total = 6 jam

Beban BOD = 8,83 gr/m3/hr

**Bak Pengendap**

*Kriteria desain*

* Overflow rate, vo = 25 – 35 m3/m2.hari
* Weir loading =125 – 500 m3/m2/hari
* Kedalaman, H = 3 – 4.9 m
* Diameter, D = 3 – 6 m
* Slope dasar saluran, S = 40 – 100 mm/m
* Waktu detensi, td = 2-4 jam
* Kadar lumpur = 4 – 6 %

Perencanaan :

* Direncanakan 1 bak pengendap
* Q tiap bak = 77,2 l/dt= 6670 m3/hari
* vo = 30 m3/m2.hari
* H = 3 m
* S = 60 mm/m
* Bentuk clarifier = lingkaran tipe centre feed
* Efisiensi, y/yo = 70 %
* Performansi, n = 1/3
* Freeboard = 0,5 m
* Koefisien viskositas dinamik, μ = 0,8581 x 10-6 m2/dt
* Kadar SS dalam lumpur = 5 %

Perhitungan :

Diameter bak : 20 m

Kedalaman : 4,1 m

Td : 2,5 jam

Volume lumpur : 42,3 m3/hr

**Chlorinasi**

Chlorinasi diterapkan guna membunuh organisme-organisme patogen sebelum effluen dari instalasi pengolahan air limbah disalurkan ke badan air penerima.

Kriteria Desain

* Waktu kontak = 15 – 45 menit
* Konsentrasi larutan = 10 %
* Kadar klor dalam kaporit = 70 % (Metcalf&Eddy, 2003)
* Berat jenis kaporit = 0,86 kg/L
* Dosis klorin untuk desinfeksi = 3 – 10 mg/L (Qasim, 1985)

Perhitungan

Direncanakan 1 unit bak kontak

Panjang : 9,5 m

Lebar : 4,7 m

Kedalaman : 3 m

Td : 29,8 menit

Kebutuhan kaporit : 47,6 kg/hr

**Sludge Drying Bed**

Kriteria Desain:

* + - * Tebal lapisan lumpur: 200 - 300 mm → 300 mm
      * Tebal bed : 30 - 60 cm
      * Lebar bed : 6 - 30 m
      * Panjang bed : 15 - 50 m
      * Waktu pengeringan : 7 hari

Kadar air lumpur hasil pengeringan : 60%

Perhitungan :

1. Lumpur Influen = 166,2 m3/hari
2. Volume bed:

V = p x l x tebal lumpur

= 20 x 30 x 0,3

= 180 m3

1. Jumlah bed yang diperlukan = 1bak
2. Luas bidang pengeringan:

A = V/h

= 180 m3/0,3

= 600 m2

**IPAL BARAT**

GC

TAR

IFAS

SDB Drying Bed

Screen

Chlor

**Gambar 4**

**Diagram Alir Proses IPAL Barat**

**Saluran Pembawa dan Bar Screen**

Hasil Perhitungan :

Tinggi = 0,54 m

Lebar = 0,50 m

Kecepatan = 0,5 m/dt

Jumlah kisi = 9 buah

**Grit Chamber**

Hasil Perhitungan

Panjang : 5 m

Lebar : 1,05 m

Tinggi : 0,20 + 0,3 = 0,5 m

Vh : 0,25 m/s

Vs : 0,6 m/mnt

Pengurasan Lumpur

Dilakukan 3 kali sehari dengan pemompaan, dengan volume lumpur 0,7 m3/hr.

**Bak Ekualisasi**

Direncanakan bak ekualisasi bebentuk persegi panjang dengan kedalaman direncanakan 3 m.

**Gambar 5**

**Grafik Hubungan Debit & Waktu IPAL Barat**

Perhitungan

Direncanakan TAR berbebtuk persegi empat (rectangular) dengan rencana desain

Volume (V) = 206,5 m3

Panjang : 14,3 m

Lebar : 7,2 m

Kedalaman : 2,6 m

Distribusi limbah cair dari bak ekualisasi ke pengolahan biologi (IFAS) menggunakan pompa dengan daya 2 KW masing – masing pompa.

**IFAS**

Suspended Growth

Perhitungan

Bak IFAS direncanakan dibuat 2 bak, sehingga perhitungan debit influen masing – masing kamar adalah 2177,3 m3 : 2 = 1088,6 m3

Dari hasil perhitungan diperoleh :

Volume : 236,6 m3

Panjang : 12,5 m

Lebar : 6,3 m

Tinggi : 3,4 m

Td : 5,2 jam

Θc : 10 hr

Px : 47,3 kg/hr

Qw : 5,9 m3/hr

BODL : 130,5 kg/hari

Kebutuhan O2 : 80 kg/hr

Jumlah Aerator : 2 buah, dengan jenis aerator submersible aerator 3,2 KW.

Attach Growth

Perencanaan

Waktu tinggal total = 6-8 jam

Hydroulic loading rate (q) = 20-50 m3/m2/hari

= 10-50 m3/m2/hari

Dimensi kotak :

P : L : T = (3,8 : 1,8 : 1,3)m, media yang digunakan adalah bio balls dengn diameter 5 cm, jadi dalam satu kotak penampungan terdiri dari 15.384 bola.

Perhitungan :

Hydroulic loading rate (q) = 26,52 m3/m2/hari

Td total = 6 jam

Beban BOD = 2,3 gr/m3/hr

**Bak Pengendap**

Perhitungan :

Diameter bak : 11,7 m

Kedalaman : 3,85 m

Td : 3,5 jam

Volume lumpur : 41,4 m3/hr

**Chlorinasi**

Perhitungan

Direncanakan 1 unit bak kontak

Panjang : 6,6 m

Lebar : 3,3 m

Kedalaman : 2 m

Td : 30 menit

Kebutuhan kaporit : 15,7 kg/hr

**Sludge Drying Bed**

Perhitungan :

1. Lumpur Influen = 53,9 m3/hari
2. Volume bed:

V = p x l x tebal lumpur

= 18 x 10 x 0,3

= 54 m3

1. Jumlah bed yang diperlukan = 1bak
2. Luas bidang pengeringan:

A = V/h

= 54 m3/0,3

= 180 m2

**10. Standar Operasional dan Pemeliharaan**

Standar Operasonal dan Pemeliharaan ini mencakup tiga aspek.

* 1. **Aspek Teknis**

Dalam aspek teknis ini akan dibahas mengenai uraian tentang sistem pengolahan air limbah serta cara pengoperasian dan pemeliharaan setiap elemen.

1. **Screen**

Pemeliharaan screen dilakukan yaitu dengan pembersihan sampah – sampah yang menyangkut pada bar rack, dimana pembersihan dilakukan secara rutin 2-3 kali sehari yang kemudian dikumpulkan lalu dibuang pada tempat sampah.

1. **Grit Chamber dan Ekualisasi**

Pengoprasian dan pemeliharaan pada grit chamber dilakukan dengan pengaturan pintu air yang disesuaikan dengan debit yang masuk pada IPAL, kemudian bak grit chamber terdiri bari dua bak, dimana 1 bak beroprasi dan bak yang lain sebagai cadangan saat salah satu bak dilakukan pengurasan lumpur. Pengurasan lumpur dilakukan juga secara rutin sesuai perencanaan yaitu setiap tiga kali sehari.

Sedangkan pada ekualisasi terdapat pompa untuk menyalurkan air dari bak ekualisasi ke bak Ifas, sehingga perlu dilakukan perawatan pompansecara periodik karena lumpur yang mengendap di grit chamber dan air limbah yang ditransfer ke bak aerasi mengandung padatan – padatan yang dapat mempersingkat umur pompa dan pada akhirnya dapat mengurangi efisiensi pompa.

1. **Ifas**

Setelah masuk ke bak ekualisasi, selanjutnya air limbah dipompa menuju bak IFAS yang dibagi menjadi 2 bak. Dalam pemilihan bahan dan konstruksi untuk bak ifas, untuk kotak penampungan media harus dipilih bahan yang kedap air dan tahan korosi seperti fiber glass, beton bertulang atau beberapa bahan lainnya. Pada bak ifas ini direncanakan untuk kotak penampungan terbuat dari besi yang dilapisi dengan fiber agar tidak terjadi korosi. Bak ifas yang akan direncanakan menggunakan bahan beton bertulang dengan tebal 30 cm. Bak ifas ini dilengkapi dengan aerator sebagai suplai udara.

* + - * 1. **Pengoprasian**

Dalam bak IFAS terdapat dua proses yakni *suspended growth* dan *attach growth*, dalam satu bak terdapat beberapa aerator sebagai suplai oksigen yang berfungsi untuk pertumbuhan mikroorganisme. Aerator bisa difungsikan semua dan hanya beberapa saja, hal ini tergantung dari kandungan DO pada bak tersebut, untuk itu, perlu dilakukan pengukuran DO.

* + - * 1. **Pemeliharaan**

Pemeliharaannya dapat dilakukan dengan pembersihan kotak penampungan yang berisi bio balls selama kurang lebih dua minggu satu kali, pembersihan kotak penampungan ini dilakukan penyemprotan pada kotak penampungan bio balls. Serta dilakukan pengecekan ketebalan lumpur tiap dua minggu sekali dan pemeriksaan kondisi aerator setiap tiga bulan sekali.

1. **Bak Pengendap/Clarifier**

Pada bak pengendap pengurasan harus dilakukan secara ruti sesuai dengan kriteria perencanaan yaitu setiap 3 kali sehari. Dan dilakukan pengontrolan pada pelimpah, jika terjadi penumpukan lumpur yang ada pada saluran.

* 1. **Aspek Kelembagaan**

Aspek Kelembagaan penting dibentuk bertujuan untuk pengelolaan yang komprehensif dan agar terjadi harmonisasi hubungan antara masyarakat dan pihak pengelola serta untuk menjaga kesinambungan sistem sanitasi yang ada terutama jika terjadi permasalahan. Untuk Kelembagaan yang akan dibentuk berada di bawah naungan PDAM Kota Surakarta.

* 1. **Aspek Keuangan.**

Dalam aspek keuangan diperhitungkan perkiraaan besarnya biaya operasional dan pemeliharaan dari IPAL Timur dan Barat Kota Surakarta Bagian Tengah. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh jumlah total pengeluaran biaya operasional dan pemeliharaan untuk IPAL Timur sebesar Rp. 27.840.000,-, sedangkan untuk IPAL Barat sebesar Rp. 14.590.000,- Oleh karena jumlah sambungan rumah (SR) yang terlayani untuk IPAL Timur adalah sebanyak 9434, maka biaya operasional dan pemeliharaan yang dikenakan untuk masing-masing SR adalah sebesar Rp. 3000,- perbulan dan sambungan rumah untuk IPAL Barat adalah sebanyak 5437, maka besarnya biaya operasional dan pemeliharaan masing – masing SR sebesar Rp. 2700,-,- perbulan

**12. Rencana Anggaran Biaya**

Anggaran biaya yang direncanakan adalah:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **IPAL** | **Jumlah KK** | **Biaya** |
| I (Timur) | 9434 | Rp.6.795.726.224 |
| II (Barat) | 5437 | Rp.1.769.563.109 |

Sehingga total biaya pembangunan IPAL untuk melayani Kota Surakarta Bagian Tengah sebesar Rp. 8.565.289.333,00.

**KESIMPULAN DAN SARAN**

**Kesimpulan**

Dalam desain instalasi pengolahan air limbah domestik dengan sistem IFAS (*Integrated Fixed Film Activated* Sludge) di Kota Surakarta Bagian Tengan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari daerah pelayanan yang direncanakan yaitu untuk wilayah Kota Surakarta Bagian Tengah yaitu 3 (tiga) Kecamatan yang terdiri dari 11 (sebelas) Kelurahan dengan jumlah penduduk mencapai 108.501 jiwa, pelayanan pengolahan air limbah dibagi menjadi dua sistem, yaitu Bagian Barat dan Timur. Untuk IPAL Timur menghasilkan debit air limbah yaitu 77,2 liter/detik dan untuk wilayah Barat menghasilkan debit air limbah sebesar 25,2 liter/detik.
2. Dalam pengolahan air limbah domestik unit pengolahan yang digunakan terdiri dari : screening, grit chamber, bak ekualisasi, clarifier, chlorinasi,. untuk pengolahan biologi yang memakai sistem IFAS menggunakan media pelakat berupa bioballs dan suplai oksigennya menggunakan submersible aerator.
3. Total rencana anggaran biaya untuk IPAL Timur mencapai **±** Rp. 6.795.726.224,00, sedangkan untuk IPAL Barat rencana anggaram biaya nya mencapai 1.769.563.109,00. Sedangkan biaya operasional dan pemeliharaannya untuk IPAL Timur Rp 27.840.000,00 per bulan dan setiap KK dibebani biaya sebesar Rp 3.000,00, untuk IPAL Barat biaya operasional dan pemeliharaannya sebesar Rp 14.590.000,00 per bulan dan setiap KK dibebani biaya sebesar Rp 2.700,00.

**Saran**

Saran yang dapat diberikan dalam desain instalasi pengolahan air limbah domestik dengan sistem IFAS (*Integrated Fixed Film Activated Sludge*) adalah sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan sosialisasi secara berkala ke masyarakat untuk menghimpun peran serta dan dukungan masyarakat lebih banyak terhadap pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik. Hal ini juga dibutuhkan terutama dalam hal pemeliharaan dan operasional pengolahan air limbah domestik di kawasan pemukiman masyarakat.
2. Perlu pemeliharaan rutin dan berkala pada peralatan mekanikal IPAL, hal ini sangat penting dilakukan sesuai dengan ketentuan pabrik guna menjamin umur teknis dan kualitas pengolahan IPAL, agar kualitas efluen yang dibuang ke badan air tidak merusak kualitas badan air dan sanitasi daerah pelayanan menjadi lebih baik.
3. Dilakukan pengelolaan dan pemantauan secara rutin yang dilakukan secara langsung oleh PDAM Kota Surakarta sebagai naungan pengelola baik air bersih maupun air limbah domestik masyarakat Kota Surakarta.
4. Mengenai perencanaan biaya yang cukup besar, maka untuk masalah pembiayaan pembangunan, perlu adanya koordinasi ataupun musyawarah antara pemerintah dan masyarakat setempat sehingga menghasilkan kesepakatan mengenai besarnya biaya yang harus dibayar masyarakat.

**DAFTAR PUSTAKA**

Babbit, Harold E. 1968. *Sewerage Of Wastewater.* John Willey & Sons, Inc. New York

Basak, NN. 2003. *Environmental Engineering*. Tata Mc Graw Hill : New Delhi

Benefield, D Larry and Randall, Clifford W. 1980. *Biological Process Design For Wastewater Treatment*. Prentice-hall,Inc : Englewood Cliffs,N.J

Crites, Tchobanoglous. 2003. *Small and Decentralized Wastewater Management System.* McGraw-Hill. Singapore

Darmasetiawan,Martin. 2004. *Sarana Sanitasi Perkotaan*. Ekamitra Engineering : Jakarta

Departemen Pekerjaan Umum. 2004. *Tatacara Perencanaan dan Pemasangan Tangki Biofilter Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga Dengan Tangki Biofilter*. Bandung

Departemen Pekerjaan Umum. 2008. *Review Desain Ipal Semanggi Kota Surakarta.* Satker Pengembangan Kinerja Pengelolaan PLP. Jawa Tengah

Eckenfelder, W Wesley Jr. 2000. *Industrial Water Pollution Control*. The McGraw Hill Companies. Singapore

Hardjosuprapto, Moh. Masduki (MODUTO). 2000. *Penyaluran Air Buangan (PAB) Volume II.* ITB. Bandung

Hindarko. 2003. *Mengolah Air Limbah Supaya Tidak Mencemari Orang Lain*. PT Esha: Jakarta

Insani. Iedayu K. 2008. *Laporan Tugas Akhir : Perancangan Sistem Penyaluran dan Bangunan Pengolahan Air Buangan Domestik Kelurahan Cipulir, Jakarta Selatan.* Teknik Lingkungan UNDIP. Semarang

Leslie and Lim. 1980. *Biological Wastewater Treatment*. Marcel Dekker, Inc : New York

Metcalf & Eddy. 2003. *Wastewater Engineering : Treatment and Reuse*. McGraw Hill: New York

Nugroho, Arief. 2009. *Laporan Tugas Akhir: Detail Engineering Desain (DED) Sistem Penyaluran Air Buangan Dan Instalasi Pengolahan Air Buangan Perumahan Sedesrhana Hunian (RSH) Taman Sentosa Desa Ngargorejo. Kecamatan Ngemplak, Kabupaten Boyolali.* Teknik Lingkungan UNDIP. Semarang

Peavy, H.S., D.R. Rowe, G. Tchobanoglous. 1985. *Environmental Engineering*. Mc Graw-Hill, Inc : Singapore.

Pedoman Pengelolaan Air Limbah Perkotaan. 2003. *Pedoman Pengelolaan Air Limbah Domestik Perkotaan*. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Cipta Karya: Jakarta

Qasim, Syed R. 1985. *Wastewater Treatment Plant (Planning, Design, and Operation)*. CBS College Publishing. USA

Reynolds, T.D. 1982. *Unit Operations In Enviromental Engineering*. Texas A & M Univercity; B/C Engineering Division Boston, Massacusetts.

Said, Nusa. 20

Sandi, Hikmat. 2006. *Laporan Tugas Akhir : Evaluasi dan Optimalisasi Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Kota Surakarta*. Teknik Lingkungan UNDIP: Semarang

SK, Sidharta. 1997. *Rekayasa Lingkungan*. Gunadharma : Jakarta

Sugiharto. 1987. *Dasar – dasar Pengelolaan Air Limbah.* UI Press. Jakarta

Tchobanoglous, G and F.L Burton. 1991, *Wastewater Engineering. Treatment, Disposal, Reuse, 3rd edition.* McGraw-Hill, NewYork

Wulanarum, Rina. 2008. *Laporan Tugas Akhir : Perancangan Sistem Penyaluran dan Bangunan Pengolahan Air Buangan Domestik Kelurahan Rejowinangun Selatan Kecamatan Magelang Selatan.* Teknik Lingkungan UNDIP. Semarang

<http://www.en.wikipedia.org/wiki/greywater> , viewed 10 Februari 2010

<http://www.brentwood> process.com/IFAS\_main.html, viewed 10 Februari 2010

<http://www.radarbanten.com> /harga kaporit, viewed 15 Mei 2010