

PERENCANAAN TEKNIS SISTEM PENYALURAN DAN PENGOLAHAN AIR BUANGAN DOMESTIK

(Studi Kasus : Kelurahan Bojongsalaman Kecamatan Semarang Barat Kota Semarang)

Setya Widiana, Irawan Wisnu Wardana, Dwi siwi Handayani

Jurusan T.Lingkungan FT.UNDIP, Jl.Prof H. Soedarto, S.H Tembalang-Semarang

Email: enveng@undip.ac.id

2012

ABSTRAK

Kelurahan Bojongsalaman merupakan Kelurahan yang berada pada kawasan perencanaan sistem penyaluran air buangan dengan jangka menengah atau program mendesak. Hal ini dikarenakan masih banyaknya genangan air pada kawasan tersebut yang dapat mengganggu aktifitas masyarakat. Oleh karena itu diperlukan sistem penyaluran air buangan yaitu sistem penyaluran air buangan domestik yang dilakukan melalui jaringan pipa dari saptic tank ke bangunan pengolahan (small bore sewer). Untuk pengolahan air buangan domestik digunakan sumur pengumpul dengan dilengkapi pompa, bak pengendap awal, bak stabilisasi dan bak pengumpul. Diharapkan dengan adanya sistem penyaluran dan pengolahan air buangan domestik di Kelurahan Bojongsalaman dapat mengurangi permasalahan sanitasi yang ada dan dapat mewujudkan kawasan yang sehat, nyaman, dan layak huni.

KATA KUNCI : Bojongsalaman, *small bore sewer*

Abstract

Bojongsalaman urban village located on the sewerage system planning with mid-term or urgent program. This is because there are many puddles of water on the area that can interfere with activities of the community. Therefore we need a sewerage system that the domestic sewerage system carried by pipeline from the tank to the building saptic processing (small bore sewer). For domestic wastewater treatment used sump wells equipped with pumps, initial sedimentation pond, stabilization pond, and collector pond. It is expected that delivery system and treatment of domestic waste water in the Bojongsalaman can reduce sanitation problems and the region can realize a healthy, comfortable and liveable.

Keyword : Bojongsalaman, *small bore sewer*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Air limbah domestik adalah air yang telah digunakan oleh masyarakat yang mengandung tambahan material – material organik maupun anorganik yang berasal dari air bekas memasak, mandi, cuci dan kakus. Air limbah domestik di bagi menjadi dua yaitu *greywater* dan *blackwater*. Di Indonesia sebagian besar penyaluran *greywater* dan *blackwater* telah terpisah akan tetapi pengolahannya kurang tepat. Penyaluran

greywater dilakukan bersama dengan penyaluran drainase yang dilakukan dalam satu pipa dan penyaluran *blackwater* dilakukan secara *onsite* menggunakan *saptic tank*. Hal ini dapat menyebabkan pencemaran di badan air tempat bermuaranya saluran drainase dan menurunkan tingkat kesehatan masyarakat.

Dipilihnya Kelurahan Bojong Salaman sebagai lokasi perencanaan karena lokasi

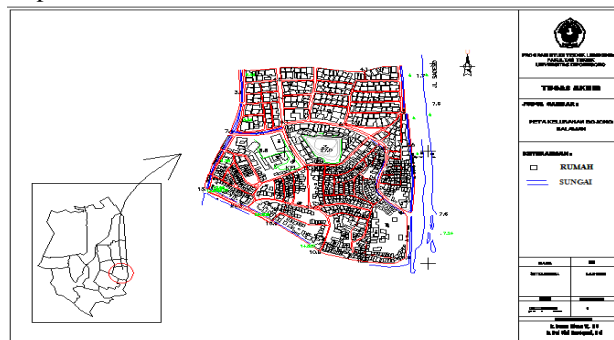
Kelurahan Bojong Salaman berbatasan langsung dengan sungai Banjir Kanal Barat, sehingga pada situasi tertentu di sebagian wilayah Bojong Salaman terjadi genangan air. Selain itu sistem penyaluran air buangan *greywater* menjadi satu dengan sistem drainase yang dapat melibulkan penyumbatan dan air buangan *blackwater* ditangani dengan menggunakan jasa penguras WC. sehingga perencanaan penyaluran air buangan ini dapat.

Kelurahan Bojong Salaman memiliki luas wilayah 50 Ha . Dengan jumlah penduduk 9239 jiwa , laki laki sebanyak 4449 jiwa dan wanita sebanyak 4790 jiwa (Data Monografi Kelurahan Bojongsalaman, 2011). Dengan demikian kepadatan penduduk di Kelurahan Bojong Salaman dalam kategori sedang yaitu sekitar 184 jiwa/ha. Berdasarkan jumlah penduduk yang cukup besar ini maka diperkirakan debit air buangan domestik yang di buang juga semakin besar. Perda Kota Semarang Nomor 14 tahun 2011 pada pasal 44 di sebutkan

bahwa sistem pembuangan rumah tangga air limbah rumah tangga komunal diarahkan pada kawasan perumahan kepadatan tinggi di seluruh kecamatan.

Tujuan

1. Gambaran umum wilayah perencanaan.
2. Eksisting sistem penyaluran dan pengolahan air buangan di wilayah perencanaan
3. Sistem penyaluran dan pengolahan yang tepat untuk di terapkan pada wilayah perencanaan
4. Rencana Anggaran Biaya untuk membangun sistem penyaluran dan pengolahan air buangan, mulai dari sistem perpipaan, bangunan pelengkap dan operasional pemeliharaan.



Gambar 3.1
Peta Kelurahan Bojong Salaman
Sumber : Bappeda, 2012

METODOLOGI

1. Teknik Pengambilan Data

Teknik pengambilan data dilakukan dengan menguji karakteristik air buangan di kelurahan Bojongsalaman dan melakukan penyebaran angket yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik eksisting wilayah perencanaan baik dalam segi fisik bumi, karakteristik masyarakat dan kependudukan.

2. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan data dari hasil pengambilan data baik data primer maupun data sekunder. Hal ini bertujuan untuk mempermudah dalam analisis data.

3. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data menganalisis data yang telah terkumpul digunakan untuk perhitungan apasa saja data – data yang telah didapatkan dengan menggunakan software-software yang telah tersedia.

GAMBARAN UMUM LOKASI PERENCANAAN

Kelurahan Bojongsalaman terletak pada Kecamatan Semarang Barat Kota Semarang. Kelurahan Bojongsalaman secara administratif terdiri dari 57 Rukun Tetangga (RT) dan 9 Rukun Warga (RW). Luas lahan Kelurahan Bojongsalaman adalah 50 Ha. Kelurahan Bojongsalaman merupakan wilayah dataran rendah dan sebagian besar peruntukannya adalah untuk perumahan padat penduduk. Kelurahan Bojongsalaman berbatasan dengan :

- Sebelah Utara : Kelurahan Cabean
- Sebelah Selatan : Kelurahan Bongsari
- Sebelah Barat : Kelurahan Salaman Mulyo
- Sebelah Timur : Sungai Banjir Kanal Barat

Kondisi topografi Kelurahan Bojongsalaman termasuk daerah dataran rendah

dengan ketinggian tanah dari permukaan laut adalah 0 - 20 m diatas permukaan laut (Data Monografi Kelurahan Bojongsalaman, 2011). Kelurahan Bojongsalaman termasuk wilayah Kota Semarang yang berupa dataran rendah. Pada dataran rendah berupa endapan aluvial sungai, endapan fasies dataran delta, dan endapan fasies pasang-surut

Berdasarkan Data Monografi Tahun 2011 Jumlah penduduk Kelurahan Bojongsalaman adalah 9.239 orang dengan rincian jumlah penduduk berjenis kelamin laki – laki berjumlah 4.449 orang dan penduduk dengan jenis kelamin perempuan berjumlah 4.790 orang. Jumlah Kepala Keluarga di Kelurahan Bojongsalaman adalah 2.211 KK. Kepadatan penduduk di Kelurahan Bojongsalaman adalah 184 jiwa/Ha.

Sistem pengolahan air limbah yang ada di Kelurahan Bojongsalaman hampir sepenuhnya menerapkan sistem *on-site* dimana tiap rumah atau bangunan memiliki sarana pengolahan sendiri dalam bentuk *saptic tank*. Kondisi *saptic tank* di Kelurahan Bojongsalaman sebagian besar tergolong memenuhi persyaratan kesehatan untuk daerah Kelurahan Bojongsalaman bagian barat dan selatan sedangkan kondisi *saptic tank* di Kelurahan Bojongsalaman bagian timur contohnya pada sebagian RW 06 kurang memadai yaitu sistem *saptic tank* digunakan oleh terlalu banyak orang, dan sering sekali terjadi genangan air.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Eksisting Sarana Penyaluran Air Buangan

Sarana penyaluran air buangan non kloset seperti air bekas cucian, mandi dan masak di Kelurahan Bojongsalaman masih menggunakan saluran drainase untuk menyalurkan air ke badan air penerima. Saat ini Kelurahan Bojongsalaman belum memiliki sistem pengelolaan air limbah secara terpusat (*off-site*) atau sistem *sewerage* . Secara umum pengelolaan air limbah di Kelurahan Bojongsalaman adalah sebagai berikut :

- Air limbah yang berasal dari toilet langsung di alirkan menuju *septic tank*.
- Air limpanya diresapkan ke dalam tanah atau di buang ke saluran umum.

Membuang air limbah ke saluran drainase seharusnya tidak di lakukan karena jika air limbah dibuang melalui saluran drainase langsung ke badan sungai tanpa pengolahan terlebih dahulu, air

bekas pemakaian yang telah tercemar oleh bahan – bahan yang di pakainya baik bersifat fisik, kimiawi dan biologis dapat menyebabkan pencemaran air sungai.

Sistem pengolahan air limbah di Kelurahan Bojongsalaman hampir seluruhnya menggunakan *on-site* dimana pada setiap rumah atau bangunan memiliki sarana pengolahan sendiri dalam bentuk *saptic tank*. Pada sistem *on-site* Kelurahan Bojongsalaman sebagian besar menggunakan *saptic tank* dan untuk pemeliharanya Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Semarang dan beberapa pihak swasta menyediakan truk penyedot tinja yang nantinya akan di buang ke IPLT yang terletak di Jalan Kaligawe. Fungsi IPLT (Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja) menjadi sangat penting sebagai sarana pengelolaan lumpur tinja. Penggunaan IPLT menjadi sangat penting dalam perencanaan sistem *off-site* di Kelurahan Bojongsalaman.

Analisis Pemilihan Sistem Penyaluran Air Buangan

Pemilihan sistem penyaluran air limbah di Kelurahan Bojongsalaman sangat di pertimbangkan oleh kondisi dan situasi fisik lingkungan dan pendanaan, dengan karakteristik sebagai berikut :

- Permukaan tanah relatif datar dengan kemiringan 2 – 5 %
- Jenis tanah termasuk kedalam tanah dengan permeabilitas yang rendah
- Kepadatan penduduk tinggi yaitu 184 jiwa/Ha
- Tingkat pendapatan penduduk menengah sekitar Rp. 1.200.00,00 – Rp 2.000.000,00

Eksisting sistem penyaluran air buangan yang ada di Kelurahan Bojongsalaman adalah :

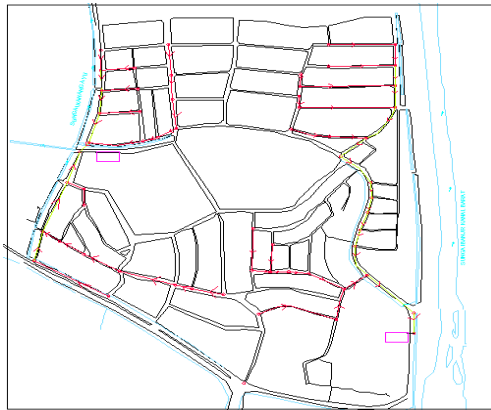
- Saluran air limbah masih tercampur dengan saluran drainase.
- Belum adanya bangunan pengolah air limbah domestik.

Dengan menggunakan analisis kuantitatif dari metode AHP (Analytic Hierarchy Process) dengan perolehan hasil perhitungan dengan matrik *pairwise* di dapatkan sistem *small bore sewer* sebagai sistem penyaluran air buangan yang tepat di aplikasikan pada wilayah Kelurahan Bojongsalaman.

Analisis Pemilihan Alternatif Jalur Penyaluran Air Buangan

Penyaluran air buangan diusahakan melewati jalur sependek mungkin dan waktu alir

yang sesingkat mungkin untuk menghindari pencemaran lingkungan oleh air buangan yang di salurkan. Diusulkan dua alternatif jalur yang paling memenuhi kriteria.



Gambar 5.5

Jalur Penyaluran Air Buangan Alternatif 1

Sumber : Hasil Analisis,2012



Gambar 5.6

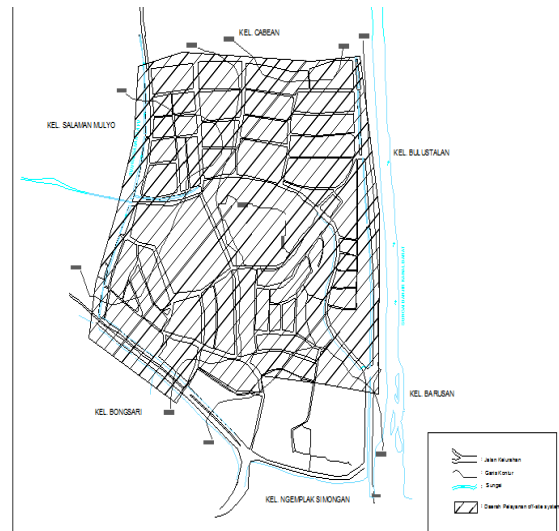
Jalur Penyaluran Air Buangan Alternatif 2

Sumber : Hasil Analisis,2012

Pelilihan alternatif dengan pertimbangan aspek teknis dan ekonomis dilakukan dengan *Goals Achievement Method*, yaitu dengan menggunakan faktor – faktor yang bernilai kuantitatif sehingga bisa di bandingkan secara komprehensif dan eksplisit. Didapatkan alternatif 1 yang menjadi jalur terpilih sebagai jalur penyaluran air buangan Kelurahan Bojongsalaman.

Perhitungan Sistem Penyaluran Air Buangan

Sistem yang akan digunakan adalah *small bore sewer*, dengan menggunakan sistem gravitasi dilayani, topografi, efisiensi penggunaan dan ketersediaan lahan dan sebagainya, maka sistem



Gambar 5.7

Peta Daerah Pelayanan PAB

Sumber : Hasil Analisis,2012

penyaluran air buangan domestik di Kelurahan Bojongsalaman dibuat dua zona pelayanan yang Masing - masing dilengkapi Bangunan Pengolah Air Limbah.

Perhitungan Perencanaan Sistem PAB Metode 1

Kuantitas air buangan dapat ditentukan dengan menentukan kepadatan penduduk dalam satu blok pelayanan dengan tipe pemukiman. Jumlah Penduduk Terlayani= Luas area x Intensitas kepadatan penduduk

$$= 3,2 \text{ Ha} \times 40 \text{ org/Ha} \\ = 128 \text{ orang}$$

Debit rata-rata adalah 380 L/capita/hari

$$\text{Debit terlayani} = (\text{Jumlah penduduk terlayani} \times \text{Debit rata-rata}) / 1000$$

$$= (128 \text{ orang} \times 380$$

$$\text{L/capita/hari}) / 1000$$

$$= 48,6 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$Q \text{ peak} \\ \times \text{faktor peak} = Q \text{ rata –rata kumulatif}$$

$$= 0,00056 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3,5$$

$$= 0,002 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q \text{ infiltrasi} \\ \times \text{Kumulatif area} = \text{Faktor puncak infiltrasi}$$

$$= 14 \text{ m}^3/\text{ha/hari} \times 3,2 \text{ ha}$$

$$= 44,8 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$Q \text{ Total} = Q_{\text{infiltrasi}} + Q \text{ peak}$$

$$= 44,8 \text{ m}^3/\text{hari} + 170,24$$

$$\text{m}^3/\text{har}$$

$$= 215,04 \text{ m}^3/\text{hari} = 0,0025$$

$$\text{m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{\text{full}} = Q_{\text{total}} : (Q/Q_f)$$

$$= 0,0025 \text{ m}^3/\text{detik} : 0,67$$

$$= 0,0037 \text{ m}^3/\text{det}$$

Menghitung nilai Φ dengan rumus :

$$\Phi = 1 - 2(d/D) = 1 - 2(0,6) = -0,2$$

Menghitung perbandingan luas saluran pada aliran peak dengan aliran penuh

$$A/Af = 1/\pi \cos^{-1}\Phi - 1/\pi \Phi \sqrt{1 - \Phi^2}$$

$$A/Af = 1/3,14 \cos^{-1}(-0,2) - 1/3,14(-0,2) - \sqrt{1 - (-0,2)^2} = 0,6268$$

Menghitung luas penampang saluran pada kondisi peak

$$A = A/Af \times \text{luas} = A/Af \times \pi \times d^2/4$$

$$A = 0,6268 \times (1/4 \times 3,14 \times (0,075)^2) = 0,0028 \text{ m}^2$$

Menghitung perbandingan keliling basah pada aliran peak dengan aliran penuh (P/Pf)

$$P/Pf = 1/\pi \cos^{-1}\Phi$$

$$= 1/\pi \cos^{-1}(-0,2) = 0,5644$$

Menghitung keliling basah pada aliran peak (P)

$$P = P/Pf \times \text{keliling} = P/Pf \times (\pi \times D)$$

$$= 0,5644 \times (3,14 \times 0,075) = 0,133 \text{ m}$$

Menghitung perbandingan jari – jari saluran pada aliran peak dengan aliran penuh

$$R/Rf = A/Af \times (P/Pf)^{-1}$$

$$= 0,6268 \times (0,5644)^{-1} = 1,11$$

Menghitung kecepatan aliran pada kondisi aliran puncak

$$V = 1/n R^{2/3} S^{1/2} = 1/n (A/P)^{2/3} S^{1/2}$$

$$= 1/0,013 (0,0111/0,133)^{2/3} (0,021)^{1/2} = 0,851 \text{ m/det (OK)}$$

Perhitungan Perencanaan Sistem PAB Metode 2

Q rumah tinggal = jumlah penduduk x kebutuhan air bersih/org/hr

$$= 50 \text{ orang} \times 100 \text{ l/org/hr}$$

$$= 5000 \text{ l/hr} = 0,0579 \text{ l/det}$$

Qnon rumah tinggal= 0 l/det (tidak ada sarana non-rumah tinggal yang dilalui)

Qtotal = Q rumah tinggal + Qnon-rumah tinggal

$$= 0,0579 \text{ l/det} + 0 \text{ l/det} = 0,0579 \text{ l/det}$$

Debit air limbah (Q_{ab})= 0,8 x q_{am}

$$= (0,8 \times 0,0579 \text{ l/det})$$

$$= 0,04632 \text{ l/det}$$

Debit satuan rata – rata air buangan (qr ab)

$$= (0,8 \times 100)/86,4$$

$$= 0,926 \text{ l/det.1000}$$

Debit rata – rata air buangan (Qr)= p x qr ab

$$= (50 \times 0,926)/1000 = 0,0463 \text{ l/det}$$

q_{md} = F_{md} x qr ab, dengan:

F_{md} = faktor hari maksimum diambil 1,25

qr ab = debit air buangan rata - rata

$$q_{md} = 1,25 \times 0,926 \text{ l/det}$$

$$= 1,157 \text{ l/det}$$

Q_{md} = Q_r x 1,25

$$= 0,0463 \text{ l/det} \times 1,25 = 0,0578 \text{ l/det}$$

Q infiltrasi = (f_r x Q_r)+(panjang pipa x q_{inf})

$$= (0,2 \times 0,0463 \text{ l/det}) + (0,026 \text{ km} \times 2 \text{ l/dt/km})$$

$$= 0,0613 \text{ l/det}$$

$$Q_{pp} = 5 \times \text{jumlah penduduk kelurahan}^{1/2} \times q_{md}$$

$$= 5 \times (5/1000)^{1/2} \times 1,157 \text{ l/det}$$

$$= 0,41 \text{ l/det}$$

Debit puncak air buangan pada pipa servis :

$$Q_{ps} = 0,7 \times \text{jumlah rumah} \times Q_{prata-rata}$$

$$= 0,7 \times 10 \text{ buah} \times 0,41 \text{ l/det}$$

$$= 2,87 \text{ l/det}$$

$$\text{Faktor puncak} = \{2,25 + (15 \times 10^6)/p^{1,414}\}^{1/6}$$

$$= \{2,25 + (15 \times 10^6)/50^{1,414}\}^{1/6}$$

$$= 6,24$$

$$\text{Debit puncak musim kering (Qpk)} = fp \times Q_{md}$$

$$= 6,24 \times 0,0578 \text{ l/det} = 0,36 \text{ l/det}$$

$$\text{Debit puncak musim hujan (Qpb)} = Q_{pk} + Q_{inf}$$

$$= 0,36 \text{ l/det} + 0,0613 \text{ l/det} = 0,422 \text{ l/det}$$

Perhitungan Self Cleaning Velocity

- Panjang pipa = 260 m
- Q_{pb} = 0,422 l/det = 0,00042 m³/dtk
- Perkiraan awal nilai d/D sebesar = 0,60
- Menentukan besarnya Q_{peak}/Q_{full} dari nilai d/D

Berdasarkan tabel 1 lampiran A, untuk nilai d/D sebesar 0,60 didapat nilai perbandingan Q_{peak}/Q_{full} sebesar 0,6718

- Menghitung nilai Q_{full}

$$Q_{full} = Q_{pb} : (Q_{peak}/Q_{full})$$

$$= 0,00042 \text{ m}^3/\text{dtk} : (0,6718)$$

$$= 0,00063 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

- Menentukan nilai koefisien manning untuk jenis pipa PVC yaitu

$$n = 0,0150$$

- Menentukan nilai Φ dengan rumus(Tchobanoglous,1981:57) :

$$\Phi = 1 - 2(d/D)$$

$$= 1 - 2(0,6) = -0,2$$

- Menentukan perbandingan keliling basah pada aliran peak dengan aliran penuh dengan rumus :

$$P/Pf = 1/\pi \cos^{-1}\Phi$$

$$= 1/3,14 \cos^{-1}(-0,2) = 0,5644$$

- Menentukan keliling basah pada aliran peak

$$P = P/Pf \times \text{keliling} = P/Pf \times (\pi \times D)$$

$$= 0,5644 \times (3,14 \times 0,15)$$

$$= 0,264 \text{ m}$$

- Menentukan BOD efektif atau ultimate (EBOD)

$$EBOD = BOD_5 \times (1,07)^{T-20}$$

$$= (0,04 \times 10^6/(Kr)) \times (1,07)^{T-20}$$

$$= (0,04 \times 10^6/(80)) \times (1,07)^{27-20}$$

$$= 802,9$$

- Menentukan nilai slope

$$S_{H_2S} = \left[\frac{Px3xEBOD}{Z \times (2,11)^{1/3}} \right]^2$$

$$= \left[\frac{0,264 \times 3 \times 802,9}{7500 \times (2,11)^{1/3}} \right]^2 = 0,067 \text{ m/m}$$

$$S \text{ end} = 0,0191 \times \left[\frac{\sigma c}{\{(Rm/D) \times Qpb^{3/8}\}} \right]^{16/13}$$

$$= 0,0191 \times \left[\frac{0,33}{(1,11) \times (2,11)^{3/8}} \right]^{16/13}$$

$$= 0,0023 \text{ m/m}$$

Perhitungan Tinggi Galian Pipa

| | |
|-------------------------------|------------------------|
| D | = 150 mm |
| Lpipa | = 260 m |
| V | = 0,6204 m/dtk |
| Slope | = 0,067 |
| Elevasi muka tanah awal | = + 20,000 m |
| Elevasi muka tanah akhir | = + 19,850 m |
| Slope tanah awal-akhir)/Lpipa | = (20,000 – 19,850)/ |
| 236,5 | = 0,0006 |
| Elevasi pipa awal | = + 19,400 m |
| ΔH | = slope x panjang pipa |

$$= 0,0006 \times 236,5 = 1,419 \text{ m}$$

Elevasi pipa akhir = elevasi pipa awal - ΔH = 19,400 – 1,419 = + 17,9810 m

Tinggi galian akhir – elevasi pipa akhir = elevasi muka tanah = 19,85 – 17,98 = 1,86 m

Analisis Pemilihan Lokasi Bangunan Pengolahan Air Buangan

Berikut merupakan pedoman pemilihan rencana lokasi pembangunan sarana IPAB menurut Darmasetiawan (2003) :

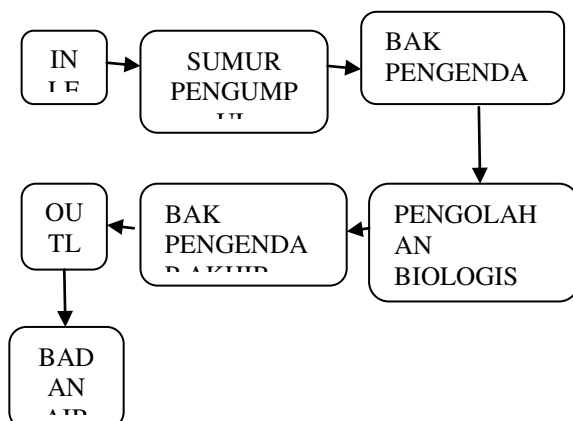
1. Ketersediaan lahan, daerah bebas banjir, gempa dan longsor
2. Rencana lokasi IPAB harus mempunyai jarak yang dekat dengan badan air penerima
3. Rencana lokasi IPAB jauh dari pemukiman, minimal pada radius 2 Km.
4. Rencana lokasi IPAB haruslah merupakan daerah yang karakteristik tanahnya relatif bersifat kedap air.

Karakteristik Air Buangan Domestik

| Parameter | Satuan | Hasil Analisis | Baku Mutu Perda Jateng No.5 Tahun 2012 | Baku Mutu KepMenLH No.112 Tahun 2003 |
|------------------|--------|----------------|--|--------------------------------------|
| BOD 20°C, 5 hari | mg/l | 208,33 | 100 | 100 |
| TSS | mg/l | 129,30 | 100 | 100 |
| Ph | mg/l | 7,12 | 6,0-9,0 | 6,0-9,0 |
| Minyak dan Lemak | mg/l | 22 | 10 | 10 |

Sumber : Laboratorium BPIK , 2012

Dalam penentuan perencanaan unit bangunan pengolah air limbah domestik, kualitas effluen air hasil pengolahan mengacu pada standar baku mutu air limbah Perda Jateng No.5 Tahun 2012. Dipilihnya Perda Jateng selain karena peraturan regional yang lebih ketat juga karena peraturan ini yang paling terbaru. Dengan parameter yang telah ditentukan diatas maka pengolahan yang dapat di ajukan adalah



GAMBAR 5.8

BAGAN ALIR PROSES PENGOLAHAN AIR BUANGAN

Sumber : Analisa Penulis,2012

Analisis Pemilihan Teknologi Bangunan Pengolah Air Buangan

Pada perencanaan ini terdapat tiga alternatif bangunan pengolahan yang dipilih yang telah disesuaikan dengan karakteristik air buangan dan kondisi fisik wilayah perencanaan. Pengolahan air buangan yang cocok diterapkan untuk negara berkembang menurut Ducan Mara (2003) adalah *Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB)*, *Tangki Septik Upflow Filter (TSUF)*, *Stabilization Pond*. Hasil-hasil dari metode AHP di atas dapat digunakan oleh Perancang sebagai bahan

pertimbangan dalam pengambilan keputusan. Berdasarkan hasil di atas, Perancang akan lebih memilih teknologi *Stabilization Pond* (SP) dibandingkan dua pilihan alternatif lainnya (UASB dan TSUF). Sehingga, rencana pembangunan BPAB dapat terlaksana dengan baik dan bermanfaat bagi Kelurahan Bojongsalaman.

Sumur Pengumpul

Sumur pengumpul berfungsi sebagai tempat untuk menampung air buangan domestik sementara dari sambungan rumah, agar fluktuasi debit dapat di minimalisir.

Diketahui :

$$Q \text{ full} = 0,049 \text{ m}^3/\text{det} = 4233 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{TSS masuk} = 129,30 \text{ mg/l}$$

$$\text{BOD masuk} = 208,33 \text{ mg/l}$$

$$\text{COD masuk} = 348,51 \text{ mg/l}$$

Waktu tinggal rencana = 10 menit

$$\text{Volume bak (V)} = \frac{10}{1440} \times 4234 \text{ m}^3/\text{hari} = 29,4 \text{ m}^3$$

Dimensi

$$\text{Panjang} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 2,5 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman air efektif} = 4 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi ruang bebas efektif} = 20 \% \text{ kedalaman efektif}$$

$$= 0,2 \times 4$$

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

Cek volume

$$V = P \times L \times T = 3 \times 2,5 \times 4 = 30 \text{ m}^3$$

Bak Pengendap Awal

Bak pengendap awal berfungsi untuk proses penyisihan partikel lumpur, pasir dan kotoran organik tersuspensi sehingga dapat meringankan kinerja dari unit pengolahan berikutnya. Bak pengendap awal direncanakan dibuat satu bak.

$$Q_{\text{rata-rata}} = 635 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Efisiensi BOD} = 25 \%$$

$$\text{BOD}_{\text{masuk}} = 208,33 \text{ mg/l}$$

$$\text{BOD}_{\text{keluar}} = 208,33 - (0,25 \times 208,33)$$

$$= 156,25 \text{ mg/l}$$

$$\text{Efisiensi SS} = 50 \%$$

$$\text{TSS masuk} = 129,30$$

$$\text{TSS keluar} = 129,30 - (0,5 \times 129,30)$$

$$= 64,65 \text{ mg/l}$$

$$\text{Waktu tinggal rencana} = 2 \text{ jam}$$

Perhitungan :

$$\text{Volume Bak (V)} = \frac{2}{24} \times 635 \text{ m}^3/\text{hari} = 52,9 \text{ m}^3$$

Dimensi Bak

$$\text{Panjang} = 3,8 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 3,5 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman air efektif} = 4 \text{ m}$$

$$\text{Freeboard} = 20\% \text{ kedalaman efektif}$$

$$= 0,2 \times 4 \text{ m}$$

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

Cek volume tangki

$$V = P \times L \times T$$

$$= 3,8 \times 3,5 \times 4$$

$$= 53,2 \text{ m}^3$$

Cek beban permukaan dan waktu tinggal

$$\text{Beban Permukaan} = \frac{Q}{A} = \frac{635 \text{ m}^3/\text{hari}}{(3,8 \text{ m} \times 3,5 \text{ m})}$$

$$= 47,74 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$$

Memenuhi 10 – 50

$\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$ (Nusa Said,

2001)

$$\text{Waktu tinggal} = \frac{\text{Volume}}{Q} =$$

$$\frac{53,2 \text{ m}^3 \times 24 \text{ jam} / \text{hari}}{635 \text{ m}^3 / \text{hari}} = 2,01 \text{ Jam}$$

Memenuhi 0,5 – 5 jam (Metcalf Eddy, 2003)

Bak Stabilisasi

Bak Stabilisasi berfungsi untuk penguraian bahan organik secara alami (*natural biodegradasi*) baik aerobik maupun anaerobik selain itu berfungsi untuk penurunan bakteri patogen. Bak Stabilisasi memiliki karakteristik waktu proses yang lama, pemurnian air limbah secara alami dan kualitas bakteriologisnya lebih baik. Proses yang pertama terjadi pada permukaan kolam dan proses anaerobic terjadi di bagian bawah kolam

Kriteria desain :

$$\text{Efisiensi penyisihan BOD} = 75 - 85 \% \text{ (Metcalf Eddy, 2003)}$$

$$\text{Efisiensi penyisihan TSS} = 65 - 95 \% \text{ (Metcalf Eddy, 2003)}$$

$$\text{Efisiensi penyisihan COD} = 80 - 90 \% \text{ (Metcalf Eddy, 2003)}$$

$$\text{Slope dasar} = 1 - 2 \% \text{ (Metcalf Eddy, 2003)}$$

$$\text{Waktu tinggal} = 2 - 10 \text{ jam (Metcalf Eddy, 2003)}$$

$$= 6 - 8 \text{ jam (Nusa Said, 2001)}$$

$$= 7 - 30 \text{ jam (Peavy, 1985)}$$

Diketahui :

$$Q_{\text{rata-rata}} = 635 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Efisiensi BOD} = 75 \%$$

$$\text{BOD}_{\text{masuk}} = 156,25 \text{ mg/l}$$

$$\text{BOD}_{\text{keluar}} = 156,25 - (0,75 \times 156,25)$$

$$= 39,06 \text{ mg/l}$$

$$\text{Efisiensi SS} = 65 \%$$

TSS masuk = 64,65
 TSS keluar = 64,65 - (0,65 x 64,65)
 = 22,63 mg/l
 Waktu tinggal rencana = 7 jam
 Perhitungan :
 Volume Bak (V) = $\frac{7}{24} \times 635 \text{ m}^3/\text{hari}$
 = 185,2 m³
 Dimensi Bak
 Panjang = 10 m
 Lebar = 4,7 m
 Kedalaman air efektif = 4 m
 Freeboard = 20% kedalaman efektif
 = 0,2 x 4 m
 = 0,8 m
 Cek volume tangki
 V = P x L x T
 = 10 x 4,7 x 4 = 188 m³
 Cek beban permukaan dan waktu tinggal
 Waktu tinggal = $\frac{\text{Volume}}{Q}$
 = $\frac{188 \text{ m}^3 \times 24 \text{ jam} / \text{hari}}{635 \text{ m}^3 / \text{hari}}$
 = 7,1 Jam
 Memenuhi 2 - 10 jam (Metcalf Eddy, 2003)

Bak Pengumpul

Bak Pengumpul berfungsi untuk menampung air hasil penolakan instalasi pengolahan air buangan dari bak stabilisasi yang kemudian akan dialirkan ke badan air menuju ke laut untuk di buang.

Kriteria desain :

Beban permukaan (Surface Loading) = 10 - 50 m³/m².hari (Nusa Said, 2001)

Waktu Tinggal = 2 - 5 jam (Nusa Said, 2001)

Diketahui :

Q_{rata-rata} = 635 m³/hari

Waktu tinggal rencana = 4 jam

BOD masuk = 39,06 mg/l

BOD keluar = 39,06 mg/l

TSS masuk = 22,63 mg/l

TSS keluar = 22,63 mg/l

Perhitungan :

Volume Bak (V) = $\frac{4}{24} \times 635 \text{ m}^3/\text{hari} = 105,8 \text{ m}^3$

Dimensi Bak

Panjang = 6 m

Lebar = 4,5 m

Kedalaman air efektif = 4 m

Freeboard = 20 % x kedalaman air efektif
 = 0,2 x 4 m
 = 0,8 m

Cek Volume

V = P x L x T = 6 m x 4,5 m x 4 m
 = 108 m³

Cek Beban permukaan dan waktu tinggal

Beban permukaan = $\frac{Q}{A} = \frac{635 \text{ m}^3/\text{hari}}{(6 \text{ m} \times 4,5 \text{ m})} = 23,5 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari}$

Memenuhi 10 - 50 m³/m².hari (Nusa Said, 2001)

Waktu Tinggal = $\frac{\text{Volume}}{Q} = \frac{108 \text{ m}^3 \times 24 \text{ jam} / \text{hari}}{635 \text{ m}^3 / \text{hari}} =$

4,08 jam

Memenuhi 2 - 5 jam (Nusa Said, 2001)

Analisis Sistem Operasional dan Prosedur

Program pemeliharaan dan pengoperasian pengolahan air limbah terpusat bertujuan untuk memanfaatkan modal investasi yang telah ditanam dalam pembangunan sistem penyaluran air limbah domestik, agar dapat dioperasikan dengan efisien dan kinerja yang optimum.

Kinerja yang optimum dalam suatu sistem pengolahan air limbah terpusat dibutuhkan Standar Operasional dan Prosedur (SOP) sebagai pedoman bagi para pengguna dalam mengoperasikan dan memelihara sistem penyaluran dan pengolahan yang telah terbangun. Terdapat tiga aspek dalam penyusunan Standart Operasional dan pemeliharaan, yaitu :

1. Aspek Teknis
2. Aspek Kelembagaan
3. Aspek Keuangan

Rencana anggaran biaya sistem penyaluran dan bangunan pengolahan air buangan merujuk pada daftar harga satuan dan upah pekerja Kota Semarang Bulan Mei tahun 2012. Biaya pembangunan sistem penyaluran dan bangunan pengolahan air buangan ditanggung oleh pemerintah dan warga setempat. Pemerintah mengeluarkan biaya untuk pembangunan jaringan perpipaan air buangan dan bangunan pengolahannya sedangkan warga di bebani biaya pembuatan sambungan rumah.

Pembulatan total pembaiayaan adalah Rp. 30.250.025.528,60 13.059.865.574,00. Untuk 2.211 KK dibebani biaya sebesar Rp. 13.059.865.574,00 Maka setiap KK membayar biaya sambungan rupa sebesar Rp. 5.906.768,69 Atau di bulatkan menjadi Rp.5.910.000,00.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat di rumuskan dari Studi Perencanaan Sistem Penyaluran dan Pengolahan Kelurahan Bojongsalaman Kecamatan

Semarang Barat Kota Semarang diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Kelurahan Bojongsalaman termasuk dataran rendah dengan ketinggian tanah dengan permukaan laut adalah 0 – 20 m diatas permukaan laut dengan kemiringan lereng sekitar 2-5 %. Jenis tanah berupa latosol coklat tua. Kelurahan Bojongsalaman memiliki jumlah rumah permanen 1.272 buah dan rumah semi permanen 379 buah dengan jumlah penduduk 9.239 orang dan jumlah Kepala Keluarga adalah 2.211 KK.
2. Eksisting sistem penyaluran dan pengolahan air buangan domestik di Kelurahan Bojongsalaman yaitu dengan sistem setempat dengan menggunakan *sapic tank* untuk air buangan domestik yang berasal dari WC, dan saluran drainase lingkungan untuk air buangan domestik yang berasal dari kamar mandi, cuci, dapur.
3. Perancangan sistem penyaluran air buangan domestik dengan sistem terpusat (*off-site system*) sangat cocok diterapkan pada Kelurahan Bojongsalaman. Bangunan pengolahan air buangan domestik yang cocok diterapkan pada Kelurahan Bojongsalaman adalah Bak Stabilisasi dilengkapi dengan Bak pengendap awal dan Bak Pengumpul.
4. Total anggaran biaya yang direncanakan untuk sistem penyaluran dan bangunannya adalah sebesar Rp. 30.250.025.528,60

Saran

Saran yang dapat diberikan untuk perencanaan sistem penyaluran dan pengolahan air buangan domestik di Kelurahan Bojongsalaman adalah :

1. Perlunya kerjasama yang baik antara pemerintah dan masyarakat sekitar untuk bersama – sama memelihara sistem penyaluran dan pengolahan yang akan di bangun nantinya, dengan cara diadakannya sosialisasi cara pengoperasian dan pemeliharaan bangunan pengolahan dan pipa penyaluran sesuai dengan standar operasional dan prosedur.
2. Dengan adanya anggaran biaya yang cukup besar, maka sebaiknya diadakan musyawarah antara pemerintah dan masyarakat sehingga menghasilkan kesepakatan besar biaya yang akan ditanggung oleh masyarakat dan pemerintah.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi. 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Cipta. Yogyakarta.
- Anonim. 2008. *Harga Satuan Pekerjaan Bahan Dan Upah Pekerjaan Konstruksi Propinsi Jawa Tengah*. Pusat Info Bangunan Balai Pengkajian Dan Informasi Konstruksi Dinas Kimtaru. Jawa Tengah.
- Babbitt. 1958. *Sewerage And Sewage Treatment*. John Wiley and Son, Inc Publishers. United State of America.
- Depkimpraswil. 2003. *Pedoman Pengelolaan Air Limbah Perkotaan*. Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah Direktorat Jenderal Tata Perkotaan Dan Tata Perdesasaan. Jakarta.
- Hadi, Sutrisno. 2002. *Metodologi Research*. ANDI. Yogyakarta.
- Hardjosuprpto, Moh. Masduki (MODUTO). 2000. *Penyaluran Air Buangan (PAB) Volume II*. ITB. Bandung.
- Hindarko. 2003. *Mengolah Air Limbah Supaya Tidak Mencecemari Orang Lain*. PT Esha. Jakarta.
- Mara, Ducan. 2003. *Domestic Wastewater Treatment in Developing Countries*. Earthscan. London.
- Metcalf & Eddy. 2003. *Wastewater Engineering : Treatment and Reuse*. McGraw Hill. New York.
- Peavy, Howard etc. 1985. *Environmental Engineering*. McGraw Hill. New York.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2001. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air Republik Indonesia*.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2004. *Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah No.10 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah*.
- Sugiharto. 1987. *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. UI Press. Jakarta.
- Qasim, Syed R. 1985. *Wastewater Treatment Plant (Planning, Design, and Operation)*. CBS College Publishing. USA.