

Perencanaan Pengolahan Air Bersih dan Air Limbah Domestik di Kecamatan Bungah, Gresik

Muhammad Athur Dirgantara dan Adhi Yuniarto

Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: adhy@.its.ac.id

Abstrak— Perencanaan ini berlokasi di Kecamatan Bungah Kabupaten Gresik, tepatnya di Desa Raci Wetan, Desa Sidorejo, dan Desa Melirang. Dalam upaya untuk mencapai akses air minum layak dan sanitasi layak sebesar 100%, maka dilakukan studi perencanaan bangunan pengolahan dan sistem penyaluran air bersih serta perencanaan sistem penyaluran air limbah domestik dan pengolahannya. Hasil perencanaan ini menghasilkan sebuah desain IPAM yang memiliki kapasitas sebesar 4,83 l/detik dan sistem perpipaan untuk penyaluran air bersih yang melayani 6 RW. Total RAB keseluruhan untuk sistem ini ditaksir sekitar Rp 3.927.570.320,18. Sedangkan perencanaan untuk air limbah domestik menghasilkan 12 SPAL beserta unit IPAL yang melayani 13 RW; terdiri dari 2 SPAL menggunakan sistem *smallbore sewer* dengan IPAL berupa ABR-ABF dan 10 SPAL menggunakan sistem *shallow sewer* dengan IPAL berupa ABR. Total RAB perencanaan air limbah keseluruhan ditaksir sekitar Rp 11.121.645.679,60.

Kata Kunci—Air Bersih, Air Limbah Domestik, IPAL, IPAM, Sanitasi.

I. PENDAHULUAN

PERENCANAAN ini berlokasi di Kecamatan Bungah tepatnya di Desa Raci Wetan, Desa Sidorejo, dan Desa Melirang. Berdasarkan data BPS tahun 2016 secara berturut-turut memiliki jumlah penduduk sebesar 1350 jiwa, 1180 jiwa, dan 6055 jiwa dan memiliki luas wilayah secara berturut-turut seluas 4,12 km², 0,31 km², dan 5,36 km².

Berdasarkan keterangan warga dan data dari administrasi desa terkait kondisi sanitasi, diketahui di Raci Wetan air limbah domestik masih belum 100% terolah, ada sekitar 35 rumah yang belum memiliki tangki septik pribadi. Sedangkan di Sidorejo dan di Melirang diketahui warga di wilayah tersebut telah 100% Bebas Buang air Besar Sembarangan (BABS). Namun pengolahan dengan tangki septik hanya khusus mengolah limbah *black water* sedangkan untuk limbah *grey water*-nya belum banyak diperhatikan, sampai saat ini kebiasaan membuang *grey water* ke selokan belum dapat dihilangkan sehingga mencemari drainase yang seharusnya hanya menampung air hujan.

Untuk akses air bersih, di wilayah Raci Wetan sebagian besar sumber air yang dimanfaatkan berupa air payau yang

dipergunakan untuk kegiatan sehari-hari selain konsumsi. Sedangkan konsumsi air selama ini berasal dari air kemas dan air telaga. Namun tidak semua dusun dapat memanfaatkan air telaga, dari dua dusun di desa tersebut diketahui satu dusun tepatnya di Raci Delanyar belum bisa memanfaatkannya karena terbatas oleh jarak. Untuk saat ini dusun Raci Delanyar memanfaatkan satu sumur dangkal sedalam ± 8 m. Namun baik air telaga maupun air sumur tidak diketahui telah mencukupi kebutuhan warga, karena dari pengakuan sebagian besar warga menyatakan kesulitan mendapatkan air. Untuk wilayah Sidorejo diketahui sebagian besar rumah di wilayah tersebut telah memiliki sumur tawar pribadi. Namun dari keterangan warga menjelaskan kondisi air sumur mengandung kapur karena dekat dengan pabrik pembakaran kapur. Permasalahan lainnya yang dihadapi warga jika periode musim kemaraunya lama air sumur menjadi berkurang sehingga harus digali lebih dalam untuk mendapatkan air. Untuk wilayah lainnya di Melirang warga menerangkan hanya sebagian rumah yang terdapat air sumur pribadi, dimana penggunaan satu sumur dimanfaatkan sekitar 10-12 keluarga, dan air sumur tersebut belum mampu untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Sedangkan PDAM di Kabupaten Gresik yang berperan melayani kebutuhan air penduduk sampai saat ini masih belum dapat melayani kawasan di Kecamatan Bungah.

Pada perencanaan air bersih direncanakan air baku berasal dari Sungai Bengawan Solo yang terletak ± 150 m di sebelah selatan Sidorejo. Sedangkan untuk perencanaan pengolahan air limbah diperhatikan juga limbah domestik *grey water* dikarenakan limbah *grey water* menghasilkan konsentrasi sebesar 121-151 mg/l BOD, 121-127 mg/l TSS, 79-700 mg/l COD, dan 6-95 mg/l minyak & lemak dimana belum memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan [1].

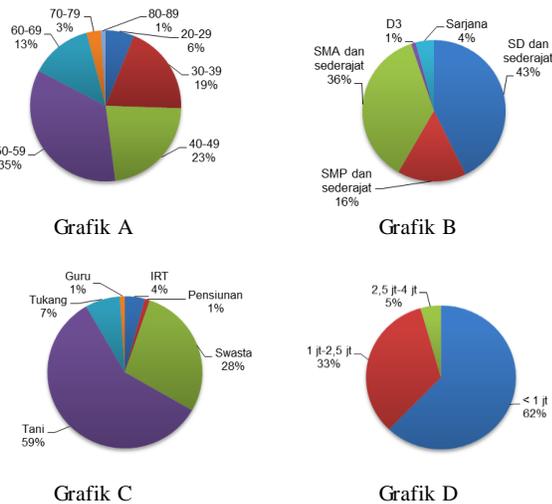
Pengolahan air limbah domestik direncanakan menggunakan ABR (Anaerobic Baffled Reactor) yang dikombinasikan dengan anaerobik biofilter. Keunggulan teknologi tersebut diantaranya, lahan yang dibutuhkan kecil dan unit pengolahan ABR memiliki efisiensi removal sebesar 70-95% BOD, 80-90% TSS, dan 65-90% COD, sedangkan Anaerobik biofilter memiliki efisiensi removal sebesar 50-80% BOD, 50-80% TSS, dan 60-80% COD [2]. Kelemahan ABR masih dihasilkan nutrisi yang tinggi.

II. HASIL PENYEBARAN KUISONER

A. Kondisi Demografi

Berdasarkan hasil kuisoner yang telah disebar ke responden di Raci Wetan, Sidorejo, dan Melirang dapat diketahui kelompok umur, jenjang pendidikan, pekerjaan, dan pendapatan responden.

Pada kelompok umur sebagian besar responden didominasi masyarakat berumur 50-59 tahun yaitu sebanyak 35%, pada kelompok pendidikan sebagian besar responden adalah tamatan SD yaitu sebesar 43%, pada jenis pekerjaan sebagian besar responden berprofesi sebagai petani yaitu sebesar 59%, dan untuk pendapatan sebagian besar masih di bawah 1 juta yaitu sebesar 62%. Persentase secara jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar. 1. Grafik A. Umur, Grafik B. Jenjang pendidikan, Grafik C. Pekerjaan, Grafik D. Pendapatan.

B. Akses Air Bersih

Hasil kuisoner menunjukkan hampir setengah warga yang menjadi responden menyatakan memiliki akses air bersih yaitu sebesar 53% responden. Sedangkan sumber air yang digunakan warga, didapatkan 44% responden menggunakan sumur yang dipompa, 55% responden mengambil air dari suatu lokasi sumber air menggunakan alat angkut seperti gledes dan jerigen, dan 1% sisanya memanfaatkan kedua-duanya baik sumur yang dipompa maupun yang tidak. Namun diketahui dari total responden yang menyatakan tidak memiliki akses air bersih hampir semua berasal dari Raci Wetan, termasuk responden yang menjawab mengambil air dari suatu sumber juga berasal dari desa tersebut. Hal tersebut sesuai dengan survei awal yang pernah dilakukan sebelumnya dimana wilayah Raci Wetan diketahui menghadapi krisis air bersih, sehingga sesuai hasil tersebut wilayah Raci Wetan akan diprioritaskan mendapatkan pelayanan akses air bersih.

C. Kondisi Sanitasi

Hasil kuisoner terkait kondisi sanitasi didapatkan 51%

responden menyatakan mengetahui sanitasi. Namun diperkirakan pengetahuan sanitasi masyarakat sampai saat masih terbatas pada kebersihan lingkungan, sedangkan aspek sanitasi lain yaitu pengelolaan limbah domestik masih asing bagi masyarakat. Dari kuisoner didapatkan ada 79% responden yang menyatakan mengetahui dampak pembuangan limbah domestik langsung ke lingkungan namun sebanyak 66% responden masih membuang limbah *grey water* ke selokan dan 16% responden membuangnya ke lahan kosong sehingga total sebesar 82% responden masih membuang limbah *grey water*-nya langsung ke lingkungan. Untuk sarana sanitasi diketahui 80% responden memiliki WC pribadi dan 75% responden memiliki tangki septik pribadi, namun dari responden yang mengaku memiliki tangki septik pribadi, 92% responden menyatakan belum pernah melakukan pengurusan. Dari jawaban tersebut bisa dipastikan tangki septik dimungkinkan tidak sesuai dengan persyaratan pembangunan yang benar. Hal ini dikuatkan dengan keterangan salah satu warga dari Sidorejo yang menyatakan tangki septik di wilayah tersebut sengaja tidak dibuat kedap, sehingga dapat dikatakan unit pengolah tinja warga bukan berupa tangki septik tapi berupa cubluk yang tetap potensial mencemari. Dari hasil yang didapat disimpulkan limbah domestik di wilayah studi masih belum benar-benar diolah, baik yang berupa *grey water* maupun *black water*.

III. PENYEDIAAN AIR BERSIH

A. Perhitungan Kebutuhan Air

Perencanaan penyediaan air ini dilakukan pada tahun 2020 dengan prioritas pelayanan di Raci Wetan. Kebutuhan air direncanakan sebesar 60 l/org.hari sesuai Standar Pelayanan Minimum (SPM), sedangkan kebutuhan untuk acuan hidran umum sebesar 30 l/org.hari dengan 1 HU melayani 200 penduduk sesuai dengan standar PU. Untuk kebutuhan air fasilitas umum direncanakan terdiri atas, fasilitas pendidikan digunakan 15 l/siswa.hari, fasilitas peribadatan digunakan 1 m³/unit.hari, fasilitas kesehatan digunakan 1 m³/unit.hari, dan industri digunakan 0,25 l/det.ha. Persyaratan perencanaan lainnya yang diperlukan diantaranya, kehilangan air direncanakan sebesar 30%, faktor hari maksimum sebesar 1,63 [3], dan faktor jam puncak digunakan 1,2.

Hasil perhitungan didapatkan total debit perencanaan terdiri atas, debit rata-rata sebesar 3,66 l/dtk, debit jam puncak sebesar 5,96 l/dtk, dan debit hari maksimum sebesar 4,39 l/dtk.

B. Perencanaan Bangunan Pengolahan Air Bersih

Air baku yang digunakan berasal dari Sungai Bengawan Solo yang memiliki kekeruhan sebesar 60 NTU. Perencanaan bangunan pengolah menggunakan debit maksimum sebesar 4,39 l/dtk. Untuk kebutuhan internal maka ditambahkan debit sebesar 10% sehingga kapasitas pengolahan direncanakan sebesar 4,83 l/dtk.

Unit pengolahan yang digunakan terdiri atas *intake*, unit

koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filter, dan desinfeksi. *Intake* menggunakan *river bank* untuk mengurangi beban pengolahan, koagulasi dengan prinsip hidrolika di dalam pipa, flokulasi dengan sekat berlubang/*perforated wall*, sedimentasi dengan *plate settler*, filtrasi dengan media pasir, dan desinfeksi dengan menggunakan gas klor.

Pada *intake* didapatkan dimensi (1x1x20) m³ dilengkapi pompa jenis *submersible* yang memiliki *total head* sebesar 48,11 m. Pipa yang digunakan berdiameter 10 mm. yang menyalurkan air baku ke bangunan pengolah berikutnya sepanjang 717 m.

Pada unit koagulasi direncanakan 1 buah unit dengan pipa berjenis besi galvanis sepanjang 19,5 m berdiameter 65 mm. Penentuan jenis, panjang, dan diameter pipa dibutuhkan untuk menghasilkan *headloss* dan waktu detensi yang diinginkan. Berikut ini rumus hubungan jenis, panjang, diameter pipa dengan *headloss*.

$$Hl_1 = \left(\frac{Q}{0,2785 \times C \times D^{2,63}} \right)^{1,85} \times p$$

Dimana:

Hl mayor = headloss mayor (m)

Q = debit (m³/detik)

C = koefisien Hazen-William {sesuai jenis pipa}

D = diameter pipa (m)

p = panjang pipa (m)

Sedangkan waktu detensi dipengaruhi panjang dan diameter pipa yang dapat dilihat pada rumus berikut.

$$td = \frac{p \times 0,25 \times \pi \times D^2}{Q}$$

Dimana:

td = waktu detensi (detik)

Headloss di dalam pipa menghasilkan gradien kecepatan yang dibutuhkan sebagai proses koagulasi dapat berlangsung. Berikut rumus hubungan *headloss* dengan gradien kecepatan.

$$Hl = \frac{G^2 \times \mu \times td}{\rho \times g}$$

Dimana:

G = gradien kecepatan (detik⁻¹)

μ = viskositas absolut (kg/m.detik)

ρ = berat spesifik cairan (kg/m³)

Koagulasi menghasilkan nilai gradien kecepatan sebesar 977 detik⁻¹ dan Gtd sebesar 13105. Nilai tersebut telah sesuai dengan kriteria desain yaitu gradien kecepatan antara 600-1000 detik⁻¹ dan Gtd antara 10000-36000 [7]. Untuk koagulan digunakan alum dengan kebutuhan alum sebesar 40 mg/l yang menurunkan kekeruhan dari 60 NTU menjadi 4,3 NTU dengan pH 6,71. Kogulan disalurkan ke dalam pipa koagulasi dengan menggunakan 2 pompa dosing yang digunakan secara bergantian tiap 12 jam.

Pada unit flokulasi didapatkan 3 bangunan dengan 1 bangunan sebagai cadangan. Setiap bangunan terdiri atas 6 kompartemen. Setiap kompartemen memiliki dimensi yang sama sebesar (1,2x0,8x0,76) m³. Pengoperasian dilakukan secara

downflow pada kompartemen 1,2, dan 3 dan selanjutnya mengalir secara *upflow* pada kompartemen 4,5, dan 6. Tebal sekat/dinding tiap unit flokulasi setebal 10 cm dengan lubang pada kompartemen 1,2, dan 3 memiliki lubang berdiameter 2 cm dan lubang pada kompartemen 4,5, dan 6 berdiameter 4 cm. Jumlah lubang masing-masing kompartemen dari kompartemen 1-6 secara berturut-turut didapatkan sebanyak 67, 78, 96, 20, 24, 38 lubang dengan nilai gradien kecepatan secara berturut-turut didapatkan sebesar 49,8 /detik, 40,1 /detik, 29,8 /detik, 25,8 /detik, 19,9 /detik, dan 10,3 /detik dengan waktu detensi sesuai kriteria desain minimal sebesar 5 menit [4].

Pada unit sedimentasi didapatkan 3 bangunan dengan 1 bangunan sebagai cadangan. Untuk jumlah *plate settler* yang dibutuhkan didapatkan sebanyak 18 buah dengan dimensi (0,8x0,418) m² setebal 1 cm. Jumlah *gutter* pada masing-masing *plate settler* didapatkan 2 buah dengan tiap *gutter* memiliki luas penampang (0,3x3,25) cm². Untuk ruang lumpur direncanakan berdasarkan volume lumpur percobaan menggunakan *imhoff cone*. Dari percobaan didapatkan volume lumpur sebesar 16,7 ml/l. Dengan mengkalikan volume percobaan dengan kapasitas pengolahan maka dapat diketahui jumlah lumpur yang ditampung yaitu sebesar 0,415 m³/jam. Dari hasil tersebut direncanakan dimensi zona lumpur pada bagian atas seluas (3x0,8) m², bagian dasar seluas (0,5x0,6) m², dan kedalaman 1,6 m yang menghasilkan kapasitas penampungan sebesar 1,89 m³. Dengan membagi kapasitas daya tampung ruang lumpur dengan debit lumpur yang dihasilkan maka diperoleh periode pengurasan setiap 13,07 jam sekali. Nilai tersebut telah sesuai dengan kriteria desain waktu pengurasan antara 12-24 jam [5].

Pada unit filtrasi dari perhitungan dibutuhkan 1 buah filter, namun didesain 2 buah dengan satu sebagai cadangan.

Unit filter memerhatikan *headloss* mengalir menuju unit outlet pengolahan dan *headloss* saat pencucian/*backwashing*. *Headloss* pengaliran ditentukan berdasarkan kecepatan pengaliran yang melewati media. Berikut ini hubungan *headloss* dengan kecepatan.

$$Hl = 1,067 \times \frac{C_D \times h \times v^2}{\Psi \times d \times \varepsilon^4 \times g}$$

Dimana:

h = kedalaman media (m)

ε = porositas media

Ψ = faktor bentuk

C_D = koefisien Drag

Unit filtrasi didapatkan berdimensi (2x1,2) m² dengan kecepatan pengaliran 7,24 m/jam dan kecepatan *backwash* sebesar 50 m/jam, dimana telah memenuhi kriteria desain untuk kecepatan pengaliran sebesar 6-11 m/jam dan kecepatan *backwash* sebesar 36-50 m/jam. Tebal media pasir direncanakan sedalam 70 cm [6], dan penyangga sedalam 38,5 cm. Debit untuk *backwashing* dibutuhkan sebesar 0,033 m³/detik atau 7% dari produksi air per harinya. Sistem *underdrain* yang digunakan berupa *nozzel*, didapatkan jumlah *nozzel* sebanyak 15105 buah dengan panjang slot 1 cm dan

antar *nozzel* berjarak 1,25 cm yang menghasilkan luas total sebesar atau 4,2% dari luas bak dimana telah memenuhi kriteria desain yaitu persentase luas *nozzel* > 4% luas bak. Total *headloss* pengaliran didapatkan sebesar 1,235 m dan *headloss backwashing* didapatkan sebesar 1,076 m. Untuk *Gutter* didapatkan lebar dan tingginya sebesar 0,23 m sebanyak 1 buah *gutter* dalam 1 unit filtrasi, dengan ketinggian antar *gutter* dengan media setinggi 0,5 m.

Pada desinfeksi gas klor dibutuhkan dosis sebesar 2,61 mg/l [7]. Dengan mengkalikan dosis gas klor dengan debit pengolahan didapatkan kebutuhan klor sebesar 1,21 gr/hari. Desinfeksi menggunakan tabung gas yang tersedia di pasaran yang memiliki kapasitas 100 l dengan tekanan 44,4 atm. Volume gas klor yang dibutuhkan berdasarkan hubungan kebutuhan klor dengan spesifikasi tabung gas di pasaran yang dapat dilihat pada rumus berikut.

$$V = \frac{m}{Mr} \times R \times T$$

Dimana:

- V = volume gas klor (l)
- m = massa kebutuhan klor (m)
- Mr = berat jenis gas klor
- R = 0,082 l.atm/mol.K
- T = suhu (kelvin)
- P = tekanan (atm)

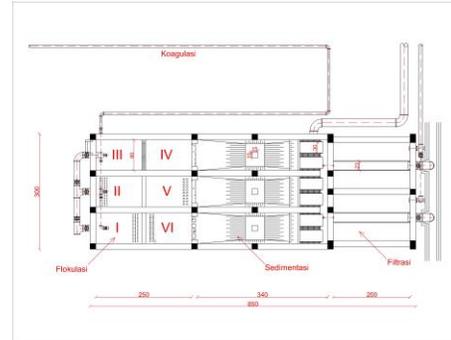
Didapatkan kebutuhan tabung sebesar 9,9 l, dengan membagi kapasitas tabung dengan volume yang dibutuhkan maka didapatkan pergantian tabung setiap 10 hari sekali. Kapasitas reservoir sekitar 20% dari kapasitas pengolahan. Pada perencanaan ini ditambah 10% untuk kebutuhan internal sehingga kapasitas reservoir menjadi 30% yang menghasilkan dimensi reservoir sebesar (11x6x2) m³. Di dalam reservoir diberi penyekat/*baffle* sebanyak 10 buah dengan antar *baffle* berjarak 1 m. Hasil perencanaan pengolah air bersih dapat dilihat pada Gambar 2.

C. Perencanaan Penyaluran Air Bersih

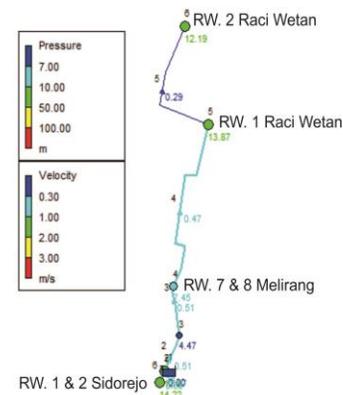
Perencanaan penyaluran air bersih tidak melayani semua wilayah di tiga desa yang menjadi obyek studi. Sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya penyaluran air bersih diprioritaskan di Raci Wetan yang mengalami krisis air bersih, dengan pelayanan berupa SR (Sambungan Rumah) sebesar 100%. Daerah lain yang dilayani adalah daerah di sepanjang jalan yang dilalui pipa dari sumber pengambilan air hingga menuju Raci Wetan, yaitu di Sidorejo dan di dusun Pereng Wetan (RW 7 & 8) di Melirang dengan pelayanan berupa kran umum.

Perhitungan dimensi pipa distribusi ditentukan dengan program epanet yang dapat dilihat pada Gambar 3. Pembagian debit penyaluran yaitu RW 1 Raci Wetan sebesar 1,79 l/det ditunjukkan pada *junction* 5, RW 2 Raci Wetan sebesar 0,56 l/det ditunjukkan pada *junction* 6, Sidorejo sebesar 1,98 l/det ditunjukkan pada *junction* 4, dan RW 7 dan 8 Melirang sebesar 1,63 l/det ditunjukkan pada *junction* 7.

Dari hasil epanet diketahui kecepatan di pipa 5 dengan dimensi 50 mm kurang dari kecepatan minimum sebesar 0,3 m/dtk yang ditandai dengan garis berwarna biru tua dimana berpotensi endapan tidak terbawa keluar pipa. Untuk memperbesar kecepatan maka dimensi pipa harus diperkecil, tapi pada perencanaan ini ditetapkan dimensi 50 mm sebagai dimensi minimum yang diijinkan dipergunakan dengan asumsi sisa tekan cukup besar untuk tetap dapat membawa endapan.



Gambar. 2. Rencana Layout IPAM



Gambar. 3. Peta Pelayanan Air Bersih dengan Menggunakan Program Epanet

Pada *junction* 3 diketahui tekanan kurang dari 7 yang ditandai *node* berwarna biru tua. Pada *node* tersebut tidak dilakukan penambahan sisa tekanan dikarenakan pada titik tersebut tidak ada *tapping* ke warga, dan tanpa penambahan sisa tekan pada *junction* berikutnya sisa tekan setelah sesuai dengan yang dipersyaratkan yaitu sisa tekan minimum di pelanggan minimal 7,5 m, yang dapat dilihat pada *junction* 5 dan 6 sisa tekan, secara berturut-turut sebesar 13,87 m dan 12,19 m. Sedangkan pada *junction* 4 tidak dilakukan penambahan sisa tekanan karena pelayanan tidak sampai ke rumah pelanggan, namun hanya berupa kran umum.

IV. PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK

A. Analisis Wilayah Terlayani SPAL dan IPAL

Kepadatan penduduk wilayah mencapai 200-250 jiwa/ha sehingga perlu dipertimbangkan dilakukan pengolahan limbah

domestik secara komunal [8]. Pada perencanaan ini tiga wilayah perencanaan dibagi menjadi 14 RW, yaitu di Raci Wetan terdiri dari 2 RW yang selanjutnya diberi kode R.I dan R.II, di Sidorejo terdiri 2 RW yang selanjutnya diberi kode S.I dan S.II, dan di Melirang terdiri dari 10 RW yang selanjutnya diberi kode M.I, M.II, M.III, M.IV, M.V, M.VI, M.VII, M.VIII, M.IX, dan M.X. Dari 14 RW hanya di M.VIII dan M.IX yang tingkat kepadatannya lebih dari 200 jiwa/Ha yaitu masing-masing sebesar 209 jiwa/Ha dan 264 jiwa/Ha maka kedua wilayah tersebut dipertimbangkan direncanakan.

Selain melihat kepadatan juga dilakukan analisis kondisi sanitasi. Jika berdasarkan hasil kuisioner diperkirakan hampir semua warga kondisi sanitasinya masih buruk. Limbah domestik belum dikelola dengan baik, baik *black water* maupun *grey water* yang berpotensi mencemari lingkungan dan air tanah utamanya di daerah yang dekat dengan muka air tanah seperti di wilayah R.I dan R.II yang memiliki elevasi tanah ± 6 m. Selain itu banyak masyarakat di desa tersebut yang memberi tanggapan positif terhadap survei yang telah dilakukan terkait ketersediaan warga mengolah limbah secara komunal. Dari hasil tersebut maka wilayah tersebut juga dipertimbangkan terdapat pengolahan. Wilayah lain yang memiliki elevasi curam juga dipertimbangkan ada pengolahan limbah domestik secara komunal karena ditakutkan akibat kemiringan elevasi, air limbah cepat turun dan menumpuk di perairan terutama limbah *grey water*-nya. Wilayah tersebut diantaranya di S.I, S.II, dan di sebagian wilayah M.I, M.II, M.IV, M.V, M.VI, dan M.VII.

Di sebagian wilayah M.X yang jarak antar rumahnya agak rapat juga dipertimbangkan terdapat pengolahan dikarenakan dimungkinkan pengolahan air limbah secara komunal dapat dilakukan. Perencanaan ini bisa sebagai rekomendasi kedepan apabila warga telah menyadari pentingnya mengolah limbah domestik.

B. Perencanaan Saluran Air Limbah Domestik

Perencanaan saluran air limbah domestik dibagi menjadi dua sistem, sistem pertama berupa *smallbore sewer* dan sistem kedua berupa *shallow sewer*. Sistem pertama diterapkan di wilayah R.I dan R.II. Sistem *smallbore sewer* sesuai jika diterapkan di wilayah tersebut karena jika menggunakan sistem konvensional sulit diterapkan akibat elevasi tanahnya yang cenderung datar dan apabila menggunakan sistem *shallow sewer* yang membutuhkan penggelontoran juga sulit diterapkan karena wilayahnya mengalami kesulitan air. Sistem *smallbore sewer* hanya didesain untuk menerima cairan air limbah dari rumah sehingga dibutuhkan tangki interseptor untuk mencegat padatan. Sistem ini tidak memerhatikan kecepatan minimum untuk *self cleansing* namun perlu dipastikan tidak terjadi aliran balik, dan pada saat debit puncak aliran tidak boleh di atas pipa outlet tangki interseptor. Aliran balik biasanya terjadi jika kemiringan terlalu landai dan diameter pipa terlalu kecil. Hal ini dapat diatasi dengan menambah kemiringan atau mengganti pipa dengan diameter yang lebih

besar [6]. Pipa utama direncanakan berdiameter 75-100 mm dengan debit air limbah direncanakan 60% dari kebutuhan penduduk sebesar 60 l/org.hari. Saluran SPAL didesain tiap RW memiliki 1 saluran masing-masing, sehingga total ada 2 SPAL yang menerapkan sistem *smallbore sewer*. Sistem kedua digunakan di wilayah S.I, S.II, M.I, M.II, M.IV, M.V, M.VI, M.VII, M.VIII, M.IX, dan M.X. Karena di wilayah tersebut terdapat akses air bersih yang memadai sehingga dimungkinkan dapat dilakukan penggelontoran. Pada sistem *shallow sewer* saluran utama menggunakan diameter minimum 100 mm. Kedalaman minimum debit di dalam pipa sebesar 0,2 kali diameter pipa dan kedalaman maksimum sebesar 0,8 kali diameter pipa. Kecepatan minimum sebesar 0,5 m/detik pada saat *self cleansing* sedangkan kecepatan maksimum tidak ada batasan. Pada perhitungan debit puncak apabila kurang dari 2,2 l/detik maka digunakan debit puncak sebesar tersebut, apabila lebih dari 2,2 l/detik maka digunakan debit puncak hasil perhitungan, namun asumsi ini hanya berlaku pada wilayah dimana *shallow sewer* benar-benar dapat diterapkan yaitu daerah airnya berlimpah [16]. Pada perencanaan ini direncanakan dimensi pipa saluran antara 100-150 mm dengan debit air limbah direncanakan 60% dari kebutuhan penduduk sebesar 120 l/org.hari. Asumsi kebutuhan penduduk di sistem kedua berbeda dengan yang diterapkan di R.I dan R.II karena seperti yang telah disebutkan sebelumnya wilayah yang menerapkan sistem kedua telah tersedia cukup air sehingga asumsi kebutuhan air lebih besar. Perencanaan SPAL di tiap wilayah yang menerapkan *shallow sewer* berbeda-beda ada wilayah yang menerapkan satu SPAL dalam satu wilayah, dua SPAL dalam satu wilayah, dan satu SPAL untuk dua wilayah tergantung kondisi wilayahnya. Wilayah yang menerapkan dua SPAL untuk satu wilayah terletak di M.I dikarenakan apabila menggunakan satu SPAL dibutuhkan pompa di ujung pipa terakhir menuju IPAL, sehingga untuk menghindari kebutuhan pompa SPAL dibagi dua yang selanjutnya diberi kode M.I.a dan M.I.b. Sedangkan untuk wilayah yang menerapkan satu SPAL untuk dua wilayah adalah wilayah M.VII dengan M.VIII dan wilayah M.IX dengan M.X. Jaringan SPAL di wilayah M.VII dan M.VIII dijadikan satu karena pengaliran air limbah domestik masih dapat dilakukan secara gravitasi dan masih terletak dalam satu dusun bernama Pereng Wetan. Sedangkan jaringan di wilayah M.IX dan M.X dijadikan satu karena apabila dipisah hanya wilayah di M.X yang dapat diterapkan sistem gravitasi sedangkan di M.IX membutuhkan pompa. Selain itu kedua wilayah masih dalam satu dusun bernama Pereng Kulon maka apabila dipisahkan ditakutkan timbul kecemburuan sosial sehingga dijadikan satu dengan terdapat pemompaan di ujung akhir pipa menuju IPAL. Wilayah yang menerapkan satu SPAL untuk dua wilayah yaitu di wilayah M.VII dengan M.VIII untuk selanjutnya diberi kode M.PW dan wilayah M.IX dengan M.X diberi kode M.PK.

C. Perencanaan Bangunan Pengolah Air Limbah Domestik

Sebelum dilakukan perencanaan bangunan pengolah air

limbah domestik perlu diketahui konsentrasi limbah domestik yang terdapat di wilayah perencanaan. Hasil uji laboratorium konsentrasi air limbah domestik dapat dilihat di Tabel 1.

Tabel 1.
Konsentrasi Air Limbah Domestik

Parameter	Black water sampel	Grey water (mg/l)				Konsentrasi campuran (mg/l)
		Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Rata-rata	
	1					
	(mg/l)					
BOD	1500	71,04	17,76	15,8	35	419
COD	11907	88,8	88,8	236,8	138	3220
Amoniak	1879	23	3	19	15	503
TSS	440	40	100	40	60	160
pH	4,86	4,18	4,13	4,93	4	5

Dapat dilihat nilai COD sampel 1 *black water* sangat besar, hal ini dimungkinkan posisi alat pengambil sampel terlalu ke dasar tangki septik sehingga sebagian besar yang terambil adalah bagian yang pekat, atau dimungkinkan akibat sampel yang diambil berasal dari Raci Wetan yang mengalami kesulitan air maka konsentrasi air limbah menjadi sangat pekat. Namun pada perencanaan ini konsentrasi COD digunakan berdasarkan literatur dengan asumsi air yang masuk pengolahan lebih encer [4]. Perencanaan bangunan IPAL terbagi menjadi 2 sistem, sistem pertama menggunakan unit ABR-ABF dan sistem kedua menggunakan sistem ABR.

Sistem pertama diterapkan di wilayah kesulitan air sehingga diasumsikan konsentrasi lebih pekat yaitu direncanakan COD yang masuk sebesar 1500 mg/l [4]. Sistem pertama membutuhkan penambahan unit ABF karena pengolahan dengan ABR masih belum mampu meremoval konsentrasi COD sebesar 1500 mg/l hingga mencapai baku mutu [9]. Hasil pengolahan didapatkan COD sebesar 81,6 mg/l. Wilayah yang menggunakan sistem pertama terdiri atas R.I dan R.II. Sistem kedua diterapkan di wilayah yang telah terdapat cukup akses air bersih sehingga diasumsikan konsentrasi lebih encer yaitu direncanakan COD yang masuk sebesar 700 mg/l [4]. Pada sistem kedua hanya menggunakan unit ABR karena sudah mampu mengolah air limbah domestik dengan konsentrasi COD sebesar nilai tersebut hingga mencapai baku mutu yang dipersyaratkan [9]. Hasil pengolahan didapatkan COD sebesar 79,5 mg/l. Wilayah yang menerapkan sistem kedua terletak di S.I, S.II, M.I.a, M.I.b, M.II, M.IV, M.V, M.VI, M.PW (M.VII & M.VIII), dan M.PK (M.IX & M.X).

Setiap wilayah memiliki kapasitas pengolahan yang berbeda-beda tergantung banyak warga di daerah pelayanan yang menghasilkan kebutuhan luas lahan pembangunan IPAL yang juga berbeda-beda. Luas lahan IPAL yang dibutuhkan di wilayah R.I, R.II, S.I, S.II, M.I.a, M.I.b, M.II, M.IV, M.V, M.VI, M.PW, dan M.PK secara berturut-turut seluas (8,4x1,4) m², (10,2x2,8) m², (11,6x2,3) m², (11,86x2) m², (12,56x2) m², (11,2x2,2) m², (9,9x1,5) m², (8,83x2,1) m², (12,28 x3,4) m², dan (12,3x3,4) m².

V. RINGKASAN

Bangunan pengolah air bersih memiliki kapasitas pengolahan sebesar 4,83 l/detik dengan unit pengolahan terdiri atas *river bank intake*, koagulasi secara hidrolika di dalam pipa, flokulasi dengan sekat berlubang, sedimentasi dengan plate settler, filtrasi, dan desinfeksi dengan gas klor dengan pipa penyaluran air bersih melayani 6 RW dengan total RAB ditaksir sekitar Rp 3.927.570.320,18. Sedangkan perencanaan air limbah domestik terdiri atas 12 SPAL lengkap dengan unit IPAL-nya yang melayani 13 RW, terdiri atas 2 SPAL menggunakan sistem smallbore sewer dengan IPAL berupa unit ABR-ABF dan 10 SPAL menggunakan sistem shallow sewer dengan IPAL berupa unit AB, dengan total RAB keseluruhan ditaksir sekitar Rp 11.121.645.679,60.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan, "Pengendalian lingkungan tercemar UU Nomor 32 tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup Tahun 2009," 2009.
- [2] R. Setiawati, "Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Kecamatan Simokerto," Surabaya, 2016.
- [3] B. Syahputra, "Penentuan Faktor Jam Puncak dan Hari Maksimum Terhadap Pola Pemakaian Air Domestik di Kecamatan Kalasan, Sleman, Yogyakarta," Semarang, 2006.
- [4] W. Hadi, *Perencanaan Bangunan Pengolahan Air Minum*. Surabaya: ITS Press, 2012.
- [5] A. Masduki and A. A.F., *Operasi dan Proses Pengolahan Air*. Surabaya: ITS Press, 2012.
- [6] R. Droste, *Theory and Practise of Water and Wastewater Treatment*. New York: John Wiley & Sons, 1997.
- [7] E. Priambodo, "Perancangan Unit Bangunan Pengolahan Air Minum Kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember," Surabaya, 2016.