PERENCANAAN SISTEM PENYALURAN DAN PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK PADA PERUMAHAN PLAJAU INDAH DESA BAROKAH KABUPATEN TANAH BUMBU

PLANNING OF DOMESTIC WASTEWATER DISTRIBUTION AND TREATMENT SYSTEM IN PLAJAU INDAH HOUSING, BAROKAH VILLAGE, TANAH BUMBU REGENCY

Novia Astri Hasdita[1], Mahmud[1], Riza Miftahul Khair[1], Gusti Ihda Mazaya[1], Chairul Abdi[1]

[1]Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat Jl. Jend. Ahmad Yani Km 36. Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714, Indonesia

E-mail: 1610815120016@mhs.ulm.ac.id

ABSTRAK

Air Limbah domestik di Perumahan Plajau Indah saat ini belum memiliki pengelolaan yang baik. Limbah *grey water yang dihasilkan langsung dibuang ke drainase dan black water di olah melalui tangki septik yang tidak sesuai standar. Pengolahan lanjutan dibutuhkan setelah air limbah melalui unit tangki septik agar effluent yang dibuang tidak mencemari air tanah. Tugas akhir ini bertujuan guna melakukan perencanaan sistem penyaluran serta pengolahan air limbah domestik pada Perumahan Plajau Indah dengan standar kualitas effluent didasarkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia nomor 68 tahun 2016 tentang baku mutu air limbah domestik. Perencanaan ini memiliki metode yang mencakup perizinan, studi literatur, pengambilan data primer dari survey di lapangan langsung, pengambilan data sekunder dari instansi terkait, merencanakan sistem penyaluran serta pengolahan air limbah domestik, merancang penyaluran dan unit pengolahan air limbah domestik, serta analisa hasil data. Sistem penyaluran air limbah domestik memakai sistem small bore sewerage dengan pengelolaan IPAL terpusat (off site) yang dikelompokkan ke dalam 19 blok pelayanan. Diameter pipa yang dipakai pada perencanaan ini yaitu 100 mm, 150 mm serta 200 mm. Debit air limbah rata-rata pada Perumahan Plajau Indah 203,94 m^3/hari. IPAL direncanakan menggunakan kombinasi aerob-anaerob, yaitu Anaerobic Baffled Reactor dengan 5 kompartemen dan 1 bak pengendap serta trickling filter modifikasi. Dimensi bak ABR secara keseluruhan adalah 30 m x 8 m x 2 m, dimensi trickling filter dari hasil yang didapat adalah 3 m x 8 m x 2 m.*

Kata kunci: ABR, IPAL, Off site, Perencanaan, Trickling Filter

ABSTRACT

Domestic wastewater in Plajau Indah Housing has not been appropriately managed. The gray water is discharged directly into the drainage without processing, and the black water is managed through septic tanks that are not up to standard. Further treatment is required after passing through the septic tank unit so that the effluent discharged does not contaminate groundwater. This final project aims to plan a domestic wastewater distribution and treatment system at Plajau Indah Housing with effluent quality referring to the Regulation of the Minister of Environment and Forestry of the Republic of Indonesia number 68 of 2016

concerning domestic wastewater quality standards. This planning method includes licensing, literature study, primary data collection from direct field surveys, secondary data collection from relevant agencies, planning domestic wastewater distribution and treatment systems, designing domestic wastewater distribution and treatment units, and analyzing data results. The domestic wastewater distribution system uses a shallow sewerage system with centralized WWTP management (off-site) divided into 19 service blocks. The pipe diameters used in this design are 100 mm, 150 mm, and 200 mm. The average wastewater discharge in Plajau Indah Housing is 203.94 m3/day. The WWTP plans to use an aerobic-anaerobic combination, namely the Anaerobic Baffled Reactor with 5 compartments, 1 settling basin, and a modified trickling filter. The dimensions of the whole ABR tub are 30 m x 8 m x 2 m; the dimensions of the trickling filter from the results obtained are 3 m x 8 m x 2 m.

Keywords: ABR, pff-site, planning, trickling filter, WWTP.

1. PENDAHULUAN

Definisi air limbah (air buangan) berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 09 Tahun 2015 ialah sisa dari suatu kegiatan yang berwujud cair, sedangkan air limbah domestik merupakan air buangan yang bersumber dari pemakaian air untuk keperluan sehari-hari non industri Sistem pengolahan air limbah domestik (SPALD) tercantum didalam Permen PUPR No 4 tahun 2017 adalah suatu gabungan kegiatan pengelolaan air limbah domestik dengan prasarana dan sarana pengelolaan air limbah domestik. Program pembangunan fasilitas sanitasi di benerwpa tahun terakhir khusunya fasilitas penyediaan sarana pengolahan air limbah, disarankan menggunakan sistem terpusat (*offsite system*) skala komunal dengan sistem pengelolaan terdesentralisasi atau Decentralized Wastewater Treatment System (DEWATS). Sistem DEWATS dinilai lebih sesuai untuk dipakai pada negara berkembang yang memiliki tingkat kepadatan penduduk yang tinggi seperti di Indonesia (Afandi dkk., 2014).

Perencanaan sistem pengelolaan air limbah domestik akan dilaksanakan pada Perumahan Plajau Indah. Perumahan tersebut merupakan salah satu perumahan di Kabupaten Tanah Bumbu yang berlokasi di Desa Baroqah, Kecamatan Simpang Empat. Perumahan Plajau Indah desa baroqah merupakan daerah perumahan yang padat penduduk dengan area yang tidak luas. Penduduk yang terdapat di perumahan plajau indah adalah 1533 dan jumlah rumah yang ada adalah 511. Berdasarkan peta sebaran air limbah kabupaten tanah bumbu tahun 2020 wilayah perumahan plajau indah berada pada kondisi beresiko tinggi terhadap pencemaran air limbah. Hal ini disebabkan oleh kurangnya sarana sanitasi yang memenuhi standar kesehatan. Sebagian besar sanitasi pada perumahan plajau indah tidak menggunakan tangki septik yang sesuai standar dan belum terlayani penyaluran serta pengolahan air limbah. Kualitas air limbah pada kabupaten tanah bumbu tahun 2018 menurut hasil laboratorium lingkungan rata-rata diatas ambang baku mutu (SNI). Baku mutu parameter BOD, COD, TSS, NH_3 serta minyak/lemak secara berturut-turut ialah 30 mg/L, 100 mg/L, 30 mg/L, 10 mg/L dan 5 mg/L. Rata-rata kualitas air limbah domestik di atas ambang baku mutu yaitu BOD sebesar 133,5 mg/l, BOD 262,9 mg/l, TSS 207,5 mg/l, minyak/ lemak 25 mg/l dan amoniak sebesar 28 mg/l. Pada perumahan Plajau Indah grey water langsung dibuang ke drainase. *Grey water* di perumahan ini diperoleh dari air buangan mandi, memasak, serta mencuci baju, Black water dialirkan ke tangki septik kemudian dibuang lewat sumur resapan. Besaran removal COD dari tangki septik berkisar diantara 25 hingga 50%, sehingga pengolahan lanjutan diperlukan setelah melewati unit tangki septik (Sasse *et al*., 2009).

Pengolahan air limbah domestik untuk menurunkan kadar parameter amoniak tidak dapat dilakukan hanya dengan menggunakan pengoalahan anaerobik. Diperlukan proses aerobik atau gabungan proses antara anaerob dengan aerob. Untuk penurunan kadar BOD, COD serta TSS menggunakan teknologi *anaerobic baffled reactor* (ABR) karena memiliki keunggulan dalam menurunkan parameter air limbah dengan efensiensi yang tinggi, desain sederhana, murahnya biaya konstruksi relatif serta rendahnya lumpur yang dihasilkan. sementara tekologi aerob yang digunakan untuk menurunkan parameter amoniak berupa biofilter salah satunya yaitu *trickling filter* (TF) modifikasi (Trilitai, dkk., 2015) Berdasar pada latar belakang tersebut maka akan dilaksanakan perencanaan sistem pengelolaan air limbah domestik dengan sistem penyaluran shallow sewer karena lebih sederhana dan murah serta mampu menjangkau banyak rumah dan dapat digunakan pada sistem komunal (Rahmanissa, 2017). Sesuai dengan faktor utama yaitu aspek pembiayaan dan tingkat kesadaran masyarakat maka teknologi pengolahan yang dipilih adalah ABR dan untuk teknologi aerob dipilih *trickling filter* modifikasi yang memanfaatkan terjunan air.

2. METODE PERENCANAAN

Langkah awal pada perencanaan ini yaitu melakukan studi literatur dengan mengumpulkan dan mempelajari informasi dari sumber-sumber yang relevan sebagai referensi dalam mengerjakan penelitian. Data yang dipakai pada perencanaan ini merupakan data primer serta data sekunder. Data primer didapatkan lewat melalukan peninjauan secara langsung ke lapangan dan data sekunder didapatkan lewat berbagai instansi yang terkait dengan lokasi riset berupa data-data tertulis.

2.1 Data Primer

Data primer secara langsung diperoleh dari sumber yang diteliti. Data primer pada penelitian ini dilakukan dengan peninjauan secara langsung ke lapangan. Data primer yang diperoleh yaitu:

1. Foto lokasi perumahan
2. Jumlah rumah

2.2 Data Sekuder

Data sekunder diperoleh dari sumber yang berhubungan dengan materi peneliti, seperti instansi-instansi yang terkait dengan lokasi penelitian. Data sekunder yang diperoleh yaitu:

1. Data jumlah penduduk
2. Data kontur
3. Peta topografi
4. Peta sebaran beresiko air limbah
5. Kualitas air limbah
6. Fasilitas air bersih dan umum.
7. Pemakaian air bersih

Metode perencanaan ini dilanjutkan dengan menghitung estimasi pertumbuhan pengguna yang bertujuan untuk merencanakan debit air limbah yang akan dilayani dengan cara menjumlahkan bangunan serta pengguna dalam keadaan jenuh. Kemudian merencanakan dan merancang penyaluran air limbah serta merancang instalasi pengolahan air limbah.

2.3 Analisis Hasil Perencanaan dan Pembahasan

Dalam bagian ini aspek teknis yang dibahas mencakup pengolahan data primer serta sekunder, perencanaan sistem penyaluran air limbah dan perencanaan instalasi pengolahan air limbah yang dipakai, perhitungan dimensi dan penyusunan gambar jalur pipa, denah, potongan, detail serta profil hidrolis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kondisi Eksisting Wilayah Perencanaan

Daerah pelayanan pada perencanaan ini berlokasi di perumahan plajau indah kabupaten tanah bumbu. Pada perumahan Plajau Indah dibuang langsung ke drainase yang tidak memenuhi standar sehingga menyebabkan air limbah dapat menguap kepermukaan dan mengakibatkan adanya genangan pada saat terjadi hujan. Di perumahan ini *grey water* diperoleh dari air sisa mandi, memasak serta cuci baju. Di perumahan ini *black water* dialirkan ke tangki septik kemudian dibuang lewat sumur resapan. Fasilitas umum yang terdapat pada perumahan plajau indah yaitu sekolah TK dan penyaluran air bersih menggunakan pipa PDAM. perumahan ini tidak memiliki fasilitas ibadah, fasilitas kesehatan dan fasilitas umum lainnya. Perumahan ini terdapat 514 unit rumah dengan penduduk sebanyak 1542 orang. Jenis tanah yang terdapat pada wilayah perencanaan adalah tanah alluvial. Pada lokasi perencanaan memiliki tipe rumah rata-rata tipe 36 yaitu 4x9 m dengan luas tanah 60m^2 (6x10 m). Lokasi yang kosong pada daerah perencanaan akan diukur untuk mengetahui jumlah rumah rencana. Jumlah rumah yang direncanakan yaitu 102 rumah dan 2 mushola.

Gambar 1 Peta Lokasi Perencanaan

3.2 Penentuan Debit Perencanaan

Kebutuhan air bersih didapatkan dari tipe bangunan yang berada di wilayah perencanaan. Berdasarkan SNI tahun 2005 kebutuhan air bersih untuk rumah tinggal sebesar 120 l/orang/hari. Debit air limbah sebesar 70%-80% dari pemakaian air bersih (Pratiwi, 2015). Rata-rata tipe rumah pada lokasi perencanaan berupa tipe 36 (luas 36 m^2) dengan satu kamar. Berdasarkan hal tersebut maka direncanakan jumlah anggota keluarga yang tinggal di satu rumah ialah 3 orang. Debit desain berdasarkan pendekatan air bersih bisa ditinjau dalam **Tabel 1.**

Tabel 1 Debit Air Limbah Berdasarkan Kebutuhan Air Bersih

Parameter	Unit	Hasil
Q air bersih	L/org.hari	120
Jumlah penduduk	Orang	2016
Qave	m^3/hari	203.94
Factor peak	-	1,5
Qpeak	m^3/hari	305,9
Qinf	m^3/hari	40,78
Qmin	m^3/hari	11,29

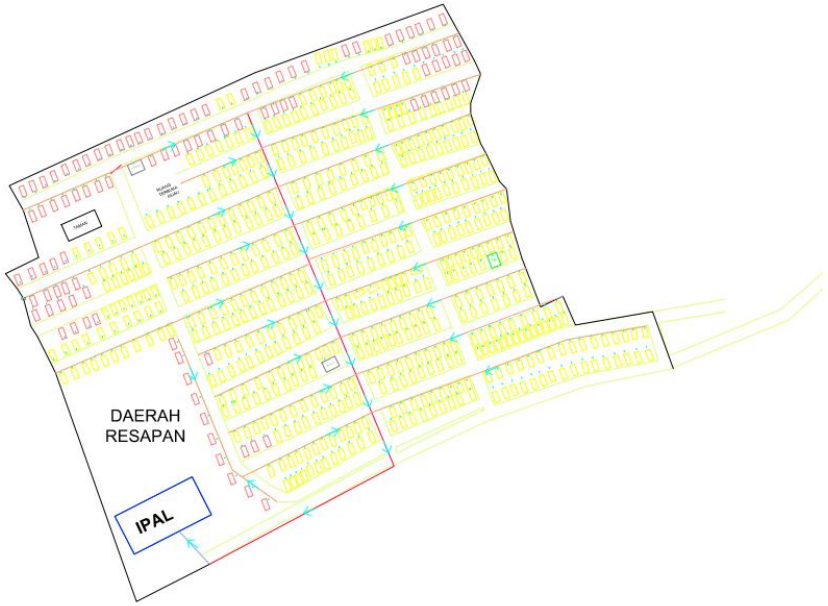
Parameter	Unit	Hasil
Qtotal	m^3/hari	346,69

3.3 Menentukan Jalur Pipa

Jalur pipa pada perencanaan direncanakan sebanyak tiga alternatif. Jalur pipa yang dipilih adalah jalur pipa pada alternatif 3. Jalur pipa pada alternative 3 memiliki pipa lateral sebanyak 31 buah dengan 3 jalur pipa cabang dan 1 pipa induk. Manhole yang direncanakan pada alternative 3 yaitu sebanyak 32 manhole. Arah jalur pipa pada alternatif 3 mengikuti garis kontur dari tinggi menuju rendah. Kekurangan pada alternative ini adalah memiliki banyak perpipaan dan manhole sehingga memakan banyak biaya. Kelebihan dari alternative ini adalah slope yang akan direncanakan tidak terlalu besar. Jaringan perpipaan yang dipilih adalah jaringan pada alternatif satu karena jika dibandingkan dengan alternative 2 dan 3 pipa yang dimiliki pada alternative 1 lebih sedikit, manhole yang direncanakan tidak banyak untuk mengurangi pembiayaan dan beban perpipaannya seimbang.

3.4 Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah (SPAL)

Sistem penyaluran yang digunakan dalam perencanaan ini ialah sistem *Simplified sewerage/shallow sewer*. *Shallow sewer* merupakan sistem penyaluran air limbah domestik yang memakai pipa dengan diameter kecil, pipa air limbah ditanam dangkal pada kemiringan yang lebih landai daripada sistem *conventional sewer*. Bangunan *manhole* bisa digantikan oleh lubang inspeksi. Biasanya sistem ini dipasang pada satu area ataupun kawasan sehingga bisa lebih banyak mencakup berbagai sambungan. Diameter minimum pipa yang dianjurkan yaitu 100 mm. Dimensi pada pipa air limbah dihitung berdasar pada pembebanan air limbah di setiap pipa. Pada perencanaan ini jenis pipa yang dipakai ialah pipa PVC. Untuk menghitung dimensi pipa pada saluran air limbah, perlu diperhatikan berbagai hal yaitu keadaan peak pada kecepatan minimal ialah 0,6 m/detik serta kecepatan maksimal 3 m/detik. Diameter yang dipakai pada saluran lateral adalah 0,1 m atau 4 *inch*, saluran cabang 0,15 m atau 6 *inch* dan saluran induk 0,2 m atau 8 *inch*. Saluran pada sewer dianjurkan 8 *inch* tetapi karena debit yang masuk kecil maka diameter pipa yang lebih kecil dapat digunakan. Untuk jalur perpipaan dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2 Jalur Perpipaan

3.5 Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

Kualitas air limbah domestik didapatkan dari referensi jurnal yang akan dipakai pada perencanaan pengolahan air limbah yang dilaksanakan di Perumahan Plajau Indah. Kualitas air limbah domestik ditunjukkan dalam **Tabel 2.**

Tabel 2 Kualitas Air Limbah Domestik

Jenis Parameter	Unit	Baku Mutu	Hasil
pH		6-9	7
BOD_5	mg/l	30	133,5
COD	mg/l	100	262.9
TSS	mg/l	30	207.5
Minyak/ lemak	mg/l	5	25
Amoniak (NO_3^--N)	mg/l	10	28

Sumber: Studi Literatur

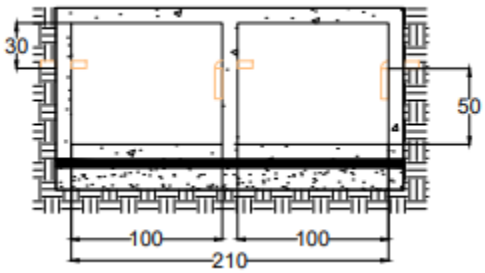
Sistem pengelolaan air limbah domestic yang dipilih memiliki beberapa bahan pertimbangan. Pertimbangan tersebut didasari oleh faktor kepadatan penduduk, ketersediaan sumber air, tinggi muka air tanah serta kemampuan *financia*/ kemampuan membiayai. Berdasar pada berbagai faktor yang ada lalu dilaksanakan pemilihan sistem pengelolaan air limbah dengan memperhatikan keadaan tersebut terkait dengan kemungkinan penerapan sistem pengelolaan terpusat (*Off site system*) dan pengelolaan setempat (*On site system*). Pada perumahan plajau indah memiliki kepadatan penduduk yang tinggi serta lahan yang terbatas sehingga pengelolaan yang cocok adalah pengelolaan sistem terpusat.

Menentukan teknologi bangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) didasarkan beberapa faktor. Pertimbangan utama untuk menentuka teknololgi IPAL yaitu situasi maupun keadaan ketika kemampuan teknologi, pembiayaan, serta masih rendahnya kelembagaan masyarakat dan pemerintah daerah. Bak *anaerobic baffle reactor* terdiri dari beberapa kompartemen bersekat. Pada bak *anaerobic filter* memiliki banyak filter yang harus dibersihkan secara teratur untuk mempermudah air limbah mengalir. Berdasarkan Nusa Idaman tahun 2018 proses pengolahan untuk menurunkan parameter amonia ialah lewat proses biofilter anaerob-aerob. Namun, proses ini menggunakan blower sebagai pengatur mikroorganisme pada proses aerasi.. Pada perencanaan ini diusahakan tidak memakai teknologi mekanis. Oleh karena itu digunakan proses anaerob-aerob dengan teknologi *anaerobic baffle reactor* dan *trickling filter* modifikasi yang memanfaatkan terjunan air untuk proses aerasi. Unit pengolahan air limbah domestik yang akan direncakan yaitu *grease trap*, bak ekualisasi, ABR, *trickling filter* dan hasil pengolahan akan dibuang ke kolam resapan.

Gambar 3 Bagan Alir Pengolahan Air Limbah

3.6 Dimensi bangunan Unit-Unit IPAL

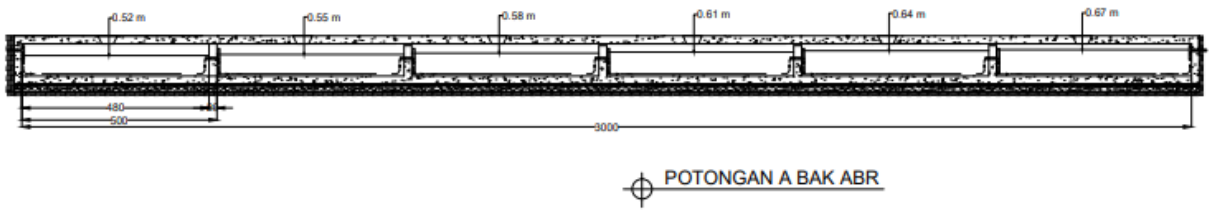
Dimensi *grease trap* direncanakan berdasarkan debit perencanaan yaitu 0,48 m^3/hari, maka didapatkan panjang bak sebesar 0.5 m dan lebar bak sebesar 0,25 m dengan kedalaman 0,25 m, sehingga volume yang dibutuhkan sebesar 0,03125 m^3 dengan efisiensi penurunan *grease trap* sebesar 95% (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 2018). Kandungan lemak/minyak yaitu sebanyak 25 mg/l, sehingga diperoleh nilai *effluent* dari hasil perhitungan sebesar 1,25 mg/l. Berdasarkan Peraturan Menteri PUPR tahun 2016, hasil perhitungan yang diperoleh memenuhi baku mutu dikarenakan hasil kurang dari 5 mg/l.



Gambar 4 *Grease Trap*

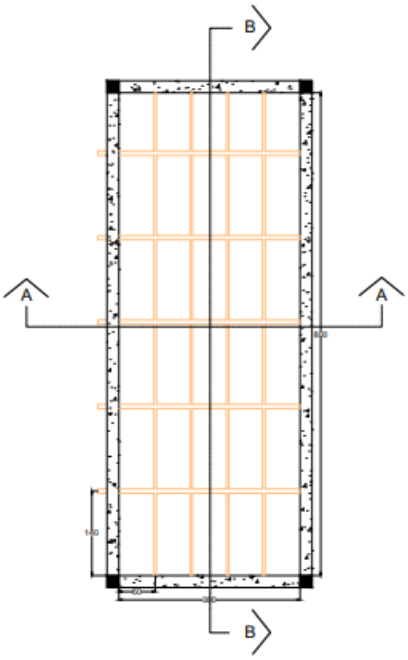
Waktu tinggal bak ekualisasi yang direncanakan yaitu selama 4 jam dengan volume efektif sebesar 36 m^3 , panjang 6 m, lebar 3 m serta kedalaman sebesar 2 m. Bak ekualisasi direncanakan menggunakan pipa guna mengalirkan air limbah dari bak ekualisasi ke bak anaerobic baffle reactor agar dilakukan pengolahan lanjutan.

Unit ABR direncanakan dengan 5 (lima) kompartemen dan 1 bak pengendap yang memiliki volume sama. Unit ini memiliki efisiensi pengolahan yaitu mampu menurunkan parameter air limbah dengan efensiensi yang tinggi, biaya pemeliharaan relatif murah kerena tidak memerlukan pemeliharaan yang khusus dan tidak memerlukan tenaga serta waktu pengurasan dilakukan 2-3 tahun sekali (Sasse, 2009). Dari hasil perhitungan diperoleh waktu tinggal rencana 60 jam, jumlah kompartemen 5 buah dengan 1 bak pengendap, volume efektif sebesar 480 m^3, panjang keseluruhan 30 m, lebar 8 m, kedalaman 2 m, kecepatan pengaliran up flow 0,2 m/jam dan pembebanan 0,11 kg/m^3.hari. Berikut adalah gambar potongan dari bak ABR.



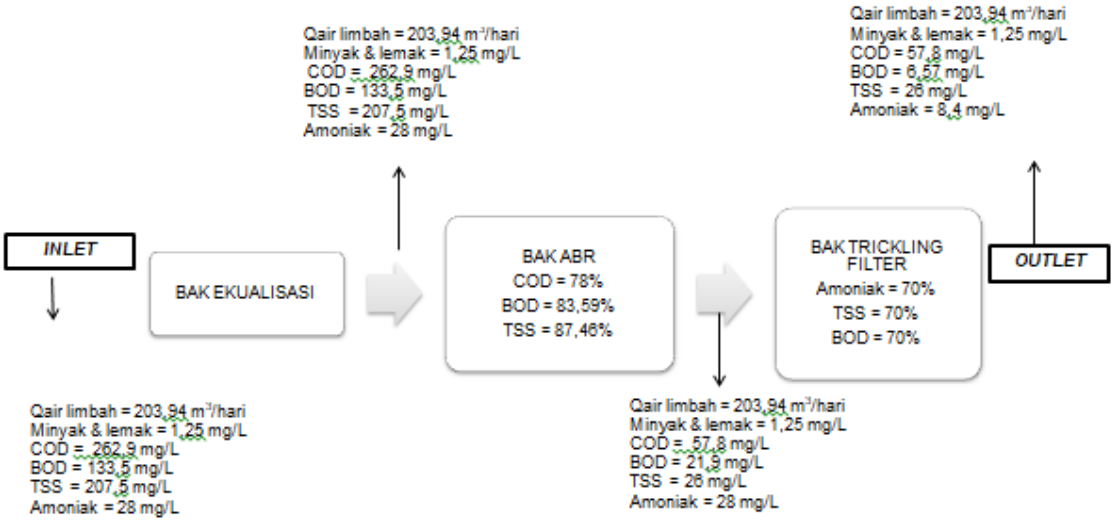
Gambar 5 Bak *Anaerobic Baffle Reactor*

Hasil perhitungan bak *trickling filter* diperoleh yaitu dimensi bak dengan panjang 3 m, lebar 8 m serta kedalaman ditentukan yaitu sebesar 2 m. Hasil penyisihan amoniak diasumsikan sebesar 70%, sehingga *effluent* yang diperoleh sebesar 8,4 mg/l.



Gambar 6 Bak *Trickling Filter*

Berikut merupakan mass balance instalasi bangunan air limbah (IPAL) hasil dari perhitungan



Gambar 7 *Mass Balance*

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang bisa diperoleh dari perencanaan ini adalah:

1. Air limbah pada perumahan plajau indah yang di olah ialah *grey water* serta *black water*. Debit air limbah yang dihasilkan pada perumahan plajau indah rata-rata yaitu 203,94 m^3/hari dengan debit puncak sebesar 305,9 m^3/hari, debit minimum 11,29 m^3/hari, debit infiltrasi 40,78 m^3/hari dan debit total 244,72 m^3/hari.
2. Sistem penyaluran yang digunakan adalah sistem *shallow sewer* dengan pengolahan terpusat. Unit bangunan IPAL yang digunakan untuk menurunkan parameter yaitu kombinasai aerob-anaerob dengan teknologi anaerob berupa *Anaerobic baffle reactor* dan teknologi aerob berupa *trickling filter* modifikasi.
3. Jenis pipa pada penyaluran air limbah adalah pipa PVC dengan diameter pipa lateral 100 mm, pipa cabang 150 mm, dan pipa induk 200 mm. Bak ABR memiliki 1 tangki pengendap dan 5 kompartemen. dimensi keseluran bak ABR adalah 30 m x 8 m x 2 m dengan masing-masing dimensi 5 m x 8 m x 2 m. Dimensi trickling filter modifikasi keseluruhan yaitu 3 m x 8 m x 2 m dengan dimensi bed media yaitu 3 m x 8 m x 0,75 m.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan rasa terima kasih untuk dosen pembimbing bapak Dr. H. Mahmud,S.T., M.T serta bapak Riza Miftahul Khair, S.T., M.Eng. Serta untuk orang tua serta rekan-rekan yang sudah memberikan bantuan pada proses penyelesaian tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

Afandi, Y. V., Sunoko, H. R., & Kismartini, K. (2014). Status Keberlanjutan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Komunal Berbasis Masyarakat Di Kota Probolinggo. Jurnal Ilmu Lingkungan,

11(*2*), 100–109

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. 2007 *Nomor 05 Tentang Pedoman Teknis Pembangunan Rumah Susun Sederhana Bertingkat Tinggi*.

Peraturan Pemerintah. 2015. *PUPR Nomor 09 Tentang Penggunaan Sumber Daya Air*.

Peraturan Pemerintah. 2017. *PUPR Nomor 04 Tentang Penyelenggaraan Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik*. Jakarta

Pratiwi. (2015). Perencanaan Pengelolaan Air Limbah Domestik di Kelurahan Keputih Surabaya. *Tugas Akhir*, 1-184

Rahmanissa, A. (2017). Perencanaan Sistem Penyaluran dan Pengolahan Air Limbah Domestik Kecamatan Semarang Barat Kota Semarang. *Tugas Akhir*, 1-353.

Said, Nusa Idaman. 2011. *Pengelolaan Limbah Domestik*. Jakarta: BPPT

Sasse. 1998. DEWATS : *Decentralized Wastewater Treatment System and Sanitation in Developing Countries*. Bremen : Borda

Sasse, L., 2009. *Decentralized Wastewater Treatment in Developing Countries.* Bremen: Bremen Overseas Researchand Development Association (BORDA)

Standar Nasional Indonesia. (2005). *Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing*. (03-7065-2005), 1-16

Trilitai, N., Hendrasarie, N., & Wahjudijanto, I. (2015). *Desain Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan ABR (Anaerobic Baffled Reactor)*. Surabaya: Seminar Nasional Teknik Kimia Soebardjo Brotohardjono UPN Veteran