

Desain Ulang Instalasi Pengolahan Limbah *Greywater* dan Sistem Penyaluran Air Limbah Domestik Pada Rusunawa Gunung Anyar Surabaya

Moh. Bara Wahyu Pratama^{1*}, Eva Olivia Hutasoit¹, and Wahyu Satyaning Budhi¹

¹ Program Studi D3 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Banyuwangi, Banyuwangi, Indonesia 68461

* penulis koresponden: baraprtm22@gmail.com

Abstrak: Rusunawa Gunung Anyar merupakan salah satu rumah susun 5 lantai yang dikelola oleh Pemerintah Kota Surabaya. Pada Rusunawa Gunung Anyar terdapat permasalahan IPAL yaitu *greywater* dari kamar mandi langsung dialirkan ke drainase yang berdampak pada peningkatan pencemaran lingkungan. Selain itu juga terdapat penyumbatan pada pipa dikarenakan diameter pipa tidak sesuai dengan standar yang menyebabkan air meluap melalui kloset. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besaran volume tampung, dimensi unit pengolahan, minimum kemiringan dan beda elevasi dari hasil desain ulang instalasi pengolahan limbah *greywater* pada Rusunawa Gunung Anyar. Dalam penelitian ini, dilakukan perhitungan debit limbah *greywater*, volume tampung *greywater*, dimensi unit pengolahan sistem reaktor *anaerob* bersekat (SRAB), dan kemiringan serta beda elevasi dengan menggambar ulang sistem saluran *greywater* menuju unit pengolahan dengan mengacu pada SNI 8455:2017 dan SNI 8153:2015. Hasil yang didapatkan berupa besaran volume tampung *greywater* sebesar 6,8 m³ dan dimensi unit pengolahan *greywater* bak pengendap dengan ukuran 2 m × 1,1 m × 1 m, serta unit pengolahan SRAB berukuran 1,45 m × 1,1 m × 2 m. Selain itu didapatkan hasil kemiringan sistem penyaluran limbah *greywater* menuju unit pengolahan yaitu 1,1%. Beda elevasi pipa *greywater* pada jalur a-b selisih 0,31 m, jalur b-c selisih 0,73 m, jalur d-e selisih 0,34 m, dan jalur e-f selisih 0,43 m. Hasil desain ulang tersebut sudah sesuai standar yang diacu dan dapat menjadi alternatif instalasi pengolahan limbah *greywater* agar memenuhi baku mutu air limbah domestik.

Kata kunci: Beda elevasi, *greywater*, Rusunawa gunung anyar, sistem reaktor anaerobik bersekat, volume tampung

Diterima: 16 Oktober 2023
Disetujui: 22 Desember 2023

Sitasi:
Pratama dkk. Desain Ulang Instalasi Pengolahan Limbah *Greywater* Dan Sistem Penyaluran Air Limbah (SPAL) Domestik Pada Rusunawa Gunung Anyar Surabaya. *J. Teknik Sipil dan Lingkungan*. 2023; 8 (3): 203-212. <https://doi.org/10.29244/jsil.8.3.203-212>

1. Pendahuluan

Rusunawa Gunung Anyar merupakan salah satu rumah susun yang dikelola oleh Pemerintah Kota Surabaya. Kegiatan rumah tangga di Rusunawa Gunung Anyar menghasilkan air limbah domestik. Air limbah domestik terdiri atas dua jenis, yaitu *greywater* yang berasal dari buangan kamar mandi, dapur dan pencucian, serta *blackwater* berasal dari buangan toilet [1]. Rata-rata di Indonesia, *blackwater* diolah pada tangki septik sedangkan *greywater* langsung dialirkan ke drainase atau sungai tanpa pengolahan [2]. Air limbah domestik yang tidak dikelola dengan baik berdampak bagi gangguan kesehatan dan pencemaran lingkungan [3].

Rusunawa Gunung Anyar Blok B telah terdapat Instalasi Pengolahan Air

Limbah (IPAL) *blackwater* dan *greywater* dapur. Pengolahan *blackwater* menggunakan tangki biofilter dan *greywater* dari dapur menggunakan *grease trap*. Akan tetapi limbah *greywater* dari kamar mandi langsung dialirkan ke drainase tanpa diolah yang berdampak pada peningkatan pencemaran lingkungan disekitar Rusunawa Gunung Anyar Kota Surabaya. Instalasi pengolahan *greywater* kamar mandi yang tidak tersedia pada Rusunawa Gunung Anyar Surabaya menghasilkan effluen limbah yang tidak memenuhi baku mutu air limbah sesuai dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 52 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan/Atau Kegiatan Usaha Lainnya, maka dari itu perlu adanya desain ulang instalasi pengolahan limbah *greywater* dengan sistem reaktor anaerobik bersekat (SRAB) [4] yang mengacu pada SNI 8455:2017 tentang Perencanaan pengolahan air limbah rumah tangga dengan sistem reaktor anaerobik bersekat (SRAB). Selain itu dengan adanya desain ulang instalasi pengolahan limbah *greywater*, pada sistem penyaluran perlu adanya perencanaan ulang saluran *greywater*, diameter, dan kemiringan sistem plambing yang sesuai dengan SNI 8153 2015 tentang Sistem plambing pada bangunan gedung.

Unit SRAB merupakan metode pengolahan limbah cair secara biologi anaerob yang mampu menghilangkan atau mereduksi kandungan senyawa organik yang terkandung dalam limbah cair [5]. SRAB terbuat dari bahan kedap air dan tahan korosi seperti *Fibreglass Reinforced Plastic* (FRP), batu bata, beton, dan sebagainya. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui volume tampung, dan merencanakan dimensi unit pengolahan *greywater*. Selain itu bertujuan untuk mengetahui hasil desain ulang sistem penyaluran air limbah (SPAL) berupa diameter, beda elevasi, dan kemiringan pipa. Luaran dari penelitian ini berupa gambar *Detail Engineering Design* (DED) dari hasil desain ulang instalasi pengolahan limbah *greywater* dan sistem penyaluran air limbah domestik.

2. Metode

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli 2023 hingga September 2023. Lokasi penelitian bertempat pada Rusunawa Gunung Anyar yang bertempat di Jalan Wiguna Tengah XVI No.10, Gunung Anyar, Kec. Gunung Anyar, Kota Surabaya, Jawa Timur 60294.

2.1. Material

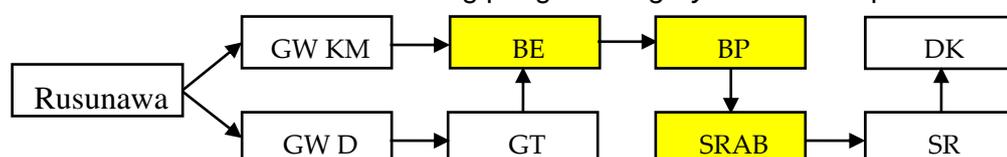
Alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa perangkat lunak *Autodesk Autocad* 2017, *Sketchup* 2016, dan *Microsoft Excel* 2016. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer berupa jumlah unit hunian, jumlah penghuni, luas lahan kosong, kondisi terkini IPAL, dan terkini perpipaan air kotor. Data sekunder berupa gambar sistem plambing air kotor, pemakaian air bersih, dan spesifikasi pompa *submersible*.

2.2. Prosedur Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan desain ulang IPAL dan SPAL. Pada desain ulang IPAL diawali dengan uji sampel limbah *greywater* kamar mandi, kemudian perhitungan debit air limbah *greywater*, perhitungan volume tampung *greywater*, dan perhitungan dimensi unit pengolahan. Desain ulang SPAL Rusunawa berupa perhitungan diameter, kemiringan, dan beda elevasi penanaman pipa.

2.2.1 Desain ulang Pengolahan Greywater pada IPAL

desain ulang unit pengolahan *greywater* direncanakan dengan penambahan bak ekualisasi, bak pengendap dan unit SRAB. Skema desain ulang pengolahan *greywater* dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Skema desain ulang pengolahan *greywater*

Keterangan,

GW KM	: Greywater kamar mandi	BP	: Bak pengendap
GW D	: Greywater dapur	SRAB	: Sistem reaktor anaerobik bersekat
GT	: Grease trap	SR	: Sumur resapan
BE	: Bak ekualisasi	DK	: Drainase kota

a. Perhitungan debit air limbah *greywater*

Perhitungan debit air limbah *greywater* dilakukan dengan mengolah data yang didapatkan dari jumlah pemakaian air bersih Rusunawa. Proses menentukan debit air limbah *greywater* dengan menghitung rata-rata pemakaian air bersih antara bulan Mei, Juni, dan Juli. Pada bulan tersebut terjadi kenaikan pemakaian air bersih dikarenakan terdapat penambahan jumlah penghuni. Beban terbesar pemakaian air bersih terdapat pada lantai 4 dan lantai 5 dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Konversi Data Pemakaian Air Bersih

No.	Pengguna Air Bersih	Pemakaian Bulan Mei (m ³ /bulan)	Pemakaian Bulan Juni (m ³ /bulan)	Pemakaian Bulan Juli (m ³ /bulan)
1.	Lantai 1	93	117	97
2.	Lantai 2	222	242	258
3.	Lantai 3	157	162	151
4.	Lantai 4	247	260	292
5.	Lantai 5	264	278	260
Total pemakaian air bersih (m ³ /bulan)		983	1059	1058
Rata-rata (m ³ /bulan)		1033,33		

Setelah diketahui pemakaian air bersih dilanjutkan menghitung debit air limbah *greywater* rata-rata. Faktor timbulan air limbah dari pemakaian air bersih yaitu 80% [6]. Perhitungan debit air limbah rata-rata dapat dilakukan berdasarkan **Persamaan 1**.

$$Q_r = 80\% \times Q_d \quad (1)$$

dengan,

Q_r : Debit rata-rata air limbah domestik (L/detik)

Q_d : Kebutuhan air bersih (L/detik)

Selanjutnya menentukan persentase debit air limbah *blackwater* dan *greywater*. Persentase debit air limbah yaitu *blackwater* 25% dan *greywater* 75% dari hasil debit air limbah domestik rata-rata [7]. Menurut Fair dan Geyer, 1954 untuk menghitung debit air limbah *greywater* puncak dengan **Persamaan 2** dan debit air limbah *greywater* minimum dapat dihitung berdasarkan **Persamaan 4**.

$$Q_{peak} = f_{peak} \times Q_{greywater} \quad (2)$$

dengan,

Q_{peak} : Debit air limbah puncak (L/detik)

f_{peak} : Faktor puncak

$Q_{greywater}$: Debit rata-rata limbah *greywater* (L/detik)

Faktor puncak dapat dihitung berdasarkan **Persamaan 3** [8]

$$f_{peak} = \frac{18 + P^{0,5}}{4 + P^{0,5}} \quad (3)$$

dengan,

P : Jumlah penduduk

$$Q_{min} = \frac{1}{5} \times P^{\frac{1}{6}} \times Q_{greywater} \quad (4)$$

dengan,

Q_{min} : Debit air limbah puncak (L/detik)

b. Perhitungan Volume Tampung Greywater

Perhitungan volume tampung *greywater* berupa perencanaan unit bak ekualisasi. Bak ekualisasi berfungsi sebagai bak penampung air limbah agar debit air limbah yang diolah menjadi konstan. Volume bak ekualisasi dihitung berdasarkan **Persamaan 5**. Waktu tinggal bak ekualisasi ditetapkan 6-12 jam dengan acuan SNI 2398:2017 tentang Tata cara perencanaan tangki septik dengan pengolahan lanjutan. Selanjutnya spesifikasi pompa bak ekualisasi didapatkan dari debit air limbah yang dihasilkan.

$$V = \left(\frac{HRT}{24 \text{ jam}} \right) \times Q_{greywater} \quad (5)$$

dengan,

V : Volume bak ekualisasi (m^3)

HRT : *Hydraulic Retention Time* (jam)

c. Perhitungan Ukuran Unit Pengolahan

Perhitungan ukuran unit pengolahan diawali dengan perhitungan volume cairan didalam unit bak pengendap berdasarkan **Persamaan 6**.

$$V_{cairan} = P \times Q_{greywater} \times HRT \quad (6)$$

Dilanjutkan dengan menentukan kriteria desain SRAB, korelasi waktu tinggal dari persentase penyisihan BOD 90% pada SRAB adalah 16 jam. Perhitungan volume unit Sistem Reaktor Anaerobik Bersekat berdasarkan **Persamaan 7**.

$$V_{reaktor} = HRT \times Q_{greywater} \quad (7)$$

2.2.2 Desain Ulang Sistem Penyaluran Air Limbah (SPAL)

Sistem Penyaluran Air Limbah dibuat sebagai sarana pengaliran air limbah dari masing-masing unit hunian ke Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Dengan penambahan unit pengolahan *greywater*, maka dari itu dilakukan desain ulang sistem penyaluran air limbah (SPAL).

a. Penentuan Diameter Pipa

Penentuan sistem penyaluran air limbah yang direncanakan mengacu pada SNI 8153:2015, dengan penentuan *fixture* unit beban alat plambing (UBAP).

b. Perhitungan Kemiringan Pipa

Setelah diketahui diameter pipa dilanjutkan menentukan kemiringan minimum pipa untuk menjaga kecepatan aliran agar dapat mengalir dan tidak tersumbat didalam bak pengolahan. Perhitungan kemiringan pipa berdasarkan **Persamaan 8** dan **Persamaan 9**.

$$Q_f = V_{rencana} \times 0,25 \times \pi \times D^2 \quad (8)$$

dengan,

$V_{rencana}$: Rencana kecepatan (m/detik)

D : Diameter pipa (m)

$$\text{Slope pipa} = \left(\frac{Q_f \times n}{0,3177 \times D^{2,667}} \right)^2 \quad (9)$$

dengan,

Q_f : Debit tiap bak pengolahan (m^3 /detik)

n : Kekasaran pipa PVC = 0,009

c. Beda elevasi penanaman pipa

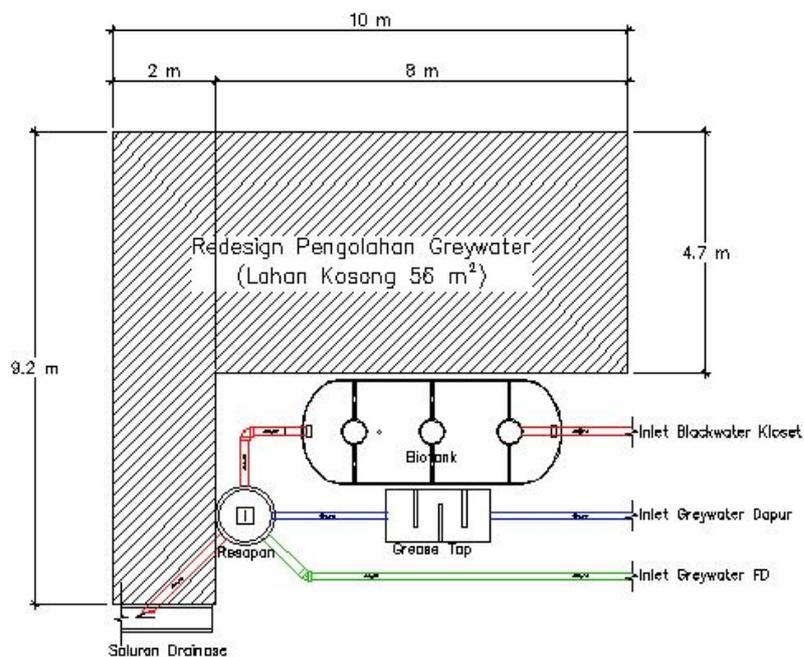
Penanaman pipa bertujuan untuk mengetahui kedalaman dan elevasi pipa yang akan ditanam di dalam tanah. Perhitungan penanaman pipa dapat dilihat pada **Persamaan 10** dan **Persamaan 11**.

$$\text{Kedalaman awal} = \text{el. tanah awal} - \text{el. bawah pipa} + \text{pondasi pasir} \quad (10)$$

$$\text{Kedalaman akhir} = \text{el. tanah akhir} - \text{el. bawah akhir pipa} + \text{pondasi pasir} \quad (11)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Rusunawa Gunung Anyar Surabaya Blok B terdiri atas 5 lantai, dengan luas bangunan 4.392,58 m². Jumlah hunian yang tersedia sebanyak 100 unit hunian dengan jumlah total penghuni sebanyak 278 jiwa. Rusunawa Gunung Anyar terdapat lahan kosong dengan luas 56 m² yang dijadikan lahan desain ulang pengolahan *greywater*. Lahan kosong berada pada bagian sisi kanan dan kiri Rusunawa. Pertimbangan menggunakan lahan kosong tersebut sekitar area IPAL agar tidak merubah arah sistem penyaluran air limbah yang dapat diperoleh dari **Gambar 2**.



Gambar 2. Denah Lokasi Desain Ulang Pengolahan Greywater

3.1. Desain Ulang Pengolahan Greywater

Desain ulang pengolahan *greywater* yang direncanakan menggunakan sistem tercampur, karena hasil pengujian parameter TSS, COD, BOD, minyak dan lemak tidak memenuhi standart baku mutu Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 52 Tahun 2014 yang dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil Pengujian Limbah Greywater

No.	Parameter	Satuan	Standart Baku Mutu	Hasil Pengujian
1.	Total Suspended Solid (TSS)	mg/L	50	112
2.	pH	-	6-9	7,2
3.	Chemical Oxygen Demand (COD)	mg/L	50	976
4.	Biological Oxygen Demand (BOD)	mg/L	30	382
5.	Minyak dan Lemak	mg/L	10	16

Sumber: Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 52 Tahun 2014

a. Debit Air Limbah Greywater

Dalam menentukan debit air limbah *greywater*, perhitungan debit air limbah domestik rata-rata dilakukan berdasarkan **Persamaan 1**. Penggunaan air bersih diketahui sebesar 0,393 L/detik (**Tabel 1**). Hasil perhitungan debit rata-rata air limbah domestik diperoleh sebesar 0,314 liter/detik. Berdasarkan Supriyanto (2014), 75% dari total air limbah domestik merupakan limbah *greywater*. Hasil perhitungan Debit rata-rata limbah *greywater* sebesar 0,236 liter/detik. Perhitungan debit puncak dan debit minimum *greywater* dihitung berdasarkan **Persamaan 2** dan **Persamaan 4** untuk desain ulang SPAL. Berdasarkan perhitungan persamaan tersebut didapatkan debit puncak *greywater* 0,397 liter/detik dan debit minimum *greywater* 0,121 liter/detik. Rekapitulasi hasil perhitungan debit limbah *greywater* dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Debit Limbah Greywater

No.	Perhitungan Debit	Q (L/detik)
1.	Debit air limbah domestik rata-rata (Q_r)	0,314
2.	Debit air limbah <i>greywater</i> ($Q_{greywater}$)	0,236
3.	Debit puncak air limbah <i>greywater</i> (Q_{peak})	0,397
4.	Debit minimum air limbah <i>greywater</i> (Q_{min})	0,121

b. Volume Unit Ekualisasi Greywater

Dalam desain ulang ini dibutuhkan unit bak ekualisasi sebagai bak penampung awal untuk menjaga kuantitas debit air limbah yang masuk. Perhitungan volume bak ekualisasi berdasarkan **Persamaan 5**. Hasil perhitungan volume bak ekualisasi sebesar 10,2 m³. Bak ekualisasi direncanakan 2 bak tampung yang berada di sebelah kanan dan kiri Rusunawa. Bak ekualisasi berbentuk balok dengan perbandingan panjang dan lebar sebesar 2:1 (SNI 8455:2017). Hasil perhitungan waktu detensi di dalam bak ekualisasi (HRT) sebesar 12 jam sesuai dengan kriteria desain pada SNI 2398:2017 yaitu 6-12 jam.

Pada desain ulang ini dibutuhkan pompa *submersible* yang berfungsi untuk mengalirkan limbah *greywater* dari bak ekualisasi menuju unit SRAB. Pompa Shimizu *submersible pump* tipe SPN-102 BIT dapat diperoleh dari **Tabel 4**.

Tabel 4. Spesifikasi Pompa Shimizu *submersible pump* tipe SPN-102 BIT

No.	Uraian	Ukuran	Satuan
1.	<i>Output</i>	100	W
2.	<i>Input</i>	0,18	kW
3.	<i>Head</i> maksimal	6	m
4.	Kapasitas maksimal	70	liter/menit
5.	Ukuran pipa	1	Inch

Sumber: Katalog Shimizu, 2021

c. Ukuran Unit Pengolahan Sistem Reaktor Anaerobik Bersekat (SRAB)

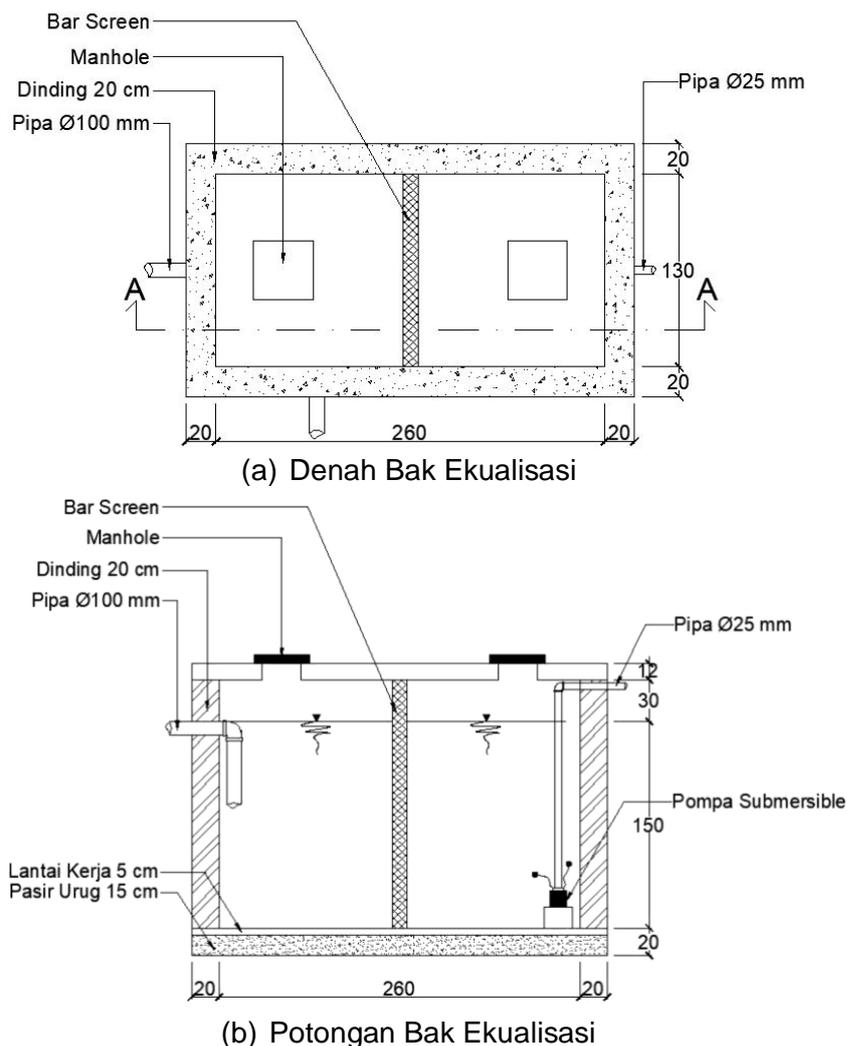
Pengolahan sistem reaktor anaerobik bersekat direncanakan untuk pengolahan limbah *greywater* secara biologi yang mampu mengurangi kandungan yang terdapat pada *greywater*. Perhitungan ukuran unit pengolahan didapatkan dari perhitungan volume masing-masing unit pengolahan. Desain ulang ini diawali dengan perhitungan bak pengendap dan dilanjutkan unit pengolahan SRAB. Hasil perhitungan volume bak pengendap sebesar 4,3 m³. Direncanakan 2 Bak Pengendap yang berada di sebelah kanan dan kiri Rusunawa, maka volume cairan dibagi menjadi 2 yaitu 2,2 m³. Dalam menentukan waktu detensi diketahui jangka waktu pengurusan 0,5 tahun dan rata-rata lumpur yang terkumpul 30 L/orang/tahun mengacu pada SNI 8455:2017. Hasil perhitungan waktu detensi di dalam bak pengendap (HRT) sebesar 0,37 hari lebih besar dari kriteria desain SNI 8455:2017 sebesar 0,2 hari.

Selanjutnya dilakukan perhitungan dimensi unit pengolahan Sistem Reaktor Anaerob Bersekat (SRAB) dengan debit saat jam puncak 0,397 liter/detik = 34,3 m³/hari. Ditetapkan penyisihan BOD sebesar 90%, maka HRT SRAB sebesar 16 jam (SNI 8455:2017). Hasil perhitungan volume unit SRAB sebesar 22,87 m³ dengan volume tiap kompartemen sebesar 3,2 m³. Jumlah kompartemen unit SRAB sebanyak 8 kompartemen yang dibagi menjadi 2 sisi kanan dan kiri Rusunawa. Rekapitulasi hasil perhitungan bak ekualisasi dan unit SRAB dapat dilihat pada **Tabel 5**.

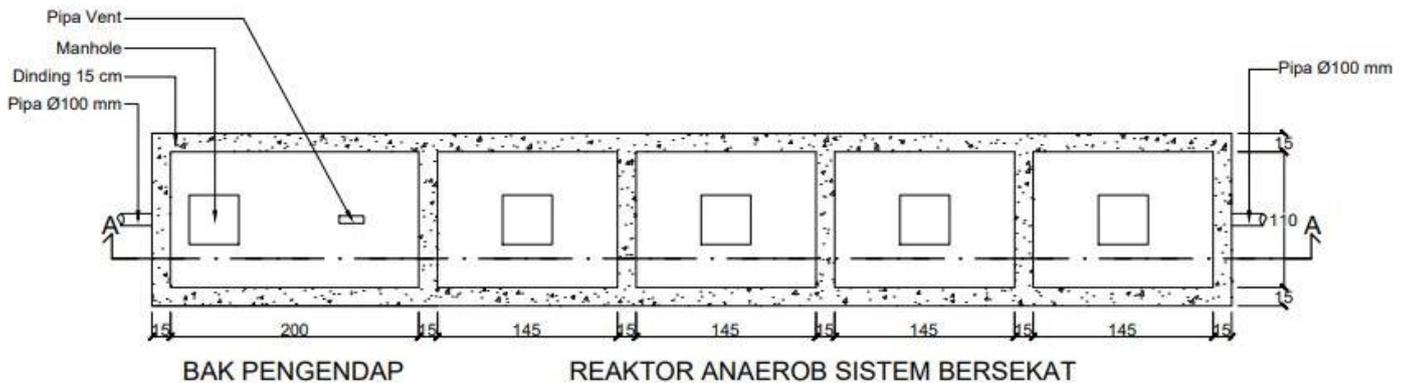
Tabel 5. Hasil Perhitungan Bak Ekualisasi dan Unit SRAB

No.	Unit Pengolahan	Volume (m ³)	Jumlah (unit)	Volume total greywater (m ³)	Ukuran (m)			
					p (m)	l (m)	t (m)	freeboard (m)
1.	Bak ekualisasi	3,4	2	6,8	2,6	1,5	1,3	0,3
2.	Unit SRAB							
	a.) Bak Pengendap	2,2	2	4,3	2	1,1	1	0,4
	b.) Kompartemen SRAB	3,2	8	22,87	1,45	1,1	2	0,4

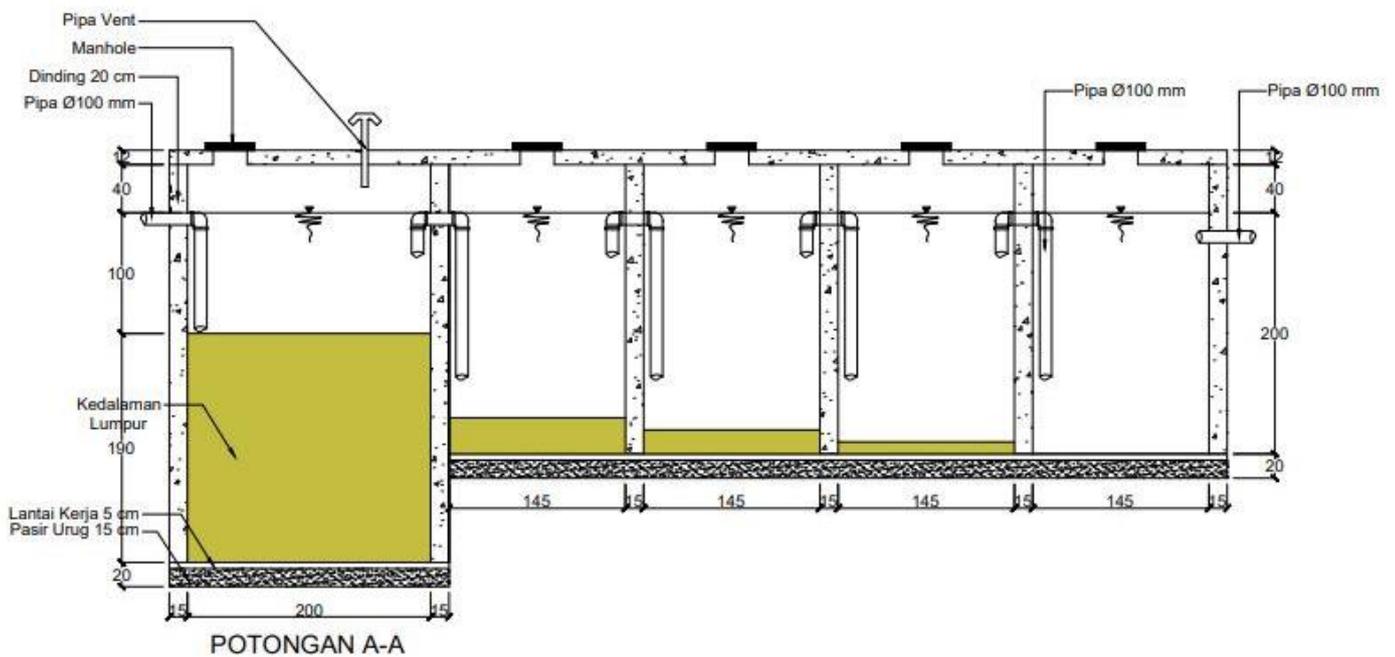
Berdasarkan ukuran yang telah ditetapkan gambar bak ekualisasi dapat dilihat pada **Gambar 3** dan bak pengendap serta SRAB yang dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 3. Bak Ekualisasi



(a) Denah Unit SRAB



(b) Potongan Unit SRAB

Gambar 4. Unit SRAB

3.2. Desain Ulang Sistem Penyaluran Air Limbah (SPAL)

SPAL dibuat sebagai sarana pengaliran air limbah dari masing-masing unit kamar ke IPAL. Desain Ulang SPAL antara lain diameter, kemiringan, dan beda elevasi penanaman pipa air kotor.

a. Penentuan *Fixture Unit*

Penentuan *fixture unit* digunakan untuk menentukan diameter pipa yang mengacu pada SNI 8153:2015 tentang Sistem plambing pada bangunan gedung didapatkan nilai unit beban alat plambing (UBAP) dan ukuran minimum diameter pipa air kotor. Jalur setiap sistem tersebut ditentukan berdasarkan UBAP kumulatif. Perhitungan diameter pipa kondisi terkini sudah sesuai dengan SNI 8153:2015 dengan memasang pipa berdiameter lebih besar untuk faktor keamanan. Akan tetapi pipa shaft *greywater* dari lantai 5 hingga 1 diperbolehkan menggunakan pipa minimum berdiameter 2" sedangkan pipa kondisi terkini menggunakan diameter 4". Hal tersebut dapat menimbulkan masalah yaitu bocornya *elbow* pada pipa tegak. Masalah ini terjadi karena dengan ukuran pipa maka air limbah akan terjun tanpa adanya hambatan atau gesekan dengan pipa sehingga *elbow* yang ada di ujung pipa tegak akan mengalami kebocoran. Hasil perhitungan diameter pipa air kotor diperoleh dari **Tabel 6**.

Tabel 6. Perhitungan Pipa Air Kotor

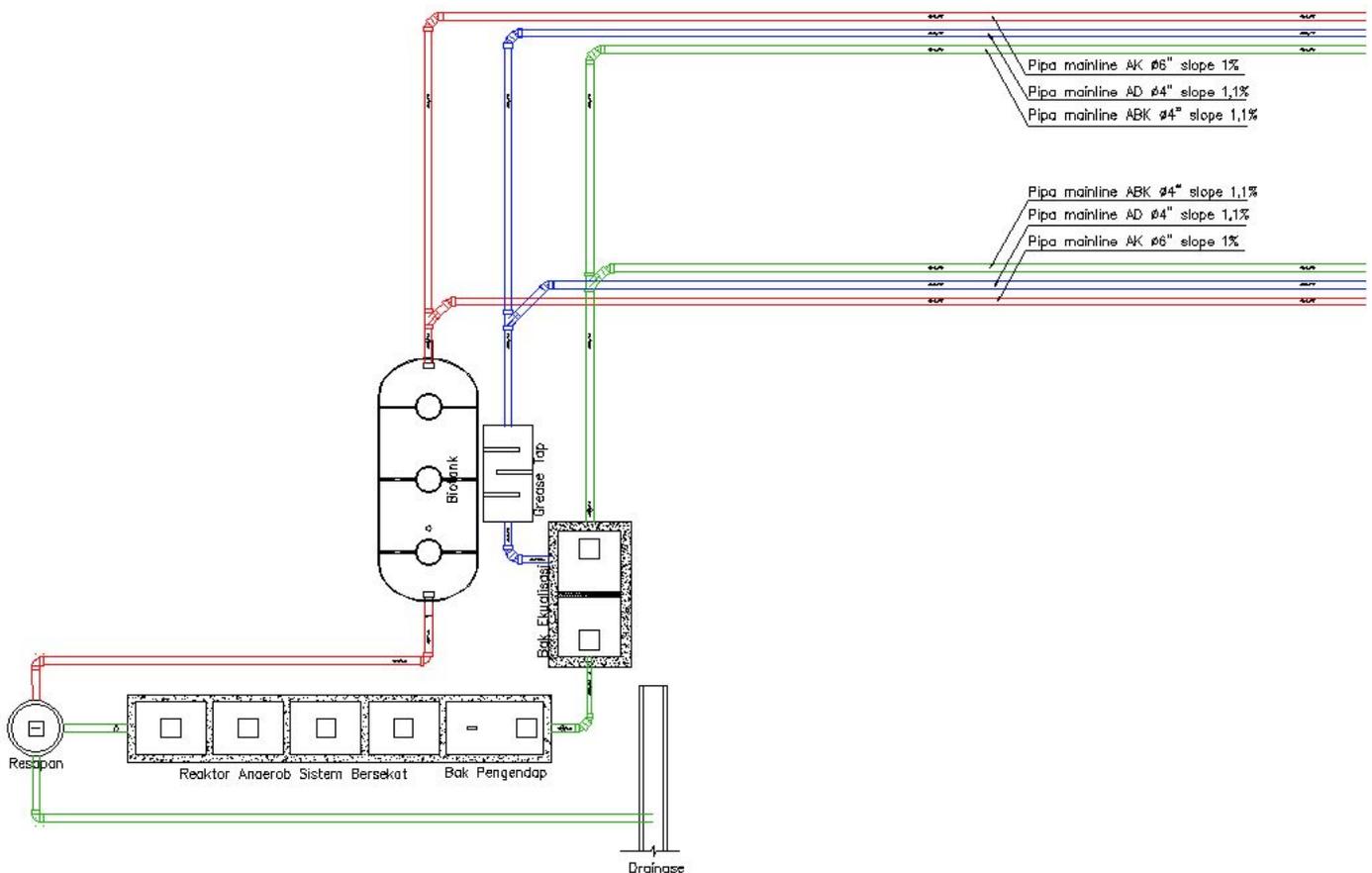
No.	Jalur	UBAP Kumulatif	Diameter Pipa Berdasarkan SNI-8153:2015 (inci)	Diameter Pipa Pasaran (inci)	Diameter <i>existing</i> dari gambar (inci)
1.	1 - X (<i>floor drain</i>)	2	2"	2"	2"
2.	3 - Y (<i>wastafel</i>)	2	1,5"	2"	2"
3.	Pipa vertikal <i>greywater</i> KM	2 x 5 = 10	2"	2"	4"
4.	Pipa vertikal <i>greywater</i> dapur	2 x 5 = 10	2"	2"	4"

b. Kemiringan Pipa

Desain ulang SPAL menggunakan sistem *shallow sewer* dimana pipa dibuat landai dan sistem pengaliran mengandalkan penggelontoran. Pipa yang digunakan untuk penyaluran *greywater* yaitu pipa PVC dengan nilai kekasaran 0,009 dan berdiameter 0,1 m. Kemiringan pipa *greywater* direncanakan memiliki kecepatan 1 m/detik. Hasil perhitungan kemiringan pipa yaitu sebesar 1,1%.

c. Beda Elevasi Penanaman Pipa

Kedalaman penanaman pipa diperlukan untuk perlindungan pipa dari beban di atasnya dan gangguan lain, beda elevasi mengikuti *slope* pipa. Terdapat 4 jalur pipa *greywater* yaitu pipa jalur a-b, pipa jalur b-c, pipa jalur d-e, pipa jalur e-f. Berdasarkan perhitungan didapatkan kedalaman penanaman pipa jalur a-b yaitu pipa awal 1,8 m dan pada pipa akhir yaitu 2,11 m. Selanjutnya kedalaman penanaman pipa jalur b-c adalah pipa awal 2,3 m dan pada pipa akhir yaitu 3,03 m. Kedalaman penanaman pipa jalur d-e adalah pipa awal 1,8 m dan pada pipa akhir yaitu 2,14 m. Terakhir kedalaman penanaman pipa jalur e-f adalah pipa awal 2,3 m dan pada pipa akhir yaitu 3,03 m.



Gambar 5. Hasil Desain Ulang SPAL menuju IPAL

Berdasarkan **Gambar 5** didapatkan ukuran diameter pipa horizontal *greywater* kamar mandi Ø4" ditandakan berwarna hijau, diameter pipa horizontal *greywater* dapur yaitu Ø4" ditandakan berwarna biru, diameter pipa vertikal *blackwater* Ø6" ditandakan berwarna merah.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil desain ulang didapatkan penambahan unit bak ekualisasi dan unit SRAB, dengan menghasilkan volume tampung *greywater* dan ukuran unit tersebut sesuai dengan SNI 8455:2017. Selain itu dengan penambahan unit SRAB terdapat perubahan sistem penyaluran air limbah, seperti kemiringan pipa dan beda elevasi pipa. Perubahan sistem penyaluran air limbah terjadi karena jalur dan jarak yang berbeda dengan kondisi terkini Rusunawa Gunung Anyar Surabaya. Pelaksanaan desain ulang di lapangan nantinya dibagi menjadi 2 zona unit pengolahan yaitu di sebelah kanan dan kiri Rusunawa. Hal ini dikarenakan terbatasnya lahan kosong yang terdapat pada Rusunawa Gunung Anyar. Perencanaan IPAL sebaiknya mempertimbangkan limbah *greywater* agar limbah yang dikeluarkan memenuhi standar baku mutu Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 52 Tahun 2014.

5. Daftar Pustaka

- [1] Shaikh IN, Ahammed MM. Quantity and quality characteristics of greywater from an Indian household. *Environ Monit Assess.* 2022; 194(191).
- [2] Saraswati SP, et al. Feasibility Evaluation of Wastewater Treatment Plant System: A Case Study of Domestic Wastewater System in Sleman Regency, Yogyakarta, Indonesia. *Journal of Civil Engineering Forum.* 2021; 7(3): 309-322.
- [3] Idris-Nda A, Aliyu HK, Dalil M. The challenges of domestic wastewater management in Nigeria: A case study of Minna, central Nigeria. *International Journal of Development and Sustainability.* 2013; 2(2): 1169-1182.
- [4] Kassab G, Halalshah M, Klapwijk A, Fayyad M, dan Van Lier J.B. Sequential Anaerobic-Aerobic Treatment for Wastewater-A Review. *Journal of Biosource Technology.* 2010; 101(10): 3299 – 3310.
- [5] Liu G, et al. Biological nutrient removal in a continuous anaerobic-aerobic-anoxic process treating synthetic domestic wastewater. 2013; 225: 223-229.
- [6] Kholif MA. *Pengelolaan air limbah domestik.* Surabaya: Scopindo Media Pustaka. 2020.
- [7] Supriyanto J. *Kajian Penggunaan Reaktor Biofilter untuk Pengolahan Greywater di Kawasan Pemukiman Atas Air Kelurahan Margasari Kota Balikpapan Menuju Konsep Zero Waste.* Thesis Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. 2014.
- [8] Fair GM, and Geyer JC. *Water Supply and Wastewater Disposal.* New York: John Wiley and Son. 1954.
- [9] Badan Standarisasi Nasional. SNI 8455:2017 tentang Perencanaan Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga Dengan Sistem Reaktor Anaerob Bersekat (SRAB). Jakarta: BSN; 2017.
- [10] Badan Standarisasi Nasional. SNI 8153:2015 tentang Sistem Plambing Pada Bangunan Gedung. Jakarta, BSN; 2015.
- [11] Badan Standarisasi Nasional. SNI 2398:2017 tentang Tata cara perencanaan tangki septik dengan pengolahan lanjutan (sumur resapan, bidang resapan, up flow filter, kolam sanita). Jakarta, BSN; 2017.