

# Perancangan Ulang Sistem Plambing dan Pengolahan Air Limbah Pada Rumah Susun Tanah Merah Kota Surabaya

Septian Setyo Prakoso dan Mohammad Razif

Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan,  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

*e-mail*: razif@its.ac.id

**Abstrak**—Rumah susun Tanah Merah Kota Surabaya telah beroperasi selama lebih dari 5 tahun serta banyak mengalami permasalahan terkait sistem plambing dan pengolahan air limbah, mulai dari tidak tercukupinya air saat pagi hari (jam puncak), tersumbat dan meluapnya air dari saluran pembuangan, meluapnya tanki septik. Evaluasi terhadap kinerja sistem plambing dan pengolahan air limbah rumah susun tanah merah di Surabaya diperlukan untuk memperbaiki beberapa permasalahan yang timbul. Berdasarkan hasil evaluasi diketahui ada beberapa masalah yang terjadi pada sistem plambing dan pengolahan air limbah diantaranya yaitu tidak tercukupinya kebutuhan air bersih secara kontinu, meluapnya tanki septik, kebocoran pipa air limbah dan mampetnya saluran pembuangan. Perancangan ulang dilakukan pada sistem plambing yaitu dengan Penambahan pompa untuk menunjang kebutuhan air pada saat jam puncak sehingga penghuni rusun tidak kekurangan air pada saat jam puncak. Penambahan dudukan pada rooftank reservoir sehingga sisa tekan pada unit rumah susun dapat terpenuhi. Pada pengolahan air limbah direncanakan bangunan pengolahan air limbah berupa Anaerobic Baffled Reactor dengan jumlah kompartemen sebanyak 12 dengan 1 bak pengendap. Dimensi tiap kompartemen yaitu  $P = 1,2 \text{ m}$   $L = 3 \text{ m}$  dan kedalaman =  $2 \text{ m}$  sedangkan dimensi bak pengendap yaitu  $P = 4,5 \text{ m}$   $L = 3 \text{ m}$  dan kedalaman  $3 \text{ m}$ . Anggaran biaya yang dibutuhkan yaitu Rp. 918.216.165 ,00.

**Kata Kunci**—Perancangan, Sistem Plambing, Anaerobic Baffle Reaktor, Rumah Susun.

## I. PENDAHULUAN

**P**ERTUMBUHAN penduduk di Kota Surabaya semakin meningkat. Jumlah penduduk Surabaya yaitu 2.848.583 jiwa dengan pertumbuhan penduduk sebesar 0,52% [1]. Hal ini berbanding terbalik dengan jumlah lahan tersedia yang semakin berkurang. Hal ini membuat Surabaya mulai banyak membangun apartemen maupun rumah susun. Bangunan vertikal ini menjadi alternatif karena satu gedung terdapat banyak unit yang satu unitnya dapat ditempati satu keluarga.

Salah satu rumah susun di Surabaya adalah Rumah Susun Tanah Merah. Rumah susun ini terdiri dari Tanah Merah 1 yang terdiri dari empat gedung yaitu gedung A, B, C, D dan

Tanah Merah 2 yang terdiri dari dua gedung yaitu gedung A dan B.

Setelah beroperasi selama lebih dari 5 tahun, rumah susun Tanah Merah telah banyak mengalami permasalahan terkait sistem plambing dan pengolahan air limbah, mulai dari tidak tercukupinya air saat pagi hari (jam puncak), tersumbat dan meluapnya air dari pipa pembuangan, meluapnya tanki septik.

Berdasarkan Undang-Undang RI No. 20 Tahun 2011, sebuah rumah susun harus memiliki kelengkapan berupa sistem penyediaan air bersih dan sistem penyaluran air buangan yang memadai. Hal ini yang menyebabkan diperlukannya perencanaan ulang dari sistem plambing dan pengolahan air limbah. Tujuan dari perancangan ulang yang dilakukan adalah memberikan solusi pada permasalahan sistem plambing (penyediaan air bersih, penyaluran air buangan) dan pengolahan air limbah yang terjadi pada Rumah Susun Tanah Merah Kota Surabaya. Selain itu juga bertujuan untuk memberikan konsep perencanaan dan pengelolaan sistem plambing dan pengolahan air limbah yang sesuai pada Rumah Susun Tanah Merah Kota Surabaya. Manfaat dari perencanaan ulang sistem plambing dan pengolahan limbah ini adalah untuk memberikan masukan kepada Dinas pengelola Rumah Susun Tanah Merah Kota Surabaya tentang pengelolaan sistem plambing dan pengolahan air limbah yang sesuai dengan Rumah Susun Tanah Merah Kota Surabaya.

## II. GAMBARAN UMUM

Rumah susun Tanah Merah Kota Surabaya mulai dihuni pada tahun 2009, warga yang menempati rumah susun Tanah Merah pada umumnya merupakan warga yang digusur dari tempat tinggal yang ilegal. Rumah susun Tanah Merah Kota Surabaya terdiri dari Tanah Merah 1 dan Tanah Merah 2 yang memiliki enam blok. Tanah Merah 1 memiliki 4 lantai dengan total unit ruangan penghuni sebanyak 384 unit. Tanah Merah 2 memiliki 4 lantai dengan total unit ruangan penghuni sebanyak 196 unit. Total ruangan penghuni adalah 580 unit. Rata-rata jumlah penghuni tiap unitnya yaitu 4 orang.

Konsisi eksisting pengolahan air limbah pada rumah susun Tanah Merah yaitu hanya memiliki unit tanki septik. Untuk limbah domestik grey water tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu air dari rumah susun tersebut disalurkan langsung menuju sungai yang ada di samping rumah susun.

Pada pengolahan air limbah rumah susun Tanah Merah Surabaya terdapat beberapa permasalahan yaitu kebocoran pipa, meluapnya tanki septik, dan tersumbatnya saluran pembuangan menuju sungai. Hal ini menyebabkan ketidaknyamanan penghuni rumah susun.

### III. METODE PERENCANAAN

#### A. Ide Perancangan

Ide tersebut muncul karena dilatar belakangi oleh terjadinya banyaknya masalah sistem plambing dan pengolahan air limbah rumah susun Tanah Merah seperti tidak terpenuhinya kebutuhan air bersih secara kontinu, terjadi kemampetan pada pipa pembuangan, meluapnya tanki septik. Dengan adanya perencanaan ini diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan sistem plambing dan pengolahan air limbah di rumah susun Tanah Merah sehingga menambah tingkat kenyamanan penghuni rusun.

#### B. Studi Literatur

Studi literatur merupakan teori yang menjadi dasar dan dapat mendukung perencanaan yang akan dilakukan. Sumber yang digunakan dalam studi literatur dapat diperoleh dari buku, jurnal, makalah seminar, skripsi, thesis dan sumber lainnya yang isinya dapat dipertanggungjawabkan. Dalam perencanaan ini literature yang dikaji meliputi sistem plambing dan instalasi pengolahan air limbah dengan menggunakan *anaerobic baffle reactor*.

#### C. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam perencanaan meliputi data primer dan data sekunder. Adapun data primer yang digunakan untuk analisa teknis sistem plambing adalah sebagai berikut :

- 1) Kebutuhan air rumah susun.  
Diperoleh dengan cara menghitung jumlah penghuni rusun untuk memprakirakan kebutuhan air yang dibutuhkan rumah susun tersebut.
- 2) Faktor jam puncak.  
Faktor jam puncak diperoleh dengan cara survei menggunakan kuisisioner *real demand survey* kepada penghuni.
- 3) Debit air buangan.  
Debit air buangan diperoleh dengan mengasumsikan dengan 80 % pemakaian air bersih.
- 4) Kualitas air limbah diperoleh dengan menganalisa hasil sampel limbah rumah susun di laboratorium manajemen kualitas lingkungan jurusan teknik lingkungan institut teknologi sepuluh nopember.

Sedangkan data sekunder yang dibutuhkan adalah :

- 1) Peta denah tiap lantai.  
Peta denah tiap lantai dari rumah susun diperoleh dari Dinas Pengelolaan Bangunan dan Tanah Kota Surabaya.
- 2) Data perencanaan air.

Data ini didapatkan dari PDAM melalui situs online [suryasembada.com](http://suryasembada.com)

- 3) Jenis alat saniter dan harga satuan.  
Data ini didapatkan dari data supplier alat saniter/toko bangunan.
- 4) HSPK Surabaya untuk perhitungan konstruksi sistem plambing dan IPAL.
- 5) SNI harga satuan kerja untuk perhitungan konstruksi sistem plambing dan IPAL
- 6) Baku mutu air limbah domestik.  
Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013.

#### D. Analisis dan Pembahasan

Data yang telah dikumpulkan kemudian di analisa dan dilakukan pembahasan dalam tugas akhir ini meliputi dua aspek yaitu aspek teknis dan aspek BOQ&RAB. Berikut merupakan analisa data dan pengolahan yang dilakukan :

- 1) Evaluasi Eksisting.
  - A. Menganalisis kondisi sistem plambing dan IPAL/tanki septik eksisting. Analisa beban air bersih dan air limbah terhadap alat plambing dan IPAL eksisting.
  - B. Memetakan alat plambing setiap lantai dan posisi IPAL/tanki septik.
- 2) Perancangan ulang sistem plambing dan IPAL
  - A. Perencanaan Ulang sistem plambing
    - a. Membuat, menyebarkan, dan menganalisis untuk mengetahui jam puncak data analisa jam puncak yang berupa kuisisioner diolah untuk mendapatkan penentuan pada pukul berapa aktivitas maksimum penghuni rusun.
    - b. Perhitungan dimensi unit plambing setiap lantai yang mencakup pipa air bersih, pipa air limbah dan ven.
    - c. Perhitungan unit pelengkap seperti *Ground Reservoir*, *Rooftank*, dan pompa.
    - d. Penggambaran DED plambing
  - B. Perancangan ulang IPAL ABR pengganti tanki septik
    - a. Perhitungan debit air limbah dari pemakaian air bersih
    - b. Penentuan karakteristik air limbah dari studi terdahulu
    - c. Penentuan kriteria perencanaan ABR
    - d. Perhitungan dimensi ABR
    - e. Penggambaran DED IPAL
  - C. Perhitungan BOQ & RAB sistem plambing dan IPAL.
    - a. Perhitungan BOQ & RAB sistem plambing
    - b. Perhitungan BOQ & RAB IPAL ABR.

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Kebutuhan air

Pola pemakaian air penghuni Rumah Susun Tanah Merah Kota Surabaya digunakan untuk merencanakan sistem plambing dan sistem pengolahan air limbah. Data fluktuasi pemakaian air nantinya digunakan untuk mendesain bak ekulaisasi.



Gambar. 1. Fluktuasi penggunaan air

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air} &= \text{Debit penggunaan air bersih} \times \text{jumlah} \\ &\quad \text{penghuni} \\ &= 172 \text{ Liter/orang.hari} \times 1258 = 216\text{m}^3 \\ \text{Debit Limbah} &= 216 \text{ m}^3/\text{hari} \times 80\% = 172 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{Debit Puncak} &= 172 \times 1.3 \text{ (Fp)} = 234 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

**B. Sistem Plambing**

Sistem Plambing merupakan sistem perpipaan dalam gedung dalam perancangan ini terdiri dari sistem plambing air bersih, sistem plambing air buangan dan sistem plambing ven.

Dalam perancangan ini sistem plambing air bersih menggunakan sistem tangki atap. Dalam sistem ini air ditampung lebih dahulu dalam tangki bawah (dipasang pada lantai terendah bangunan atau dibawah muka tanah) kemudian dipompakan ke suatu tangki atas yang biasanya dipasang di atas atap atau di atas lantai tertinggi bangunan. Apabila tekanan air dalam pipa utama cukup besar, air dapat langsung dialirkan ke dalam tangki atap tanpa disimpan dalam tangki bawah dan dipompa. Berikut merupakan hasil perhitungan pipa air bersih [2][3]:

Tabel 1.  
Diameter Pipa Air bersih

| Jalur   | UAP | Q (GPM) | Q (L/detik) | D (inci) |
|---|-----|---------|-------------|----------|
| A( Kran Kamar Mandi) - C                        | 2   | 2       | 0.12        | ¾        |
| B (Sink Dapur) - C                              | 2   | 2       | 0.12        | ¾        |
| C - D (Meter Air)                               | 4   | 4       | 0.25        | ¾        |
| Pipa distribusi tiap lantai – pipa tegak(Shaft) | 48  | 190     | 11.99       | 2 ½      |
| Shaft - Reservoir                               | 192 | 340     | 21.45       | 3        |

Dalam perhitungan diameter ipa air bersih dengan menggunakan literatur, diameter eksisting pipa air bersih rumah susun Tanah Merah Kota Surabaya telah sesuai. Berikut merupakan hasil perhitungan pipa air limbah [4][5] :

Tabel 2.  
Diameter Pipa Air Limbah

| Jalur                                    | Diameter Pipa |
|--|---------------|
| A (floor drain) - B (Sink Dapur)         | 2             |
| B – Pipa tegak grey water                | 2             |
| C - Pipa Tegak Black water               | 3             |
| Pipa Shaft (Tegak)                       |               |
| Pipa tegak grey water (Lantai 5) – IPAL  | 4             |
| Pipa tegak black water (Lantai 5) - IPAL | 4             |

**C. Instalasi pengolahan air limbah**

**1. Bak ekualisasi**

Volume bak ekualisasi diperoleh dengan menjumlahkan selisih negative terbesar dan selisih nilai positif terbesar dari fluktuasi penggunaan air yang diperoleh melalui survei. Maka perhitungan bak ekualisasi adalah sebagai berikut.

$$V = (11.22 + 4.76) \% \times Q_{ave}$$

$$V = 27.6 \text{ m}^3$$

Direncanakan

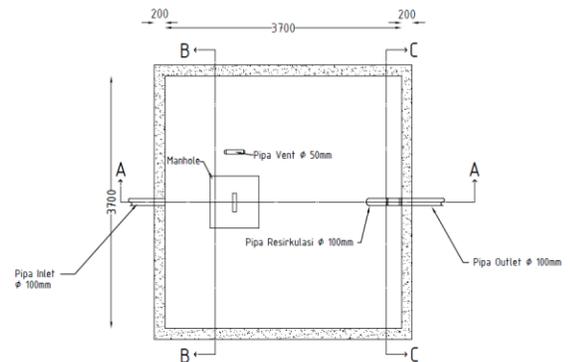
$$H = 2 \text{ m} \quad \text{Freeboard} = 0.3$$

$$P : L = 1 : 1$$

$$V = P \times L \times H$$

$$27.6 = L \times L \times 2$$

$$L = 3.7 \text{ m} \quad P = 3.7 \text{ m}$$



Gambar. 2. Bak ekualisasi

**2. Grease Trap**

Berikut merupakan perhitungan unit grease trap [17] :

**Dimensi Kompartemen**

$$\text{Waktu detensi (td)} = 15 \text{ menit (rencana)}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume GT} &= Q_{total} \times \text{td} \\ &= (234 \text{ m}^3/\text{hari} : 1440 \text{ menit/jam}) \times 15 \text{ menit} \\ &= 2.5 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Kedalaman efektif} = 1 \text{ m (rencana)}$$

$$\text{Freeboard} = 0.3 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Kedalaman total} &= 1 \text{ m} + 0.3 \text{ m} \\ &= 1.3 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{A surface} = \text{Volume} : \text{H efektif}$$

$$= 2.5 \text{ m}^3 / 1 \text{ m}$$

$$= 2.5 \text{ m}^2$$

$$P : L = 2 : 1$$

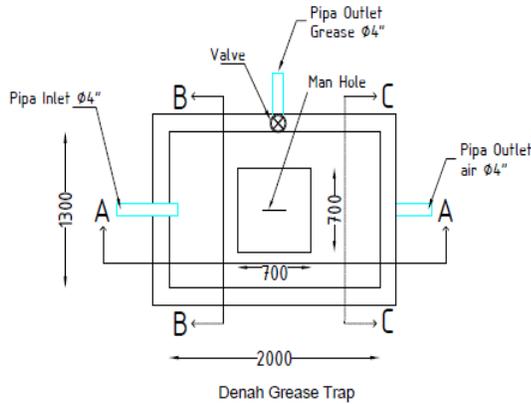
$$\text{Lebar} = \sqrt{\frac{A \text{ surface}}{2}}$$

$$= \sqrt{\frac{2.5}{2}} = 1.11 \text{ m} \approx 1,2 \text{ m}$$

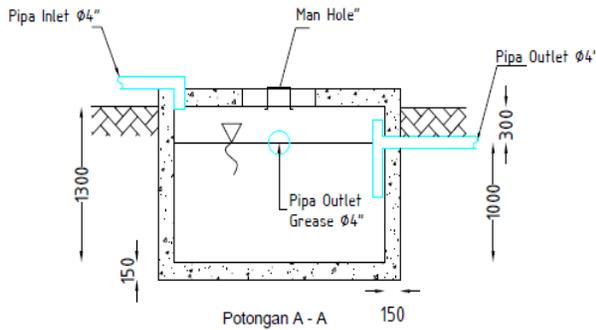
$$\text{Panjang} = A \text{ surface} : \text{Lebar}$$

$$= 2.5 \text{ m}^2 : 1,2 \text{ m}$$

$$= 2,08 \text{ m} \approx 2 \text{ m}$$



Denah Grease Trap



Potongan A - A

Gambar. 3. Grease Trap

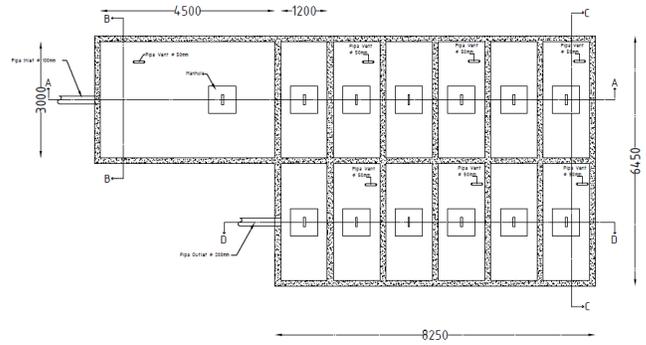
### 3. Anaerobic Baffled Reactor

Perencanaan ABR menggunakan debit harian maksimal. Debit hari maksimal sebesar 234 m<sup>3</sup>/hari. Kualitas air limbah yang diolah memiliki nilai COD sebesar 183 mg/l, BOD sebesar 105 mg/l, minyak sebesar 16 mg/l dan nilai TSS sebesar 140 mg/l. ABR direncanakan untuk memenuhi baku mutu pergub jatim no 72 tahun 20013 [10] yaitu nilai COD sebesar 50 mg/l, BOD sebesar 30 mg/l, TSS sebesar 50 mg/l dan minyak sebesar ABR memiliki kriteria desain sebagai berikut [13]:

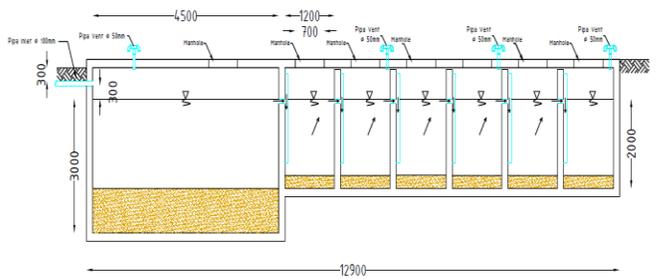
- 1) Kecepatan upflow ( $V_{up}$ ) < 2 m/jam;
- 2) Organic Loading Rate (OLR) < 3 kgCOD/m<sup>3</sup>;
- 3) Hydraulic Loading Rate (HLR) > 8 jam;
- 4) Panjang kompartemen = (0,5-0,6) tinggi air;
- 5) Removal BOD = 70-90%.

Berdasarkan perhitungan dimensi ABR yang mengacu pada kriteria di atas, diperoleh dimensi ABR meliputi panjang × lebar × tinggi sebesar (12,75 × 4,5 × 1,2 m. Desain ABR dapat Dilihat

Pada Gambar 4.



Gambar. 4. Denah ABR



Gambar. 5. Potongan ABR

### D. Bill of Quantity (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Seluruh pekerjaan yang dibutuhkan dalam perencanaan ini dirincikan dalam BOQ. Volume pekerjaan tersebut kemudian dikalikan dengan biaya per satuan pekerjaan yang diperoleh dari HSPK Kota Surabaya 2017[2]. Hasil perhitungan Biaya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi RAB

| No. | Uraian Kegiatan                                    | Satuan         | Harga HSPK (Rp.) | Jumlah | Harga Total (Rp.)  |
|-----|--|----------------|------------------|--------|--------------------|
| 1   | Pembersihan Lapangan Ringan dan Perataan           | m <sup>2</sup> | 9,450.00         | 288    | 2,721,600          |
| 2   | Penggalian Tanah Biasa untuk Konstruksi            | m <sup>3</sup> | 86,450.00        | 677    | 58,483,425         |
| 3   | Pengurugan Pasir Padat                             | m <sup>3</sup> | 214,820.00       | 27.7   | 5,950,514          |
| 4   | Pekerjaan Beton K-225                              | m <sup>3</sup> | 1,175,912.83     | 156.50 | 184,030,358        |
| 5   | Pekerjaan Pambesian dengan Besi Beton (Polos/Liur) | kg             | 15,291.30        | 23483  | 359,085,598        |
| 6   | Pekerjaan Bekisting Lantai                         | m <sup>2</sup> | 383,646.50       | 216    | 82,867,644         |
| 7   | Pekerjaan Bekisting Dinding                        | m <sup>2</sup> | 373,700.00       | 415    | 155,085,500        |
| 8   | Pemasangan Pipa Air Kotor Diameter 4"              | m              | 65,596.30        | 587.5  | 38,537,826         |
| 9   | bersih   | Buah           | 4,100,000        | 4      | 16,400,000         |
| 10  | Pengadaan Pompa Fire Hydrant                       | Buah           | 4,499,000        | 2      | 8,998,000          |
| 11  | Ekualisasi   | Buah           | 5,229,000        | 1      | 5,229,000          |
| 12  | Pengadaan Aksesoris:                               |                |                  |        |                    |
|     | -Tee All flange 2"                                 | 1 Buah         | 6,400            | 8      | 51,200             |
|     | -Tee All flange 4"                                 | 1 Buah         | 31,400           | 14     | 439,600            |
|     | -Elbow 90° 2"                                      | 1 Buah         | 4,850            | 16     | 77,600             |
|     | -Elbow 90° 4"                                      | 1 Buah         | 23,700           | 4      | 94,800             |
|     | -Check valve                                       | 1 Buah         | 163,500          | 1      | 163,500            |
|     | <b>Total</b>                                       |                |                  |        | <b>918,216,165</b> |

Kebutuhan biaya pembangunan adalah Rp 912.216.186,-

## V. KESIMPULAN

Secara umum sistem plambing dari rumah susun Tanah Merah Kota Surabaya sudah memenuhi standar. Namun ada beberapa hal yang menjadi permasalahan dalam sistem plambing rumah susun Tanah Merah yaitu tidak terpenuhinya air pada saat jam puncak dan juga kebutuhan air masih belum tercukupi dengan baik.

Penambahan pompa untuk menunjang kebutuhan air pada saat jam puncak sehingga penghuni rusun tidak kekurangan air pada saat jam puncak. Penambahan dudukan pada rooftank reservoir sehingga sisa tekan pada unit rumah susun dapat terpenuhi.

Dimensi ABR mencakup lebar (4,5) m, panjang (12,9) m, dan tinggi bangunan (1,2) m. Jumlah kompartemen ABR 12 ruang.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik Kota Surabaya, "Surabaya Dalam Angka," Surabaya, 2016.
- [2] S. dan M. T. Noerbambang, *Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing*. Jakarta: Pradnya Paramita, 2000.
- [3] J. Wongthanate, N. Mapracha, B. Prapagdee, and C. Arunlertaree, "Efficiency of Modified Grease Trap for Domestic Wastewater Treatment," *J. Ind. Technol.*, vol. 10, pp. 2557–2569, 2014.
- [4] Badan Standarisasi Nasional, "Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing," Jakarta, 2005.
- [5] Badan Standarisasi Nasional, "SNI 8153-2015: Sistem Plambing Pada Bangunan Gedung," Jakarta, 2015.