



Analisis Sistem Plumbing Air Bersih dan Air Buangan pada Proyek Pembangunan *Integrated Laboratory for Engineering Biotechnology*¹

Plumbing System Analysis for Clean Water and Waste Water in Development Projects of Integrated Laboratory for Engineering Biotechnology

David Firman Sudrajat^a, Yeny Dhokhikah^{b,2}, Ririn Endah Badriani^b

^a Program Studi S1 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember.

^b Program Studi S1 Teknik Lingkungan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember

ABSTRAK

Saat artikel ini dibuat, Universitas Jember sedang melakukan proyek pembangunan *Integrated Laboratory Engineering Biotechnology* yang terdiri atas 6 lantai. Dalam suatu pembangunan gedung dibutuhkan suatu perencanaan sistem plumbing yang baik. Untuk itu dilakukan penelitian dengan membandingkan DED sistem plumbing dengan hasil perhitungan sesuai SNI 2015. Penelitian ini dilakukan sebagai bahan perbandingan dan masukan pada proyek pembangunan gedung. Gedung *Laboratory Engineering Biotechnology* membutuhkan debit air sebesar sebesar 550 L/menit atau 792 m³/hari (berdasarkan SNI 8153-2015), dan 620 L/menit atau 893 m³/hari (berdasarkan Gambar DED), sedangkan debit air buangan sebesar 212 m³/hari (sesuai SNI 8153-2015) dan 238 m³/hari (sesuai Gambar DED). Diameter air bersih yang terpakai berkisar antara 2-2,5 inci atau 50-60 mm. Didapatkan volume tangki bawah tanah sebesar 106 m³ dan tangki atap sebesar 40 m³. Menurut Gambar DED didapatkan volume tangki bawah tanah sebesar 120 m³ dan tangki atap sebesar 45 m³. Diameter pipa air buangan berdasarkan minimum alat plumbing (SNI 8153-2015) berkisar antara 80-100 mm dan diameter pipa ven berkisar antara 80-100 mm. Adapun berdasarkan Gambar DED didapatkan diameter pipa air buangan berkisar antara 100-125 mm, sedangkan diameter pipa ven berkisar antara 80-125 mm.

Kata kunci: integrated laboratory engineering biotechnology, sistem plumbing, air bersih, air buangan

ABSTRACT

When this article is written, University of Jember is conducting a development project for *Integrated Laboratory Engineering Biotechnology*. In building construction, good plumbing system planning is needed. For this reason, a study was carried out by comparing DED of the plumbing system with the results of calculations according to SNI 2015 based on the number of occupants. The building requires a water discharge of 550 L/minute or 792 m³/day (based on SNI 8153-2015) and 620 L/minute or 893 m³/day (based on DED Figure), while the wastewater discharge is 212 m³/day. The diameter of the clean water used ranges from 2-2.5 inches or 50-60 mm. The underground tank volume is 106 m³ and the roof tank is 40 m³. According to DED Figure, the underground tank volume is 120 m³ and the roof tank is 45 m³. The diameter of the wastewater pipe based on the minimum plumbing tool (SNI 8153-2015) ranges from 80-100 mm and the diameter of the vent pipe ranges from 80-100 mm. The calculation based on the DED Figure shows that the diameter of the exhaust pipe ranges from 100-125 mm, while the diameter of the vent pipe ranges from 80-125 mm.

Keywords: integrated laboratory engineering biotechnology, plumbing system, clean water, black water

¹ Info Artikel: Received: 27 November 2020, Accepted: 27 Juni 2022

² Corresponding Author: Yeny Dhokhikah, yeny.teknik@unej.ac.id

PENDAHULUAN

Universitas Jember (UNEJ) merupakan salah satu perguruan tinggi negeri yang ada di Jawa Timur yang berdiri sejak 1964. Awalnya UNEJ hanya terdiri atas 5 fakultas, seiring perkembangan waktu Universitas Jember saat ini terdiri atas 15 Fakultas yaitu Fakultas Ilmu Budaya (FIB), Fakultas Ekonomi dan Bisnis (FEB), Fakultas Hukum (FH), Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP), Fakultas Kesehatan Masyarakat (FKM), Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik (FISIP), Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Fakultas Pertanian (Faperta), Fakultas Teknik (FT), Fakultas Farmasi (FF), Fakultas Teknologi Pertanian (FTP), Fakultas Kedokteran (FK), Fakultas Kedokteran Gigi (FKG), Fakultas Ilmu Komputer (FASILKOM), dan Fakultas Ilmu Keperawatan (FIK).

Dalam upaya meningkatkan fasilitas dan pelayanan yang ada di Universitas Jember diperlukan pembangunan gedung baru. Universitas Jember pada tahun 2018 mendapatkan hibah dari IsDB (*Islamic Development Bank*) untuk pembangunan Gedung di Kampus Tegalboto dan kampus Jubung. Beberapa Gedung besar dibangun di kampus Tegalboto meliputi 1 auditorium dan 6 laboratorium terpadu. Salah satunya adalah *Integrated Laboratory Engineering Biotechnology* yang terdiri atas 6 lantai sebagai Laboratorium Terpadu Teknik Bioteknologi. Dalam suatu pembangunan gedung dibutuhkan suatu perencanaan sistem plambing yang baik agar kebutuhan air bersih dapat terpenuhi dan air buangan tidak mencemari lingkungan sekitar, karena berpotensi dalam penyebaran penyakit (Wang et.al., 2017). Untuk menjaga kualitas air agar terhindar dari zat berbahaya dan mikroba yang berhubungan dengan jaringan, suhu dan waktu menjadi suatu keharusan (Zlatanovic et.al., 2017). Pemilihan pipa untuk sistem plambing harus diperhatikan utamanya pipa sistem air bersih harus aman untuk Kesehatan manusia. Pengetahuan tentang bahan pipa adalah sangat penting, karena beberapa bahan pipa seperti kaca, baja galvanis, *stainless steel*, tembaga, Polyvinyl klorida (PVC), Polyethylene (PEX-c) dan Cross-linked Random Polymer (PPR) yang mempengaruhi kualitas air (Assaidi et.al., 2018). Secara tidak langsung, sistem perpipaan juga berkontribusi terhadap kenyamanan sebuah bangunan (Oh, 2015).

Perencanaan sistem plambing pada proyek pembangunan *Integrated Laboratory Engineering Biotechnology* membandingkan antara DED yang sudah ada dengan SNI 8153-2015 Sistem Plambing pada Bangunan Gedung. Penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan perbandingan dan masukan pada proyek pembangunan *Integrated Laboratory Engineering Biotechnology*.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini terletak di proyek pembangunan *Integrated Laboratory for Engineering Biotechnology* yang terletak di dalam universitas Jember. Lokasi proyek dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Integrated Laboratory for Engineering Biotechnology
(Sumber: earth.google.com)

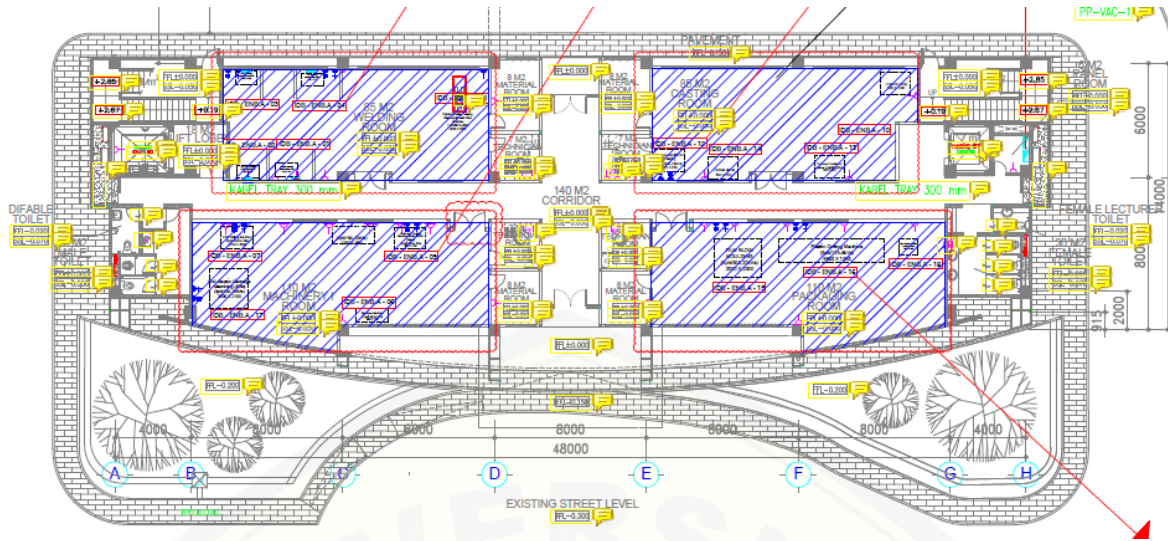
Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan pada penelitian ini yaitu data sekunder. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari instansi terkait. Pemilihan Gedung *Integrated Laboratory for Engineering Biotechnology*, karena Gedung ini memiliki jenis laboratorium yang berbeda dengan gedung laboratorium yang lain yaitu jenis laboratorium elektrik dan mekanik. Data sekunder yang dipakai adalah *lay out plan* proyek pembangunan dari kontraktor.

Langkah Penelitian

Langkah yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi:

1. Gambar layout dan denah proyek pembangunan Gedung *Integrated Laboratory for Engineering Biotechnology*.
2. Melakukan analisis sistem penyediaan air bersih
 - a. Perhitungan kebutuhan air bersih
 - b. Perhitungan kapasitas dan dimensi *ground reservoir*
 - c. Perhitungan kapasitas dan dimensi *roof tank*
 - d. Penentuan dimensi pipa air bersih dari *ground reservoir* ke *roof tank*
 - e. Perhitungan ketinggian *roof tank*
 - f. Perhitungan dimensi pipa air bersih
3. Melakukan analisis sistem penyaluran air buangan
 - a. Penentuan beban unit alat plambing
 - b. Penentuan beban alat plambing kumulatif
 - c. Perhitungan dimensi pipa air buangan
 - d. Perencanaan sistem ven



Gambar 2. Denah Gedung *Integrated Laboratory for Engineering Biotechnology* lantai 1
(Sumber: PT. Adhika Karsa Pratama-PT. Deta Dekon, 2016)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kebutuhan Air Bersih

Perhitungan kebutuhan air bersih pada proyek pembangunan *Integrated Laboratory for Engineering Biotechnology* menggunakan metode berdasarkan jumlah penghuni, dengan luas per lantai sebesar 672 m² dengan total luas untuk 6 lantai sebesar 4.032 m². Berdasarkan Peraturan Menteri Keuangan RI No. 248/PMK.06/2011 tentang Standar Barang dan Standar Kebutuhan Barang Milik Negara Berupa Tanah dan/atau Bangunan luas efektif bangunan melebihi 4 lantai sebesar 70%, sehingga luas efektif bangunan sebesar 2.822 m². Berikut hasil perhitungannya.

$$\text{Luas lantai efektif} = \% \text{ okupansi} \times \text{luas lantai total} \quad (1)$$

$$\text{Luas lantai efektif} = 70\% \times 4.032 = 2.822 \text{ m}^2$$

Tabel 1. Kebutuhan alat plambing minimum menurut SNI 8153-2015

Lantai	Toilet laki-laki			Toilet perempuan		Jumlah per lantai			Nilai UBAP
	WC	UR	LV	WC	LV	WC	UR	LV	
1	2	1	2	4	2	6	1	4	149
2	2	1	2	4	2	6	1	4	228
3	2	1	2	4	2	6	1	4	302
4	2	1	2	4	2	6	1	4	374
5	2	1	2	4	2	6	1	4	443
6	2	1	2	4	2	6	1	4	512
Total alat plambing						36	6	24	

Ket. WC=kloset; LV = bak cuci tangan, UR =urinal
Sumber: hasil perhitungan

Penentuan jumlah penghuni didasarkan pada okupansi per orang untuk laboratorium yaitu sebesar 5-10 m² (Noerbambang dan Morimura, 2000) dan digunakan 5 m²/orang, sehingga jumlah penghuni untuk 6 lantai sebesar 565 orang, sehingga jumlah orang per lantai sebesar 96 orang. Jika mengacu pada SNI 8153-2015 untuk fasilitas Pendidikan dan tidak diketahui rasio laki-laki dan perempuan maka diasumsikan sebesar 1:1 yaitu jumlah laki-laki 48 orang dan perempuan 48 orang. Dengan memperhitungkan juga toilet khusus disabilitas yang terpisah masing-masing untuk laki-laki dan perempuan terdapat 1 kloset dan 1 *lavatory*, maka diperoleh jumlah alat plambing minimum sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1.

Kebutuhan alat plambing berdasarkan gambar DED ditampilkan dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kebutuhan alat plambing dalam Gambar DED

Lantai	Toilet laki-laki			Toilet perempuan		Jumlah per lantai			Nilai UBAP
	WC	UR	LV	WC	LV	WC	UR	LV	
1	3	3	2	4	3	7	3	5	184
2	3	3	2	4	3	7	3	5	276
3	3	3	2	4	3	7	3	5	365
4	3	3	2	4	3	7	3	5	454
5	3	3	2	4	3	7	3	5	543
6	3	3	2	4	3	7	3	5	632
Total alat plambing						42	18	30	

Ket. WC=kloset; LV = bak cuci tangan, UR =urinal

Sumber: hasil perhitungan

Untuk menghitung Unit Beban Alat Plambing (UBAP) harus diperhatikan bahwa dari atas atau dari bawah. Jika arah aliran air dari tandon atas, maka nilai UBAP pada lantai 6 adalah kumulatif dari lantai 6 dan lantai 1-5. Tekanan yang digunakan antara 32,2 mka s.d 42,0 mka (meter kolom air). Berikut perbandingan antara perhitungan UBAP dengan SNI 8153-2015 dengan gambar DED sebagaimana pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan nilai UBAP dan diameter pipa air bersih terpakai berdasarkan SNI 8153-2015 dengan gambar DED

Lantai	Nilai kumulatif UBAP		Diameter pipa air bersih terpakai (inci)	
	SNI 8153-2015	Gambar DED	SNI 8153-2015	Gambar DED
1	149	184	2	2
2	228	276	2	2
3	302	365	2	2
4	374	454	2	2 ½
5	443	543	2 ½	2 ½
6	512	632	2 ½	2 ½

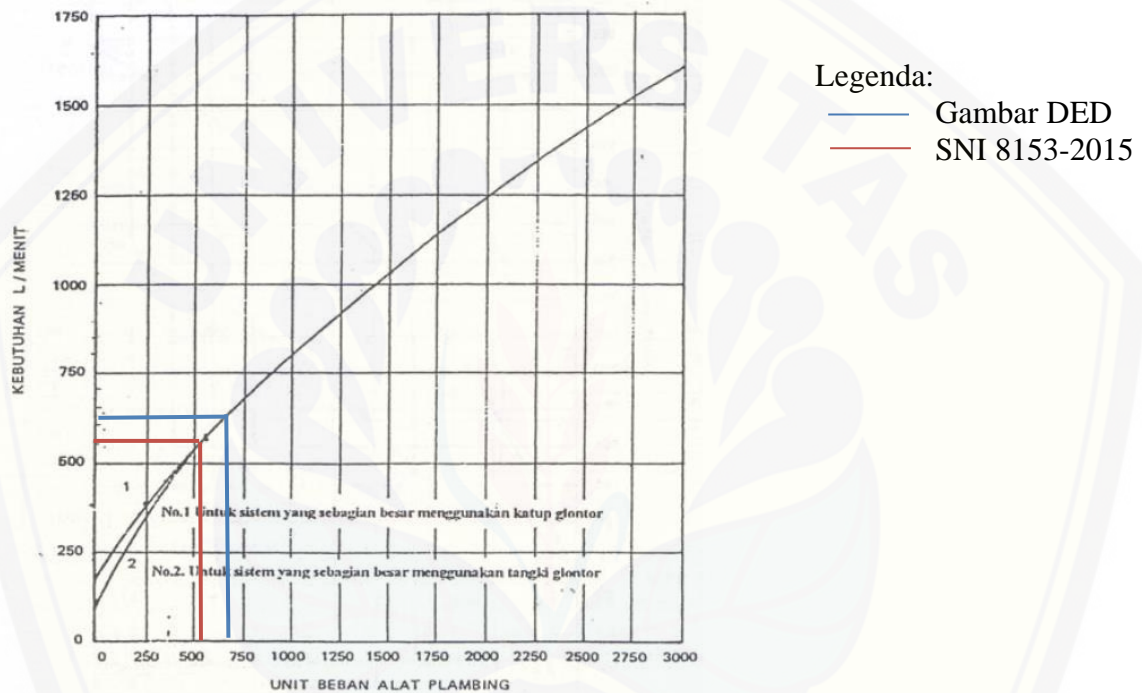
Keterangan: 1 inci = 2,54 cm

Sumber: hasil perhitungan

Tabel 3 menunjukkan bahwa diameter air bersih yang terpakai berkisar antara 2-2,5 inci atau 50-60 mm. Jenis pipa yang layak dipakai untuk sistem air bersih adalah HDPE, karena kekuatan, material yang dipakai aman untuk Kesehatan, dan ekonomis dibandingkan *cast iron pipe*.

Kapasitas Tangki

Gedung *Integrated Laboratory Engineering Biotechnology* menggunakan 2 macam tangki yaitu tangki bawah tanah dan tangki atas. Penentuan kapasitas tangki tergantung pada kebutuhan air bersih per harinya. Berdasarkan nilai UBAP dapat ditentukan kebutuhan air bersih menggunakan grafik pada Gambar 3 dan didapatkan kebutuhan air untuk 512 UBAP sebesar 550 L/menit (792 m³/hari), dan untuk 632 UBAP didapatkan kebutuhan air sebesar 620 L/menit (893 m³/hari).



Gambar 3. Diagram kebutuhan air per hari berdasarkan Unit Beban Alat Plambing (Sumber: SNI 03-7065-2005)

Volume tangki air dapat ditentukan dengan persamaan berikut (Juwana, 2005)

$$\text{Volume tangki bawah tanah} = V_{tb} = 40\% \times Qd \tag{2}$$

$$\text{Volume tangki atas} = V_{ta} = 15\% \times Qd \tag{3}$$

Keterangan: Qd = kebutuhan air bersih (m³/hari)

Berdasarkan persamaan (2) dan (3) diperoleh volume tangki bawah tanah dan volume tangki atas sebagaimana ditampilkan di Tabel 4.

Tabel 4. Volume tangki bawah tanah dan tangki atap

Volume tangki (m ³)	Sesuai SNI 8153-2015	Sesuai Gambar DED
Tangki bawah tanah	105,6 ≈ 106	119,2 ≈ 120
Tangki atap	39,6 ≈ 40	44,7 ≈ 45

Berdasarkan Tabel 4 untuk perhitungan menurut SNI 8153-2015 didapatkan volume tangki bawah tanah sebesar 106 m³ dan tangki atap sebesar 40 m³. Menurut Gambar DED didapatkan volume tangki bawah tanah sebesar 120 m³ dan tangki atap sebesar 45 m³.

Dimensi Pipa Air Bersih dari *Ground Reservoir* ke *Rooftank*

Ukuran diameter pipa air bersih dari pompa dapat dihitung dengan mengasumsikan kecepatan yang ada. Jika kecepatan pipa hisap sebesar 2 m/detik dengan kebutuhan air 550 L/menit s.d 620 L/menit, maka didapatkan diameter pipa hisap sebesar 80 mm. Diameter di pasaran hanya tersedia 75 mm, sehingga saat dicek kecepatan dengan diameter 75 mm didapatkan kecepatan sebesar 0,16-0,18 m/detik. Kecepatan ini masih memenuhi standar kecepatan antara 0,9-2,0 m/detik (Noerbambang dan Morimura, 2000).

Debit Air Buangan

Debit harian air buangan gedung *Integrated Laboratory for Engineering Biotechnology* dapat dihitung setelah didapatkan debit kebutuhan air bersih gedung *Integrated Laboratory for Engineering Biotechnology*, yaitu antara 70-80%, sebesar 80% dari debit kebutuhan air bersih (Tchobanoglous, 1981), sehingga didapatkan volume air buangan sebesar 212 m³/hari (sesuai SNI 8153-2015) dan 238 m³/hari (sesuai Gambar DED).

Dimensi Pipa Air Buangan dan Ven

Sistem air buangan dari lantai teratas (6) menuju lantai terbawah (1), sehingga nilai kumulatif UBAP makin ke lantai terbawah makin besar. Perhitungan nilai UBAP ditampilkan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Nilai UBAP menurut SNI 8153-2015

Lantai	Toilet laki-laki				Toilet perempuan			Jumlah per lantai				Nilai UBAP
	WC	UR	LV	FD	WC	LV	FD	WC	UR	LV	FD	
6	2	1	2	2	4	2	2	6	1	4	4	42
5	2	1	2	2	4	2	2	6	1	4	4	84
4	2	1	2	2	4	2	2	6	1	4	4	126
3	2	1	2	2	4	2	2	6	1	4	4	168
2	2	1	2	2	4	2	2	6	1	4	4	210
1	2	1	2	2	4	2	2	6	1	4	4	252
Total alat plambing								36	6	24	24	

Ket. WC=kloset; LV = bak cuci tangan, UR =urinal, FD = floor drain

Tabel 6. Nilai UBAP menurut Gambar DED

Lantai	Toilet laki-laki				Toilet perempuan			Jumlah per lantai				Nilai UBAP
	WC	UR	LV	FD	WC	LV	FD	WC	UR	LV	FD	
6	3	3	2	2	4	3	2	7	3	5	4	52
5	3	3	2	2	4	3	2	7	3	5	4	104
4	3	3	2	2	4	3	2	7	3	5	4	156
3	3	3	2	2	4	3	2	7	3	5	4	208
2	3	3	2	2	4	3	2	7	3	5	4	260
1	3	3	2	2	4	3	2	7	3	5	4	312
Total alat plambing								42	18	30	24	

Ket. WC=kloset; LV = bak cuci tangan, UR =urinal, FD = floor drain

Penentuan dimensi pipa air buangan dan ven digunakan acuan yang ada yaitu SNI 8153-2015 dibandingkan dengan Gambar DED yang ditampilkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Dimensi pipa air buangan dan ven

Lantai	Nilai kumulatif UBAP		Diameter pipa air buangan terpakai (mm)		Diameter pipa air ven terpakai (mm)	
	SNI 8153-2015	Gambar DED	SNI 8153-2015	Gambar DED	SNI 8153-2015	Gambar DED
6	42	52	80	100	80	80
5	84	104	100	100	80	100
4	126	156	100	100	100	100
3	168	208	100	100	100	100
2	210	260	100	125	100	125
1	252	312	100	125	100	125

Berdasarkan Tabel 7 diameter pipa air buangan berdasarkan minimum alat plambing (SNI 8153-2015) berkisar antara 80-100 mm dan diameter pipa ven berkisar antara 80-100 mm. Adapun perhitungan berdasarkan Gambar DED didapatkan diameter pipa air buangan berkisar antara 100-125 mm, sedangkan diameter pipa ven berkisar antara 80-125 mm.

KESIMPULAN

Perencanaan gedung *Integrated Laboratory for Engineering Biotechnology* membutuhkan debit air bersih harian sebesar 550 L/menit atau 792 m³/hari (berdasarkan SNI 8153-2015), dan 620 L/menit atau 893 m³/hari (berdasarkan Gambar DED), sedangkan debit air buangan sebesar 212 m³/hari (sesuai SNI 8153-2015) dan 238 m³/hari (sesuai Gambar DED). Diameter air bersih yang terpakai berkisar antara 2-2,5 inci atau 50-60 mm. Kapasitas tangki dihitung untuk memenuhi SNI 8153-2015. Didapatkan volume tangki bawah tanah sebesar 106 m³ dan tangki atap sebesar 40 m³. Menurut Gambar DED didapatkan volume tangki bawah tanah sebesar 120 m³ dan tangki atap sebesar 45 m³. Diameter pipa air buangan berdasarkan minimum alat plambing (SNI 8153-2015) berkisar antara 80-100 mm dan

diameter pipa ven berkisar antara 80-100 mm. Adapun perhitungan berdasarkan Gambar DED didapatkan diameter pipa air buangan berkisar antara 100-125 mm, sedangkan diameter pipa ven berkisar antara 80-125 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- Assaidi, A., Ellouali, M., Latrache, H., Mabrouki, M., Timinouni, M., Zahir, H., Tankiouine, S., Barguigua, A. and Mliji, E. M. 2018. Adhesion of Legionella pneumophila on glass and plumbing materials commonly used in domestic water systems. *Int. J. Environ. Health Res.* 28 pp.125–33
- Detailed Engineering Design Integrated Laboratory Engineering Biotechnology. 2016. KSO PT. Adhika Karsa Pratama-PT. Deta Decon.
- Juwana, J.S. 2005. *Panduan Sistem Bangunan Tinggi*. Airlangga. Surabaya.
- Noerbambang, S.M. dan Morimura, T. 2000. *Perancangan dan Pemeliharaan Plambing*. Bandung: Pradnya Paramita.
- Oh, Y. K. 2015. An Assessment Model for the Indoor Noise Environment of Aged Apartment Houses. *J. Asian Archit. Build. Eng.* 13 pp.445–51.
- SNI 03-7065-2005 Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing.
- SNI 8153-2015 Sistem Plambing pada Bangunan Gedung.
- Tchobanoglous, G. 1981. *Wastewater Engineering: Collecting and Pumping of Wastewater*. Metcalf & Eddy, Inc. McGraw-Hill. New York. USA.
- Wang, H., Bédard, E., Prévost, M., Camper, A. K., Hill, V. R. and Pruden, A. 2017. Methodological approaches for monitoring opportunistic pathogens in premise plumbing: A review. *Water Res.* 117pp. 68–86.
- Zlatanović, L., van der Hoek, J.P. and Vreeburg, J. H. G. 2017. An experimental study on the influence of water stagnation and temperature change on water quality in a full-scale domestic drinking water system. *Water Res.* 123 pp 761–772.