

PERENCANAAN SISTEM INSTALASI AIR BERSIH DAN AIR KOTOR PADA GEDUNG FAMBAM ACADEMY SPORT JAKARTA

Cindy Andre Aswari¹, Sutikno², Ayisya Cindy Harifa³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang^{2,3}

cindyaa52@gmail.com¹, sutikno.civil@gmail.com², ayisya_civil@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Dalam pembangunan gedung perlu direncanakan sebuah perencanaan dalam hal struktur, arsitektur, dan *mechanical electrical and plumbing* (MEP) bertujuan agar pembangunan pada gedung berjalan sesuai dengan rencana dan kebutuhan. Tujuan dari skripsi ini yaitu untuk merancang instalasi air bersih dan air kotor, merancang *Ground Water Tank*, *Roof Tank*, serta merancang kebutuhan pompa, dan menghitung biaya konstruksi untuk pekerjaan plumbing. Data yang dibutuhkan adalah data shop drawing serta HSPK DKI Jakarta Tahun 2022. Penentuan kebutuhan air bersih menggunakan metode jumlah pemakai. Dalam perencanaan dimensi pipa air kotor dan air bekas menggunakan metode unit beban alat plmabing. Dari hasil perencanaan ini diperoleh jumlah penghuni gedung sebanyak 1546 orang, dengan kebutuhan air bersih sebesar 148,3975 m³/hari, volume air kotor yang dihasilkan sebesar 44,462 m³/hari, dan volume air bekas sebesar 60,3 m³/hari. Dimensi pipa air bersih dengan diameter 1 ½” – 3”, pipa air kotor dengan diameter rentang 1 ¼” – 3”, pipa air kotor dengan diameter rentang 1 ¼” – 2”, kapasitas *Ground Water Tank* sebesar 60 m³, dan kapasitas *Roof Water Tank* sebesar 50 m³, dengan besar anggaran biaya untuk instalasi air bersih dan air kotor sebesar Rp. 1.180.100.000,-

Kata kunci : Instalasi Pipa, Kebutuhan Air Bersih dan Air Kotor, Anggaran Biaya

ABSTRACT

In building construction, it is necessary to plan a plan in terms of structure, architecture, and mechanical electrical and plumbing (MEP) so that the construction of the building goes according to plan and needs. The purpose of this thesis is to design clean water and waste water installations, design Ground Water Tanks, Roof Tanks, design pump requirements, and calculate construction costs for plumbing work. The data needed are shop drawing data and HSPK DKI Jakarta in 2022. The determination of the need for clean water uses the number of users method. In planning the dimensions of waste water and used water pipes using the unit load method of plumbing tools. From the results of this planning, the number of occupants of the building is 1546 people, with a need for clean water of 148.3975 m³/day, the volume of waste water produced is 44.462 m³/day, and the volume of used water is 60.3 m³/day. Dimensions of clean water pipes with a diameter of 1 ½” – 3”, waste water pipes with a diameter of 1 ¼” – 3”, waste water pipes with a diameter of 1 ¼” – 2”, the capacity of the Ground Water Tank is 50 m³, and the capacity of the Roof Water Tank of 60 m³, with a large budget for the installation of clean water and waste water of Rp. 1.180.100.000,-

Keywords : Pipeline Installation, Clean Water and Waste Water Needs, Cost Budget

1. PENDAHULUAN

Fambam Academy Sport Jakarta merupakan gedung olahraga, dengan luas total bangunan ± 13.500 m². Bangunan terdiri dari 10 lantai, sehingga dalam perencanaan plumbing harus merencanakan persediaan air bersih yang berkualitas dan berkuantitas, untuk pembuangan air kotor juga perlu

direncanakan supaya meminimalisir terjadinya kemacetan atau pembuntaran pada pipa. Ketersediaan air bersih dalam suatu gedung merupakan hal yang penting yang harus diperhatikan. Adapun tujuan dari kajian ini untuk merencanakan sistem instalasi air bersih dan air kotor,

kebutuhan dimensi pipa air bersih dan air kotor pada gedung Fambam Academy Sport Jakarta.

2. METODE

a. Perencanaan Sistem Instalasi Air Bersih

Perencanaan sistem instalasi air bersih direncanakan agar tau berapa kebutuhan air bersih dalam gedung Fambam Academy Sport Jakarta. Langkah – langkah untuk perhitungan perencanaan air bersih sebagai berikut :

$$1. \text{ Jumlah penghuni} = \frac{\text{Luas lantai efektif}}{\text{Kebutuhan luasan per orang}} \quad (1)$$

$$2. \text{ Kebutuhan air dalam sehari (Qd)} \\ Qd = \Sigma \text{ penghuni} \times \text{kebutuhan air} \quad (2)$$

$$3. \text{ Kebutuhan air rata – rata (Qh)} \\ Qh = Qd / T \quad (3)$$

Dimana : T = jangka waktu pemakaian (jam)

$$4. \text{ Pemakaian air pada jam puncak (Qh maks)} \\ Qh_{maks} = C1 \times Qh \quad (4)$$

Dimana : C1 = konstanta (berkisar antara 1,5 – 2,0)

$$5. \text{ Pemakaian air pada menit puncak (Qm maks)} \\ Qm_{maks} = C2 \times \frac{Qh}{60} \quad (5)$$

Dimana : C2 = konstanta (berkisar antara 3,0 – 4,0)

$$6. \text{ Perhitungan pipa dinas (Qs)} \\ \text{Pipa dinas yaitu pipa yang menyalurkan air dari pipa air} \\ \text{minum ke dalam gedung.} \\ Qs = \frac{2}{3} \times Qh \quad (6)$$

$$7. \text{ Perhitungan volume Ground Water Tank} \\ VR = Qd - (Qs \times T) \quad (7)$$

Dimana : T = jangka waktu pemakaian rata – rata air dalam satu hari (jam)

$$8. \text{ Kapasitas Roof Tank (Ve)} \\ Ve = \{(Qm - Qh_{maks}) T_p + (Q_{pu} \times T_{pu})\} \quad (8)$$

Dimana : Q_{pu} = Kapasitas pompa pengisi (L/menit)

T_{pu} = Jangka waktu kerja pompa pengisi (menit)

$$9. \text{ Penentuan Dimensi Pipa Air Bersih (D)}$$

$$D = \sqrt[2]{\left(\frac{4 \times Q}{v \times \pi}\right)} \quad (9)$$

Dimana : Q = debit pengaliran (m³/dtk)

V = kecepatan pengaliran (m/detik)

$$10. \text{ Pengecekan kecepatan aliran (V cek)} \\ V_{cek} = \frac{Q}{\frac{1}{4} \pi D^2} \quad (10)$$

$$11. \text{ Perhitungan hilang tinggi tekan}$$

$$Hf_{suction} = \frac{10,666 \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{4,85}} \times L \quad (11)$$

Dimana : Q = debit pengaliran (m³/detik)

V = kecepatan pengaliran (m/detik)

C = Koef kecepatan aliran berdasarkan jenis pipa

L = panjang pipa

$$12. \text{ Head loss}$$

$$H_{sistem} = Hf_{mayor} + H1_{minor} \quad (12)$$

$$Hf_{suction} = Hf_{discharge} = \frac{10,666 \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{4,85}} \times L \quad (13)$$

$$13. \text{ Kehilangan energi akibat belokan}$$

$$Hb = n.kb \frac{v^2}{2g} \quad (14)$$

Dimana : kb = koef kehilangan pada belokan pipa

v = kecepatan aliran dalam pipa (m/detik)

g = percepatan gravitasi (9,81/detik²)

n = jumlah belokan

b. Perencanaan Sistem Instalasi Air Kotor

Perencanaan sistem instalasi air kotor direncanakan agar sistem pembuangan air kotor tidak tersumbat. Langkah – langkah untuk perhitungan perencanaan air kotor sebagai berikut :

$$1. \text{ Frekuensi pemakaian air kotor \& bekas} = \text{jumlah alat} \\ \text{sanitasi} \times \text{waktu pemakaian} \times \text{penggunaan perjam} \quad (15)$$

$$2. \text{ Volume air kotor \& bekas} = \text{frekuensi pemakaian} \times \\ \text{penggunaan air dalam satu kali} \quad (16)$$

$$3. \text{ Penentuan Dimensi Pipa Air Kotor dan air bekas} \\ \text{UAP} = \text{jumlah alat plumbing} \times \text{UAP dasar 1 alat} \quad (17)$$

c. Rencana Anggaran Biaya

Perhitungan rencana anggaran biaya digunakan untuk memperkirakan biaya yang dibutuhkan untuk suatu pekerjaan.

$$\text{RAB} = \Sigma (\text{Volume} \times \text{harga satuan pekerjaan}) \quad (18)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan sistem instalasi air bersih dan air kotor ini direncanakan agar tau berapa kebutuhan air bersih dan volume air kotor pada gedung. Perencanaan dilakukan pada gedung Fambam Academy Sport Jakarta.

a. Perencanaan Sistem Instalasi Air Bersih

$$1. \text{ Jumlah penghuni gedung}$$

Kebutuhan luasan per orang = 1 orang sama dengan 5 m²

$$\text{Jumlah penghuni} = \frac{7729,0386}{5} \\ = 1545,8077 \approx 1546 \text{ orang.}$$

Total penghuni gedung Fambam Academy Sport Jakarta adalah 1546 orang.

$$2. \text{ Kebutuhan air dalam sehari (Qd)}$$

Kebutuhan air per orang = 80 pemakaian air liter/orang/hari

$$Q_d = 1546 \times 80 = 123.664,6176 \text{ liter.}$$

Ditambahkan 20% untuk kebutuhan lain – lain :

$$Q_d = 123.664,6176 + 20\% \\ = 148.397,5411 \text{ liter} = 148,3975 \text{ m}^3/\text{hari.}$$

Jadi total kebutuhan air dalam sehari pada gedung sebanyak 148,3975 m³/hari.

3. Kebutuhan air rata – rata (Qh)

Jangka pemakaian menggunakan 8 jam sehari

$$Q_h = \frac{148,3975}{8} = 18,5497 \text{ m}^3/\text{jam.}$$

Didapatkan untuk pemakaian air rata – rata perhari dalam waktu 8 jam sebesar 18,5497 m³/jam.

4. Pemakaian air pada jam puncak (Qh maks)

Diasumsikan pemakaian dalam kondisi maksimal sehingga C1 adalah 2,0

$$Q_{h \text{ maks}} = 2,0 \times 18,5497 = 37,0994 \text{ m}^3/\text{jam.}$$

Jadi didapatkan debit air pada jam puncak sebesar 37,0994 m³/jam.

5. Pemakaian air pada menit puncak (Qm maks)

Diasumsikan pemakaian dalam kondisi maksimal sehingga C2 adalah 4,0

$$Q_{m \text{ maks}} = 4,0 \times \frac{18,5497}{60} = 1,2366 \text{ m}^3/\text{menit}$$

Jadi didapatkan untuk debit air pada menit puncak sebesar 1,2366 m³/menit

6. Perhitungan pipa dinas (Qs)

$$Q_s = 2/3 \times 18,5497 = 12,366 \text{ m}^3/\text{jam}$$

7. Perhitungan Ground Water Tank

$$V_r = 148,3975 - 12,366 \times 8 \\ = 49,4658 \text{ m}^3$$

Volume efektif akan dibulatkan menyesuaikan ketersediaan ukuran di lapangan menjadi 50 m³

8. Kapasitas Roof Tank

$$V_e = \{(1,2366 - 0,0618) 45 + (0,0618 \times 30)\} \\ = 46,3742 \text{ m}^3$$

Volume efektif akan dibulatkan menyesuaikan ketersediaan ukuran di lapangan menjadi 60 m³

9. Perhitungan dimensi pipa air bersih (D)

$$D = \sqrt[2]{\left(\frac{4 \times 0,0103}{2 \times \pi}\right)} \\ = 0,0810 \text{ m} = 80,998 \text{ mm}$$

Jadi didapatkan diameter pipa dari hasil perhitungan sebesar 80,998 mm, diameter pipa kemudian disesuaikan dengan diameter pipa yang ada di pasaran, sehingga digunakan pipa type PPR PN-10 dengan diameter 90 mm atau 3 inch. Sehingga diperoleh ukuran dimensi pipa air bersih pada seluruh lantai yang di uraikan pada **Tabel 1.** sebagai berikut.

Tabel 1. Dimensi pipa air bersih

Jenis Pipa	Letak	Ukuran (inch)
PPR PN-10	Basement - Roof Top	90 mm (3")
		75mm (2 1/2")
		63mm (2")
		50mm (1 1/2")

Sumber : Hasil perhitungan

10. Kontrol kecepatan (Vcek)

$$V_{cek} = \frac{0,0103}{\frac{1}{4}\pi 0,0810^2} = 2 \text{ m/detik}$$

Untuk kecepatan aliran didapatkan nilai sebesar 2 m/detik. Untuk nilai tersebut memenuhi dalam kriteria yang diijinkan.

11. Kehilangan tekan

Untuk L diambil dari panjang pipa A – B pada basement dengan Q 0,0103

$$H_f \text{ suction} = \frac{10,666 \cdot 0,0103^{1,85}}{130^{1,85} \cdot 0,0810^{4,85}} \times 6,5912 \\ = 0,3584 \text{ m}$$

Jadi untuk besar hilang tekan pada pipa tegak menuju mendatar sebesar 0,3584 m.

12. Head Loss

$$H_f \text{ mayor} = h_f \text{ suction} + h_f \text{ discharge}$$

$$H_f \text{ suction} = \frac{10,666 \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{4,85}} \times L$$

L diperoleh dari gambar perencanaan pipa air bersih yaitu sebesar 9,678 m.

$$H_f \text{ suction} = \frac{10,666 \cdot 0,010^{1,85}}{130^{1,85} \cdot 0,0810^{4,85}} \times 9,678 \\ = 0,526 \text{ m}$$

Didapatkan untuk besarnya nilai hf suction adalah 0,526 m.

$$H_f \text{ discharge} = \frac{10,666 \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{4,85}} \times L$$

L discharge diperoleh dari gambar perencanaan pipa air yaitu sebesar 65,429 m.

$$H_f \text{ discharge} = \frac{10,666 \cdot 0,0130^{1,85}}{130^{1,85} \cdot 0,0810^{4,85}} \times 65,429 \\ = 3,554 \text{ m}$$

Didapatkan untuk besarnya nilai Hf discharge adalah 3,554 m.

Maka dapat dihitung hf mayor = hf suction + hf discharge

$$H_f \text{ mayor} = 0,526 \text{ m} + 3,554 \text{ m} \\ = 4,076 \text{ m}$$

Jadi besar nilai hf mayor adalah 4,079 m.

13. Kehilangan energi akibat belokan

$$H_b = n \cdot k_b \frac{v^2}{2g} \\ = 3 \times \frac{2,5 \cdot 2^2}{2 \cdot 9,81} \\ = 1,529 \text{ m}$$

Jadi didapatkan headloss akibat belokan sebesar 1,529 m.

b. Perencanaan Sistem Instalasi Air Kotor

1. Frekuensi pemakaian air kotor dan air bekas

Frekuensi pemakaian air kotor Frekuensi pemakaian closet (CL) Lt. 2 = 15 x 5 x 6 = 450 kali

Frekuensi pemakaian urinoir (UR) Lt.2 = 13,5 x 4 x 6 = 324 kali

Sehingga didapatkan untuk frekuensi pemakaian air kotor pada seluruh gedung sebanyak 6147 kali, diuraikan pada **Tabel 2.** sebagai berikut.

Tabel 2. Frekuensi pemakaian air kotor closet

Lantai	Alat Plambing	Pemakaian Air satu kali (liter)	Jml Alat Plambing	Penggunaan per jam	Frekuensi Pemakaian	
GF & Basement	CL	15	13	6	1170	
	UR	13,5	7		567	
2	CL	15	5		450	
	UR	13,5	4		324	
3	CL	15	9		810	
	UR	13,5	5		405	
4 - 7	CL	15	12		1080	
	UR	13,5	8		648	
8	CL	15	3		270	
	UR	13,5	3		243	
Roof Top	CL	15	2		180	
	UR	13,5	0		0	
Total Frekuensi Air Bekas					6147	

Sumber : Hasil perhitungan

Frekuensi pemakaian air bekas

Frekuensi floor drain (FD) Lt.2 = 15 x 9 x 3 = 405 kali

Frekuensi wastafel (WL) Lt.2 = 10 x 6 x 3 = 180 kali

Sehingga didapatkan untuk frekuensi pemakaian air bekas pada seluruh gedung sebanyak 4410 kali, diuraikan pada **Tabel 3.** sebagai berikut.

Tabel 3. Frekuensi pemakaian air bekas

Lantai	Alat Plambing	Pemakaian Air satu kali (liter)	Jml Alat Plambing	Penggunaan per jam	Frekuensi Pemakaian
GF & Basement	FD	15	16	3	720
	WL	10	8		240
2	FD	15	9		405
	WL	10	6		180
3	FD	15	13		585
	WL	10	4		120
4 - 7	FD	15	28		1260
	WL	10	16		480

8	FD	15	2	90
	WL	10	3	90
Roof Top	FD	15	4	180
	WL	10	2	60
Total Frekuensi Air Bekas				4410

Sumber : Hasil perhitungan

2. Volume air kotor dan air bekas

Volume air kotor

Volume air kotor closet (CL) di Lt.2 = 450 x 15 = 6750 liter.

Volume air kotor urinoir (UR) di Lt.2 = 324 x 13,5 = 4374 liter.

Sehingga didapatkan volume air kotor pada geluruh gedung sebanyak 88.924,5 liter atau 88,925 m³, diuraikan pada **Tabel 4.** sebagai berikut.

Tabel 4. Volume air kotor

Lantai	Alat Plambing	Pemakaian Air satu kali (liter)	Frekuensi Pemakaian	Kebutuhan per lantai (liter)
GF & Basement	CL	15	1170	17550
	UR	13,5	567	7654,5
2	CL	15	450	6750
	UR	13,5	324	4374
3	CL	15	810	12150
	UR	13,5	405	5467,5
4 - 7	CL	15	1080	16200
	UR	13,5	648	8748
8	CL	15	270	4050
	UR	13,5	243	3280,5
Roof Top	CL	15	180	2700
	UR	13,5	0	0
Total Volume Air Bekas			6147	88924,5

Sumber : Hasil perhitungan

Volume air bekas

Volume air bekas floor drain (FD) di Lt.2 = 15 x 405 = 6075 liter.

Volume air kotor wastafel (WL) di Lt.2 = 10 x 180 = 1800 liter.

Sehingga didapatkan volume air bekas pada geluruh gedung sebanyak 60.300 liter atau 60,3 m³, diuraikan pada **Tabel 5.** sebagai berikut.

Tabel 5. Volume air bekas

Lantai	Alat Plambing	Pemakaian Air satu kali (liter)	Frekuensi Pemakaian	Kebutuhan per lantai (liter)
	FD	15	720	10800

GF & Basement	WL	10	240	2400
2	FD	15	405	6075
	WL	10	180	1800
3	FD	15	585	8775
	WL	10	120	1200
4 - 7	FD	15	1260	18900
	WL	10	480	4800
8	FD	15	90	1350
	WL	10	90	900
Roof Top	FD	15	180	2700
	WL	10	60	600
Total Volume Air Bekas			4410	60300

Sumber : Hasil perhitungan

3. Penentuan dimensi pipa air kotor dan air bekas

Penentuan dimensi pipa air kotor

Didapatkan dari penjumlahan jenis alat plambing dalam satu rangkaian sistem pembuangan menuju pipa tegak. Menggunakan perhitungan metode UAP. Berikut salah satu contoh perhitungan dimensi pipa air kotor pada lantai 2.

Jumlah alat sanitasi closet (5) dan urinoir (4) = 9 (sesuai gambar rencana). UAP closet = 4, UAP urinoir = 3. Maka perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Akumulasi UAP} &= (5 \text{ closet} \times 4 \text{ UAP}) + (9 \times 3) \\ &= 20 + 27 = 47 \end{aligned}$$

Diameter perangkat minimum 42 mm untuk pipa mendatar dan perangkat maksimum 89 mm untuk pipa tegak. Sehingga di uraikan pada tabel **Tabel.6** sebagai berikut.

Tabel 6. Dimensi pipa air kotor

Jenis Pipa	Letak	Ukuran (inch)
PVC type D	Basement - Roof Top	89 mm (3")
		76 mm (2 1/2")
		42 mm (1 1/4")

Sumber : Hasil perhitungan

Penentuan dimensi pipa air bekas

Jumlah alat sanitasi floor drain (9) dan wastafel (6) = 15 (sesuai gambar rencana). UAP floor drain (0,5) dan wastafel (1). Maka perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Akumulasi UAP} &= (9 \times 0,5) + (6 \times 1) \\ &= 4,5 + 6 = 10,5 \end{aligned}$$

Diameter perangkat minimum 42 mm untuk pipa mendatar dan perangkat maksimum 60 mm untuk pipa tegak. Sehingga di uraikan pada **Tabel.7** sebagai berikut.

Tabel 7. Dimensi pipa air bekas

Jenis Pipa	Letak	Ukuran (inch)
PVC type D	Basement - Roof Top	60 mm (2")
		48 mm (1 1/2")

		42 mm (1 1/4")
--	--	----------------

Sumber : Hasil perhitungan

c. Rencana Anggaran Biaya

Untuk pekerjaan perencanaan sistem air bersih dan air kotor pada gedung Fambam *Academy Sport* Jakarta sebesar Rp. 1.180.100.000,-

Tabel 8. Rekapitulasi biaya pekerjaan pipa pada gedung Fambam *Academy Sport* Jakarta

NO	URAIAN PEKERJAAN	TOTAL (Rp)
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	343.111.199
IIII	SISTEM PEMIPAAN AIR BERSIH	616.300.439
III	SISTEM PEMIPAAN AIR KOTOR DAN BEKAS	113.374.700
TOTAL HARGA PEKERJAAN		1.072.786.338
PPN 10%		107.278.634
JUMLAH HARGA TOTAL PEKERJAAN		1.180.064.972
DIBULATKAN		1.180.100.000

Sumber : Hasil perhitungan

4. KESIMPULAN

Jumlah penghuni gedung Fambam *Academy Sport* Jakarta sebanyak 1546 orang dengan kebutuhan air bersih sebesar 148,3975 m³/hari menggunakan sistem *down feed* dalam pendistribusiannya. Dimensi pipa air menggunakan pipa *type PPR Pn-10* dengan ukuran diameter 1 1/2 " - 3". Kapasitas *Ground Water Tank* sebesar 50 m³ dengan dimensi panjang 5 meter, lebar 5 meter dan tinggi 2 meter, kapasitas *Roof Tank* sebesar 60 m³ dengan dimensi panjang 6 meter, lebar 5 meter dan tinggi 2 meter. Volume air kotor yang dihasilkan pada gedung sebesar 88,925 m³/hari dan volume air bekas sebesar 60,3 m³/hari. Dimensi pipa air kotor menggunakan pipa PVC *type D* dengan ukuran diameter rentang 1 1/4" - 3", pipa air bekas dengan diameter rentang 1 1/4" - 2". Dengan total biaya perencanaan sistem instalasi air bersih dan air kotor pada gedung Fambam *Academy Sport* Jakarta sebesar Rp. 1.180.100.000,-

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hermansyah, M. R., Pratama. Y., dkk. 2016. Perencanaan Sistem Instalasi Plambing Air Buangan Gedung Park View, Hotel dan Restoran. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 4 (1)
- [2] Indonesia, S. N. 2013. Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- [3] Indonesia, S. N. 2015. Sistem plambing pada bangunan gedung. *Pandu Bangun Persada Nusantara*. 2020. *Jurnal Harga Satuan Bahan Bangunan Konstruksi dan Interior*.
- [4] Pynkyawati, T., & Wahadamaputera, S. 2015. *Utilitas Bangunan Modul Plumbing*. Griya Kreasi. Jakarta

- [5] Pynkywati, T., & Wahadamaputera, S. 2015. *Utilitas Bangunan Modul Plumbing Griya Kreasi*. Jakarta.
- [6] Simangunsong, Sergius dan Daryanto. 2003. *Teknologi Plumbing, Banyumedia Publisising*. Malang.
- [7] Soufyan Moh. Noerbambang & Takeo Morimura. 2005. *Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plumbing*. Jakarta
- [8] Supriyanto, S. ST., M. Si., 2020. *Perencanaan Instalasi Air Bersih Gedung Bertingkat*. Surabaya
- [9] Supriyanto, S. ST., M. Si., 2020. *Perencanaan Instalasi Air Buangan pada Bangunan Gedung*. Surabaya.