

Studi Metode Perhitungan Fluktuasi Pemakaian Air di Apartemen Tanpa Jam Pemompaan

Laurensius Marcell¹, Rositayanti Hadisoebroto^{1*}, Tazkiaturrizki¹

¹Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

*Corresponding E-mail: rositayanti@trisakti.ac.id

ABSTRAK

Perencanaan apartemen meliputi perencanaan ukuran reservoir dan sistem pemompaan untuk reservoir serta sistem distribusinya. Dalam menentukan ukuran optimal untuk reservoir dibutuhkan data pembanding dari apartemen lain dengan spesifikasi yang relatif sama. Data tersebut diolah untuk menentukan jumlah pemakaian air maksimal dan minimum rata-rata dalam periode waktu tertentu. Ukuran reservoir optimum dapat ditentukan berdasarkan hasil pengolahan data tersebut. Sehingga metode perhitungan fluktuasi pemakaian air diperlukan untuk menentukan hal tersebut, namun tidak setiap apartemen memiliki kesamaan dalam sistem pemompaannya. Penelitian ini ditujukan untuk pengambilan data di apartemen yang tidak memiliki jam pemompaan yang pasti. Hasil studi menunjukkan bahwa metode yang digunakan dapat berlaku untuk apartemen tanpa jam pemompaan.

Kata Kunci : *Reservoir, Persentase Fluktuasi Pemakaian Air, Apartemen Pembanding.*

ABSTRACT

Apartment planning includes reservoir size planning and pumping systems for reservoirs and their distribution systems. In determining the optimal size for the reservoir, comparative data is needed from other apartments with relatively the same specifications. The data is processed to determine the maximum and minimum average water usage in a certain period of time. The optimum reservoir size can be determined based on the results of the data processing. So the method of calculating fluctuations in water use is needed to determine this, but not every apartment has the same pumping system. This research is intended for data collection in apartments that do not have definite pumping hours. The result of study shows that this method can be applied to apartments without solid timing for pumping water.

Keywords : *Reservoir, Water Usage Fluctuation Percentage, Comparison Apartments.*

I. PENDAHULUAN

Dalam penentuan penyediaan air domestik, penentuan dilakukan berdasarkan jumlah konsumen dan pemakaian (BPSDM PUPR, 2018). Berdasarkan jangka waktu, pola fluktuasi pemakaian air dibagi menjadi 3, yaitu kebutuhan harian rata-rata, kebutuhan hari maksimum, dan kebutuhan jam puncak [3]. Dalam perencanaan volume reservoir, dibutuhkan data pemakaian air bersih dan fluktuasi sebagai dasar perencanaan [11]. Penentuan untuk kapasitas tangki air atas diperhitungkan berdasarkan fluktuasi pemakaian air, sedangkan pada tangki air bawah diperhitungkan pada reservoir bawah [13]. Hal tersebut dikarenakan tangki air atas ukurannya hanya perlu disesuaikan dengan fluktuasi pemakaian air, sedangkan tangki air bawah ukurannya mengikuti kebutuhan dari bangunan tersebut agar tidak terjadinya kekurangan air.

Berdasarkan McGhee dkk, kebutuhan air untuk domestik bervariasi tergantung tingkat ekonomi. Namun umumnya kebutuhan air domestik berkisar antara 75 – 380 L/orang/hari, kebutuhan air untuk komersial memiliki

nilai sebesar 15% dari kebutuhan air domestik. Kebutuhan air juga dipengaruhi faktor lain seperti iklim, populasi penduduk, industri, ukuran kota, dan ketersediaan sumber air [5]. Dalam pembangunan suatu bangunan, data fluktuasi air bersih diperlukan untuk memenuhi kebutuhan air suatu bangunan saat pemakaian hari maksimum dan pemakaian maksimum harian [12].

Penelitian dilakukan untuk menentukan pemakaian air rata-rata setiap jam pada apartemen yang memiliki jam pemompaan tidak pasti. Hal ini diperlukan dalam menentukan fluktuasi pemakaian air harian yang nantinya akan digunakan sebagai data pendukung dalam menentukan pemakaian air di apartemen perencanaan eksisting.

Studi ini akan dilakukan pada sebuah apartemen kelas menengah yang berlokasi di Jakarta Timur dengan tingkat okupansi bangunan didominasi oleh keluarga. Sistem distribusi air bersih menggunakan sistem gravitasi dengan pemompaan air dari tangki bawah menuju tangki atas. Pemompaan pada apartemen dilakukan berdasarkan

sensor yang terletak pada tangki atas apartemen. Studi ini ditujukan untuk apartemen serupa yang tidak mempunyai jam pemompaan yang pasti untuk setiap harinya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Tingkat pemakaian air di suatu wilayah dapat berbeda dari wilayah lainnya tergantung dari karakteristik konsumen di masing-masing wilayah tersebut. Tingkat pemakaian air tersebut disebut juga fluktuasi pemakaian air. Fluktuasi pemakaian air dapat dilihat setiap jam dikarenakan konsumsi air tidak tetap setiap jam tergantung dari aktivitas konsumen di suatu wilayah. Dalam melakukan pengukuran fluktuasi akan didapatkan waktu dengan konsumsi air maksimum dan minimum [3].

Terdapat beberapa metode yang digunakan dalam menentukan laju aliran air untuk gedung bertingkat, antara lain sebagai berikut [10]:

1. Berdasarkan jumlah konsumen; Prinsip dari metode ini adalah melakukan kalkulasi terkait pemakaian air rata-rata harian konsumen dan perkiraan jumlah penghuni sehingga bisa didapatkan jumlah pemakaian air harian.
2. Berdasarkan tipe dan jumlah alat *plumbing*; Metode ini dilakukan dengan kalkulasi jumlah pemakaian air untuk setiap alat *plumbing* di suatu bangunan.
3. Berdasarkan Unit Beban Alat *Plumbing* (UBAP); Metode ini menggunakan data UBAP dari setiap alat *plumbing* di suatu bangunan yang kemudian dicari laju alirannya.

Dalam melakukan perolehan data fluktuasi pemakaian air dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu data primer dan data sekunder [10].

a. Data Primer: Pembacaan meteran air selama 7×24 jam atau observasi durasi pompa melakukan transfer dari Ground Water Tank selama 7×24 jam. Rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$V = Q \times t \quad (1)$$

Keterangan:

V = Volume pemakaian (m^3)

Q = Kapasitas Pompa (m^3 /menit)

T = Waktu nyala pompa + tenggang waktu pompa mati (menit).

b. Data Sekunder; data diperoleh dari pihak manajemen bangunan berupa jumlah penghuni, denah bangunan, dan pola pemakaian air.

III. METODOLOGI

Studi dilakukan pada bulan April 2022, dengan tingkat curah hujan rendah yaitu sebesar 8,61 mm (Data Online BMKG April 2022). Studi dilakukan pada sebuah apartemen dengan tingkat okupansi 89% dari total 1152 hunian. Dalam studi ini, metode yang dilakukan untuk penelitian adalah dengan observasi terkait waktu aktif pompa di sebuah apartemen. Penelitian dilakukan selama

8 hari dengan rincian 6 hari kerja dan 2 hari libur dengan waktu observasi selama 24 jam. Observasi dilakukan dalam waktu satu minggu untuk melihat penggunaan air pada hari kerja dan hari libur untuk apartemen tersebut. Fluktuasi pemakaian air tersebut nantinya akan digunakan sebagai referensi dalam menentukan pemakaian air di apartemen perencanaan untuk menentukan kapasitas reservoir.

Penelitian dapat dilakukan dengan melakukan observasi waktu dan durasi pompa aktif. Volume dari reservoir perlu diketahui beserta ketinggian saat pengisian. Waktu pengisian air tidak pasti setiap harinya sehingga diperlukan ketelitian dan konsistensi dalam melakukan observasi.

Data observasi yang sudah didapatkan akan diolah berdasarkan rentang jam, sehingga bisa didapatkan debit pemakaian setiap jam. Perhitungan selisih dari waktu pengisian dilakukan untuk setiap pengisian, jika ada lebih dari satu pengisian maka tetap dituliskan. Perhitungan debit dilakukan dengan melakukan perhitungan volume saat pengisian air terlebih dahulu. Setelah didapatkan maka dilakukan perhitungan menggunakan rumus (1) untuk mendapatkan debit. Jika pengisian lebih dari satu kali dalam satu rentang waktu maka debit bersifat kumulatif. Jika data debit pemakaian per jam sudah didapatkan, maka ditotalkan kemudian akan dibuat persentase pemakaian setiap jam. Perhitungan akan dipisahkan antara hari kerja dan hari libur untuk melihat jika ada perbedaan signifikan. Data yang akan dipilih nantinya sebagai referensi penentuan ukuran reservoir adalah data dengan volume terbesar untuk mengantisipasi pemakaian air yang banyak di apartemen dengan klasifikasi relatif sama.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil observasi waktu aktif pompa memperlihatkan bahwa pompa aktif memiliki jeda dengan rentang waktu $\pm 20 - 50$ menit tergantung pada jam dengan tingkat aktivitas tertentu. Hasil pengukuran pada apartemen studi dibagi menjadi hari kerja dan hari libur. Apabila dilakukan pengamatan secara sekilas terkait data yang didapatkan, maka waktu aktif pompa pada hari libur lebih fluktuatif yang bisa disebabkan oleh tingkat aktivitas residen. Hasil observasi dapat dilihat dari **Tabel 1**.

Data mentah yang diperoleh merupakan waktu nyala pompa. Berdasarkan perhitungan menggunakan alat pengukur waktu, durasi nyala pompa adalah selama 5,5 menit dengan kapasitas pompa sebesar $64 m^3$ /jam. Tangki atas mempunyai volume sebesar $60 m^3$ dengan dimensi $4 m \times 5 m \times 3 m$. Berdasarkan hasil observasi, ketinggian sensor air berada di titik 1,2 meter dari dasar tangki.

Tabel 1 : Perhitungan total pemakaian air sesuai rentang waktu [4]

Waktu	Pemakaian						
	Jam Mulai	Menit Mulai	Jam Berhenti	Menit Berhenti	Selisih Waktu	Debit (m ³ /jam)	Total
06.00-07.00	6	23	6	28,5			
	6	57	7	2,5	28,5	50,53	50,53
07.00-08.00	7	31	7	36,5	28,5	50,53	50,53
08.00-09.00	8	3	8	8,5	26,5	54,34	91,74
	8	47	8	52,5	38,5	37,40	
09.00-10.00	9	27	9	32,5	34,5	41,74	41,74
10.00-11.00	10	2	10	7,5	29,5	48,81	84,37
	10	48	10	53,5	40,5	35,56	
11.00-12.00	11	24	11	29,5	30,5	47,21	97,74
	11	58	12	3,5	28,5	50,53	
12.00-13.00	12	45	12	50,5	41,5	34,70	34,70
13.00-14.00	13	26	13	31,5	35,5	40,56	40,56
14.00-15.00	14	11	14	16,5	39,5	36,46	36,46
15.00-16.00	15	3	15	8,5	46,5	30,97	83,33
	15	36	15	41,5	27,5	52,36	
16.00-17.00	16	29	16	34,5	47,5	30,32	91,59
	16	58	16	63,5	23,5	61,28	
17.00-18.00	17	31	17	36,5	27,5	52,36	52,36
18.00-19.00	18	2	18	7,5	25,5	56,47	184,66
	18	27	18	32,5	19,5	73,85	
	18	59	19	64,5	26,5	54,34	
19.00-20.00	19	34	19	39,5	29,5	48,81	131,10
	19	57	19	62,5	17,5	82,29	
20.00-21.00	20	36	20	41,5	33,5	42,99	42,99
21.00-22.00	21	8	21	13,5	26,5	54,34	91,74
	21	52	21	57,5	38,5	37,40	
22.00-23.00	22	43	22	48,5	45,5	31,65	31,65
23.00-00.00	23	52	23	57,5	63,5	22,68	22,68
00.00-01.00	0	56	1	61,5	58,5	24,62	24,62
01.00-02.00	1	49	1	54,5	47,5	30,32	30,32
02.00-03.00	2	52	2	57,5	57,5	25,04	25,04
03.00-04.00	3	41	3	46,5	43,5	33,10	33,10
04.00-05.00	4	32	4	37,5	45,5	31,65	31,65
05.00-06.00	5	10	5	15,5	32,5	44,31	98,65
	5	42	5	47,5	26,5	54,34	
Total Debit							1503,83

Jika dilakukan perhitungan maka volume air saat pengisian adalah sebesar 24 m³. Berikut pada **Tabel 1** ditunjukkan perhitungan pemakaian air pada hari kerja.

Berdasarkan **Tabel 1** tersebut, waktu aktif pompa dikelompokkan berdasarkan rentang waktu selama 1 jam. Jika pengisian lebih dari satu kali tetapi masih di dalam rentang waktu yang sama maka dikelompokkan menjadi

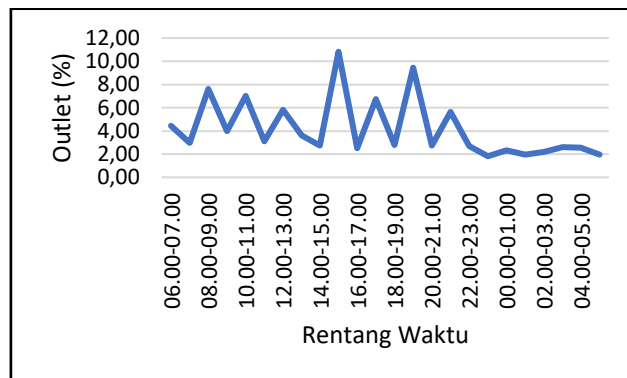
rentang waktu terdekat. Tingkat ketelitian waktu disesuaikan dengan durasi nyala pompa. Hasil selisih waktu didapatkan dari perhitungan selisih antara waktu nyala pompa dan waktu henti pompa. Contoh pompa menyala pada pukul 06.38 WIB maka selisih waktu (menit) didapatkan dengan melakukan pengurangan dengan waktu sebelumnya, yaitu pukul 06.12 WIB. Debit didapatkan

Tabel 2 : Perhitungan total pemakaian air sesuai rentang waktu

Waktu	Pemakaian	
	Outlet (%)	Kumulatif Outlet
06.00-07.00	4,45	4,45
07.00-08.00	2,95	7,40
08.00-09.00	7,59	14,99
09.00-10.00	3,98	18,98
10.00-11.00	7,02	26,00
11.00-12.00	3,11	29,11
12.00-13.00	5,83	34,94
13.00-14.00	3,61	38,55
14.00-15.00	2,74	41,28
15.00-16.00	10,82	52,10
16.00-17.00	2,50	54,59
17.00-18.00	6,74	61,34
18.00-19.00	2,80	64,14
19.00-20.00	9,43	73,57
20.00-21.00	2,74	76,31
21.00-22.00	5,61	81,92
22.00-23.00	2,67	84,59
23.00-00.00	1,82	86,41
00.00-01.00	2,34	88,75
01.00-02.00	1,94	90,69
02.00-03.00	2,21	92,90
03.00-04.00	2,61	95,51
04.00-05.00	2,55	98,06
05.00-06.00	1,94	100,00
Total	100,00	

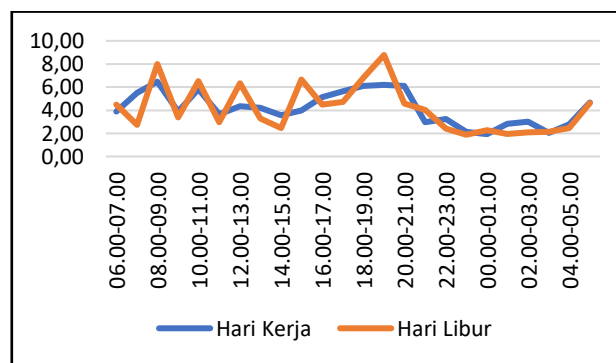
dari hasil pembagian antara volume saat pengisian yaitu 24 m³ dan selisih waktu yang diperoleh. Perhitungan debit kemudian dikonversi ke dalam satuan m³/jam. Setiap rentang waktu yang memiliki lebih dari 1 kali pemompaan, total debitnya dijumlahkan sehingga mendapatkan debit pemakaian pada rentang waktu tersebut. Perhitungan persentase pemakaian air dilanjutkan dengan pembagian antara total debit rentang waktu dengan total keseluruhan debit kemudian dikalikan dengan 100%. Berikut pada **Tabel 2** ditunjukkan mengenai persentase fluktuasi pemakaian air.

Berikut pada **Gambar 1** merupakan grafik persentase fluktuasi pemakaian air berdasarkan **Tabel 2**. Metode perhitungan pada **Tabel 1** dan **Tabel 2** berlaku untuk hari-hari selanjutnya, sehingga total terdapat 8 perhitungan untuk fluktuasi pemakaian air di apartemen tersebut. Berikut pada **Tabel 3** merupakan rekapitulasi perhitungan persentase fluktuasi pemakaian air selama masa observasi.



Gambar 1 : Grafik Persentase Fluktuasi Pemakaian Air

Hari ke-6 dan ke-7 observasi merupakan hari libur. Persentase pemakaian air maksimum dan minimum dapat dilihat pada baris berwarna biru. Berikut pada **Tabel 4** merupakan rata-rata pemakaian air pada hari kerja dan hari libur.



Gambar 2 : Grafik Rata-Rata Persentase Fluktuasi Pemakaian Air

Berikut pada **Gambar 2** merupakan grafik rata-rata persentase fluktuasi pemakaian air pada hari kerja dan hari libur.

Berdasarkan hasil perhitungan dan grafik tersebut, jam puncak dari apartemen dapat ditentukan berdasarkan hari kerja dan hari libur. Jam puncak hari kerja pada pagi hari berada di rentang waktu 08.00 – 09.00 WIB dengan persentase sebesar 6,47%, jam puncak hari kerja pada sore hari berada di rentang waktu 19.00-20.00 WIB dengan persentase sebesar 6,21%. Pada hari libur, jam puncak pada pagi hari berada di rentang waktu 08.00 – 09.00 WIB dengan persentase sebesar 8,01% dan jam puncak pada sore hari berada di rentang waktu 19.00 – 20.00 WIB dengan persentase sebesar 8,78%. Berdasarkan data jam puncak tersebut, dapat dilihat bahwa jam puncak pada hari kerja dan hari libur sama namun tingkat pemakaian airnya lebih besar dan bisa diartikan bahwa pompa menyala lebih sering dikarenakan volume air terus terpakai. Data persentase fluktuasi pemakaian air tersebut dapat

Tabel 3 : Rekapitulasi Persentase Fluktuasi Pemakaian Air [4]

Waktu	Pemakaian							
	Hari Ke-1	Hari Ke-2	Hari Ke-3	Hari Ke-4	Hari Ke-5	Hari Ke-6	Hari Ke-7	Hari Ke-8
06.00-07.00	3,36	4,28	2,62	2,56	4,58	4,45	4,47	5,79
07.00-08.00	3,36	7,77	6,20	6,85	2,46	2,95	2,52	6,32
08.00-09.00	6,10	9,68	6,69	6,68	6,64	7,59	8,43	3,02
09.00-10.00	2,78	2,79	2,79	2,80	3,59	3,98	2,77	8,68
10.00-11.00	5,61	5,42	5,80	4,44	6,16	7,02	6,00	7,43
11.00-12.00	6,50	3,16	2,27	4,67	2,88	3,11	2,85	2,38
12.00-13.00	2,31	5,21	5,42	7,01	3,38	5,83	6,83	2,70
13.00-14.00	2,70	2,44	2,05	5,06	8,05	3,61	2,92	4,82
14.00-15.00	2,42	5,88	5,26	2,56	2,51	2,74	2,17	2,70
15.00-16.00	5,54	2,12	6,27	5,44	2,46	10,82	2,52	2,13
16.00-17.00	6,09	2,79	6,31	2,56	6,41	2,50	6,49	6,54
17.00-18.00	3,48	5,93	6,49	7,77	8,23	6,74	2,71	2,01
18.00-19.00	12,28	0,00	4,37	6,15	4,58	2,80	10,80	9,21
19.00-20.00	8,72	4,80	6,19	3,44	7,07	9,43	8,12	7,04
20.00-21.00	2,86	8,26	5,70	4,57	9,02	2,74	6,46	6,06
21.00-22.00	6,10	2,21	2,21	2,19	2,27	5,61	2,46	2,70
22.00-23.00	2,10	5,59	4,72	1,88	3,11	2,67	2,17	2,09
23.00-00.00	1,51	2,38	1,76	1,96	2,22	1,82	1,94	2,85
00.00-01.00	1,64	2,87	1,96	1,33	1,59	2,34	2,17	2,18
01.00-02.00	2,02	4,28	4,30	1,88	2,81	1,94	1,94	1,76
02.00-03.00	1,67	2,12	4,70	5,57	2,46	2,21	1,94	1,57
03.00-04.00	2,20	1,87	1,96	2,72	1,84	2,61	1,65	1,62
04.00-05.00	2,10	2,64	1,83	6,05	1,57	2,55	2,36	2,38
05.00-06.00	6,56	5,51	2,10	3,87	4,10	1,94	7,30	6,00
Max	12,28	9,68	6,69	7,77	9,02	10,82	10,80	9,21
Min	1,51	0,00	1,76	1,33	1,57	1,82	1,65	1,57

digunakan untuk merencanakan kapasitas tangki atas agar efisien dan sesuai dengan profil pemakaian apartemen yang serupa.

Pengukuran data persentase fluktuasi pemakaian air jika bangunan memiliki jam pemompaan yang pasti, memiliki cara yang lebih sederhana jika dibandingkan dengan perhitungan persentase fluktuasi pada bangunan tanpa jam pemompaan pasti, contoh: pemompaan setiap 1 jam sekali selama 6 jam dan seterusnya. Pengukuran data dapat dilakukan dengan melakukan observasi pada meteran air selama 7 x 24 jam.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa persentase fluktuasi pemakaian air digunakan untuk menentukan volume tangki atas yang efisien dan sesuai dengan profil pemakaian. Jam puncak hari kerja pada pagi hari berada di rentang waktu 08.00 – 09.00 WIB dengan persentase sebesar 6,47%, jam puncak hari kerja pada sore hari berada di rentang waktu 19.00-20.00 WIB

dengan persentase sebesar 6,21%. Jam puncak hari libur pada pagi hari berada di rentang waktu 08.00 – 09.00 WIB dengan persentase sebesar 8,01% dan jam puncak pada sore hari berada di rentang 19.00 – 20.00 WIB dengan persentase sebesar 8,78%. Tingkat pemakaian air pada hari kerja dan hari libur bisa diakibatkan oleh tingkat aktivitas yang lebih banyak di rumah pada hari libur.

REFERENSI

- [1] J. Affiandi, Perencanaan Sistem Instalasi Plumbing Air Bersih Gedung Hotel Tebu. Bandung: Jurnal Reka Lingkungan, 2016.
- [2] A.D. Safiyanti. Perencanaan Sistem Instalasi Plumbing Air Bersih Gedung Olifant School, Bandung: Jurnal Reka Lingkungan, 2018.
- [3] R. Hadisoebroto, W. Astono, dan R.A. Putra, Kajian Pola Pemakaian Air Bersih di Tiga Apartemen di Jakarta. Volume 4 No. 1, 2007.

Tabel 4 : Rata-rata persentase fluktuasi pemakaian air

Waktu	Rata-Rata Hari Kerja	Rata-Rata Hari Libur
06.00-07.00	3,87	4,46
07.00-08.00	5,49	2,73
08.00-09.00	6,47	8,01
09.00-10.00	3,91	3,38
10.00-11.00	5,81	6,51
11.00-12.00	3,64	2,98
12.00-13.00	4,34	6,33
13.00-14.00	4,19	3,26
14.00-15.00	3,56	2,45
15.00-16.00	3,99	6,67
16.00-17.00	5,12	4,49
17.00-18.00	5,65	4,72
18.00-19.00	6,10	6,80
19.00-20.00	6,21	8,78
20.00-21.00	6,08	4,60
21.00-22.00	2,95	4,04
22.00-23.00	3,25	2,42
23.00-00.00	2,11	1,88
00.00-01.00	1,93	2,26
01.00-02.00	2,84	1,94
02.00-03.00	3,01	2,07
03.00-04.00	2,03	2,13
04.00-05.00	2,76	2,45
05.00-06.00	4,69	4,62

- [4] L. Marcell, Perencanaan Sistem Perpipaan pada Tower 5 Apartemen Meisterstadt Pollux-Habibie Batam. Jakarta: Universitas Trisakti, 2022.
- [5] McGhee, Water Supply and Sewerage 6th Edition. Singapore: McGraw-Hill Book, 1991.
- [6] B.S. Nasional, Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing. Standar Nasional Indonesia, 6, 2005.
- [7] PUPR, Modul Proyeksi Kebutuhan Air dan Identifikasi Pola Fluktuasi Pemakaian Air. BPSDM, 2018.
- [8] R.P. Putra, Perencanaan Sistem Instalasi Plambing Air Bersih dan Air Limbah di Apartemen Menara Cibinong Tower C. Bandung: Jurnal Serambi Engineering, 2022.
- [9] A.K. Rahayu, Perencanaan Sistem Instalasi Plambing Air Bersih dengan Penerapan Alat Plambing Hemat Air di Rumah Sakit Universitas Sam Ratulangi. Bandung: Jurnal Serambi Engineering, 2020.
- [10] A.D. Safitri, Study of Water Usage Fluctuation in Apartment for University Student Residences. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 4, 2021.
- [11] D.R. Sari, Kajian Fluktuasi Pemakaian Air Bersih pada Gedung Perkantoran di Surabaya. Digilib ITS, 1-2, 2011.
- [12] I.V. Smirnovskaya, Water Consumption of Buildings. Technology of the World, 33-37, 2015.
- [13] BSN, Sistem Plambing Pada Bangunan Gedung. Jakarta: SNI, 2015.
- [14] Wahyudi, The Use of Plumbing Tools saving water With Efforts to Save Clean Water with Application of Green Building Concept at Menara Cibinong Apartment, Bandung: ICGTD Itenas, 2019.