Studi Penghematan Air pada Sistem Plambing Air Bersih di Apartemen Menara Cibinong Tower Mahoni

Fuad Muhamad¹, Eka Wardhani²

^{1,2}Program Studi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Nasional, Bandung
Koresponden email: fuadmuhamad1997@gmail.com, ekawardhani08@gmail.com

Diterima: 2 September 2021

Disetujui: 10 Oktober 2021

Abstract

The Cibinong Tower Mahoni Tower Apartment located in Bogor Regency is a residential residence consisting of 21 floors. Apartment development is influenced by the need for housing which continues to increase along with the rate of population growth and limited land. The impact of apartment construction will affect the availability of clean water in the future due to an increase in the need for clean water. West Java Provincial Regulation Number 13 of 2013 concerning Buildings requires developers to carry out water efficiency. Referring to the regulation, this apartment implements water conservation based on the Green Building Council Indonesia (GBCI) concept which aims to save water use. The research method used is the use of water-saving plumbing features which aims to find out how efficient the use of water is. Based on the results of the study, the population in the Cibinong Tower Mahoni Tower Apartment was 794 people with clean water needs of 67,366.68 l/day. The use of water-saving plumbing equipment can save water use by 6.01% or 4,060.71 l/day.

Keywords: apartments, clean water, conservation, water saving, plumbing

Abstrak

Apartemen Menara Cibinong Tower Mahoni terletak di Kabupaten Bogor merupakan sebuah hunian tempat tinggal yang terdiri dari 21 lantai. Pembangunan apartemen dipengaruhi kebutuhan akan hunian yang terus meningkat seiring dengan laju pertumbuhan penduduk dan terbatasnya lahan. Pembangunan apartemen berdampak pada ketersediaan air bersih di waktu mendatang akibat peningkatan kebutuhan air bersih. Peraturan Daerah Provinsi Jawa Barat Nomor 13 Tahun 2013 tentang Bangunan Gedung mewajibkan pihak pengembang untuk melakukan efisiensi air. Mengacu pada peraturan tersebut maka apartemen ini menerapkan konservasi air berdasarkan konsep *Green Building Council Indonesia* (GBCI) yang bertujuan untuk menghemat penggunaan air. Metode penelitian yang digunakan adalah penggunaan fitur alat plambing hemat air yang bertujuan untuk mengetahui seberapa hemat penggunaan air. Berdasarkan hasil penelitian jumlah populasi di Apartemen Menara Cibinong Tower Mahoni 794 orang dengan kebutuhan air bersih sebesar 67.366,68 l/hari. Penggunaan alat plambing hemat air dapat menghemat penggunaan air sebesar 6,01% atau 4.060,71 l/hari.

Kata kunci: apartemen, air bersih, konservasi, penghematan air, plambing

1. Pendahuluan

Kabupaten Bogor memiliki jumlah penduduk sebanyak 5,9 juta jiwa dengan laju pertumbuhan penduduk 2,48% [1]. Peningkatan jumlah penduduk akan mempengaruhi kebutuhan air dan perkembangan pembangunan. Seiring berjalannya waktu, jumlah penduduk semakin meningkat, perkembangan penduduk semakin meningkat akan berbanding lurus dengan kebutuhan air akan semakin meningkat. Hal ini memberikan inovasi bagi masyarakat dalam merencanakan pembangunan berkelanjutan yang disebut *Sustainable Development Goals*. Keuntungan merencanakan *Sustainable Development Goals* adalah untuk memenuhi kebutuhan masyarakat tanpa mengurangi persediaan air bagi generasi mendatang [2].

Setiap pembangunan gedung ditetapkan mengikuti Peraturan Daerah Provinsi Jawa Barat Nomor 13 Tahun 2013 tentang Bangunan Gedung yang mewajibkan melakukan efisiensi pemakaian air sesuai konsep bangunan hijau (*green building*) sebagai salah satu persyaratan [3]. Maka dari itu perlu dilakukan perencanaan sistem instalasi plambing di Gedung Apartemen Menara Cibinong Tower Mahoni dengan penerapan konservasi air berdasarkan konsep *Green Building Council Indonesia* (GBCI) menggunakan pemanfaatan fitur alat plambing hemat air guna menghemat penggunaan air [4]. Apartemen Menara Cibinong Tower Mahoni terdiri dari 21 lantai dengan luas bangunan 10.314 m² terdiri dari 250 unit kamar dan 10 unit ruko [5].

Penghematan air harus terus dilakukan supaya ketersediaan sumber air khususnya air tanah tetap terjaga. Penelitian yang dilakukan di Kota Cimahi menyatakan bahwa penggunaan air tanah yang berlebihan menyebabkan terjadinya krisis air bersih yang meluas sehingga berdampak pada penurunan kesehatan masyarakat [6]. Penelitian yang sama dengan penghematan air telah dilakukan yaitu dalam perencanaan sistem instalasi plambing air bersih dengan penerapan alat plambing hemat air di Rumah Sakit Universitas Sam Ratulangi yang mampu menghemat air sebesar 40,64% atau sekitar 35,04 m³/hari [7]. Perencanaan konservasi air di Kampus Telkom University Landmark Tower Bandung yang mampu menghemat air sebesar 61,5% atau sekitar 227,16 m³/hari dengan penerapan alat plambing hemat air, daur ulang air limbah, dan pemanfaatan air hujan [8]. Perencanaan sistem plambing air limbah dengan penerapan konsep *green building* pada Gedung Panghegar Resort Dago Golf-Hotel&Spa yang mampu menghemat air sebesar 34 % atau sekitar 50,20 m³/hari dengan penerapan alat plambing hemat air, daur ulang air limbah, dan pemanfaatan air hujan [9].

Perencanaan sistem plambing air bersih dan air buangan di Rusunami X dengan aspek konservasi air yang mampu menghemat air sebesar 51% atau sekitar 159,2 m³/hari [10]. Penghematan air di Hotel X Kota Batam Provinsi Kepulauan Riau dengan menerapkan daur ulang air limbah dapat menghemat air sebesar 64% atau sekitar 200,32 m³/hari [11]. Penggunaan alat plambing hemat air dengan upaya menghemat air bersih dengan penerapan konsep *green building* pada Apartemen Menara Cibinong dapat menghemat air sebesar 33% atau sekitar 95,06 m³/hari dengan menerapkan alat plambing hemat air dan daur ulang air limbah [12]. Penerapan Konsep *green building* dengan menerapkan konsep memanen air hujan (*rainwater harvesting*) pada Apartemen Menara Cibinong dapat menghemat air sebesar 3,48% atau sekitar 6,34 m³/hari [13].

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perhitungan berapa jumlah air yang dapat di hemat setelah menerapkan konservasi air dengan cara menggunakan alat plambing hemat air. Manfaat dari penelitian ini yaitu penggunaan air bersih akan sangat lebih efisien, dikarenakan alat plambing hemat air yang diterapkan dapat menghemat air. Sistem yang dioperasikan seperti laju aliran alat plambing pada *faucet* beraliran rendah, *faucet* dilengkapi dengan teknologi tap otomatis, *urinal* menggunakan *flushing* secara otomatis, dan *water closet* menggunakan sistem *dual flush*. Sistem ini dapat memilih debit *flushing* sesuai kebutuhan buangan tinja. Hasil penelitian ini diharapkan menjawab pertanyaan berapa jumlah air yang dapat di hemat dengan penerapan konservasi air fitur air alat plambing hemat air.

2. Metode Perencanaan

Tahap perencanaan sistem plambing meliputi tahapan persiapan, pengumpulan data, dan pengolahan data. Persiapan perencanaan sistem plambing hemat air ini meliputi pencarian studi literatur mengenai dasar-dasar perencanaan yang berhubungan dengan sistem plambing, serta standar dan peraturan terkait yang berhubungan dengan perencanaan. Pengumpulan data berupa data sekunder yang diperoleh dari jurnal penelitian, laporan penelitian, dan denah gedung beserta fungsinya setiap lantai. Pengolahan data mengenai perhitungan teknis terdiri dari perhitungan jumlah populasi, kebutuhan air bersih, pemakaian air, persentase penghematan air.

Perhitungan jumlah populasi penghuni pada perencanaan sistem plambing bangunan apartemen terbagi dengan 2 cara yaitu jumlah populasi yang sudah ditentukan oleh kontraktor untuk setiap unit kamar apartemen berdasarkan jumlah bed-nya dan ruangan bukan kamar dengan menggunakan data standar luas hunian (m³/orang) dan standar luas efektif (%) dapat dilihat pada **Tabel 1**. Perhitungan jumlah populasi bukan kamar menggunakan persamaan 1 [14].

$$\text{Jumlah populasi} = \frac{\text{Luas ruangan (m}^2\text{)} \times \text{Standar Luas efektif (\%)}}{\text{Standar luas hunian (m}^2\text{/orang)}} \quad (1)$$

Tabel 1. Standar luas hunian dan luas efektif

Ruang	Standar Hunian (m ² /orang)	Standar Luas efektif (%)
Toko	3	60
Aula	1	10
Masjid	0,85	55

Sumber: [14]

Perhitungan kebutuhan air bersih diperoleh berdasarkan populasi yang terdapat pada apartemen dan standar pemakaian air bersih yang diperoleh berdasarkan fungsi ruang yang mengacu pada SNI 03-7065-2005 tentang cara perencanaan sistem plambing yang dapat dilihat pada **Tabel 2**. Sehingga diperoleh rumus perhitungan kebutuhan air bersih seperti disajikan pada persamaan 2 [14].

Kebutuhan Air Bersih = populasi (orang) x Standar pemakaian air bersih (liter/orang/hari) (2)

Tabel 2. Standar pemakaian air bersih

Jenis Ruangan	Standar Pemakaian Air Bersih (liter/orang/hari)
Kamar Apartemen	100
Toko	5
Aula	25
Masjid	10

Sumber: [14]

Perhitungan pemakaian air diperoleh dari perhitungan jumlah populasi dan pemakaian air alat plambing hemat air yang telah memenuhi standar alat plambing berdasarkan GBCI dapat dilihat pada **Tabel 3**. Persamaan yang digunakan untuk perhitungan pemakaian air disajikan pada persamaan 3.

Pemakaian Air

$$= \text{jumlah populasi} \times \text{okupansi} \times \text{durasi pemakaian} \times \text{debit pemakaian air alat plambing} \times \text{faktor pemakaian} \quad (3)$$

Tabel 3. Standar pemakaian air alat plambing berdasarkan GBCI

Alat Keluaran Air	Kapasitas Keluaran Air
WC Flush Valve	< 6 l/flush
WC Flush Tank	< 6 l/flush
Urinal Flush Valve/Peturasan	< 4 l/flush

Sumber: [4]

Perhitungan persentase hemat air sebagai upaya tolok ukur penerapan konservasi air yang dapat dilihat pada **Tabel 4**. Persentase hemat air diperoleh berdasarkan perhitungan pemakaian air pada seluruh alat plambing hemat air merek X yang dapat dilihat pada **Tabel 5** dan total kebutuhan air bersih. Penggunaan alat plambing hemat air yang digunakan menggunakan merek X yaitu *faucet* TX 109 LLR, *lavatory* LW 536 CJ, *shower* TX 432 SJZ, *urinoir* U 57 K, dan *Water Closet Tank* CW 895 J. Penggunaan Merek X telah memenuhi standar pemakaian air alat plambing hemat air yang telah ditetapkan oleh GBCI **Tabel 3**, biaya terjangkau, dan tersebar luas di Indonesia [15]. Persamaan yang digunakan untuk perhitungan persentase hemat air terhadap total produk pengadaan alat plambing dan persentase penghematan air terhadap debit rencana kebutuhan air bersih disajikan pada persamaan 4 dan 5.

% penghematan air terhadap pengadaan alat plambing =

$$\frac{Q \text{ alat plambing konvensional (l/hari)} - Q \text{ alat plambing hemat air (l/hari)}}{Q \text{ alat plambing konvensional (l/hari)}} \times 100\% \quad (4)$$

% penghematan air terhadap kebutuhan air bersih =

$$\frac{Q \text{ alat plambing konvensional (l/hari)} - Q \text{ alat plambing hemat air (l/hari)}}{\text{Kebutuhan air (l/hari)}} \times 100\% \quad (5)$$

Tolak ukur fitur air atau alat plambing menggunakan disajikan pada **Tabel 4**. Berdasarkan **Tabel 4** terdapat katagori penghematan air dari 25% sampai dengan 75% dari total pengadaan produk fitur air. Peralatan alat plambing yang dipergunakan dalam penelitian ini disajikan pada **Tabel 5**. Pemilihan alat plambing tersebut dengan mempertimbangkan harga barang, ketersediaan serta kemudahan penggunaan. Jenis alat plambing yang dipergunakan meliputi *faucet*, *lavatory*, *shower*, *urinoir*, dan *water closet*.

Tabel 4. Tolak ukur fitur air/alat plambing

No	Fitur Air/Alat Plambing
1A	Penggunaan fitur air yang sesuai dengan kapasitas buangan di bawah standar maksimum kemampuan alat keluaran air, sejumlah minimal 25% dari total pengadaan produk fitur air.
1B	Penggunaan fitur air yang sesuai dengan kapasitas buangan di bawah standar maksimum kemampuan alat keluaran air, sejumlah minimal 50% dari total pengadaan produk fitur air
1C	Penggunaan fitur air yang sesuai dengan kapasitas buangan di bawah standar maksimum kemampuan alat keluaran air, sejumlah minimal 75% dari total pengadaan produk fitur air .

Sumber: [4]

Tabel 5. Pemakaian air alat plambing hemat air

Jenis Alat Plambing	Tipe	Pemakaian Air	Gambar
<i>Faucet</i>	TX 109 LLR	5 l/menit
<i>Lavatory</i>	LW 536 CJ	5 l/menit	
<i>Shower</i>	TX 432 SJZ	8 l/menit	
<i>Urinoir</i>	U 57 K	0,45 l/flush	
<i>Water Closet Tank</i>	CW895J	<i>Dual flush</i> 4,5/3 l/flush	

Sumber: [15]

3. Hasil dan Pembahasan

Apartemen Menara Cibinong Tower Mahoni terletak di Bogor dengan luas bangunan 10.314 m² dan Jumlah lantai pada masing-masing tower sebanyak 20 lantai dengan lantai 1 diperuntukkan untuk pertokoan, lantai 2 sampai 20 diperuntukkan untuk kamar, dan lantai 21 sebagai tempat ibadah dan ruang serbaguna [15]. Denah apartemen dapat dilihat pada **Gambar 1**. Jumlah populasi untuk ruangan bukan kamar dihitung menggunakan persamaan 1, sedangkan untuk ruangan kamar apartemen diasumsikan perhitungan jumlah populasi berdasarkan jumlah dan ukuran tempat tidur, untuk tempat tidur ukuran kecil diperuntukkan untuk 1 orang dan tempat tidur ukuran besar diperuntukkan untuk 2 orang [5]. Jumlah populasi di Apartemen Menara Cibinong Tower Mahoni sebanyak 794 orang. Hasil perhitungan jumlah populasi dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Jumlah populasi

Ruangan	Pengunjung	Karyawan	Penghuni	Total per ruangan
Kamar Apartemen	-	-	664	664
Toko	39	10	-	48
Aula	6	1	-	7
Masjid	46	11	-	57
Lobby	11	3	-	14
Ruang Kontrol	-	3	-	3
Total Populasi				794

Sumber: Pengolahan data (2021)

Ruang	Luas (m ²)	Jumlah Ruang
C22 Ruko	23	5
C33 Ruko	33	5
T22 Kamar	23	102
T33 Kamar	35	136
T44 Kamar	40	2
T55 Kamar	47	2
T66 Kamar	57	4
T77 Kamar	67	2
T88 Kamar	76	2
Masjid	96	1
Hall Aula	74	1

Gambar 1. Denah apartemen

Sumber: [5]

Kebutuhan air bersih dihitung menggunakan persamaan 2 dengan memakai data standar pemakaian air bersih berdasarkan jenis ruangan **Tabel 2** dan jumlah populasi ruang **Tabel 6** sebanyak 664 orang untuk kamar apartemen, 48 orang untuk toko, 7 orang untuk aula, 57 orang untuk masjid, 14 orang untuk lobi, dan 3 orang. Hasil perhitungan kebutuhan air bersih dapat dilihat pada **Gambar 2**. Berdasarkan **Gambar 2** total kebutuhan air bersih sebesar 67.686,46 l/hari, dimana kebutuhan tertinggi untuk keperluan hunian sebesar 66.400 l/hari. Kebutuhan air untuk fasilitas pendukung hunian yaitu masjid sebesar 570,51 l/hari, lobi 283,20 l/hari, toko 242 l/hari, aula 175,75 l/hari, dan ruang kontrol 15 l/hari.

Gambar 2. Grafik kebutuhan air bersih

Sumber: Pengolahan data (2021)

Pemakaian air dihitung berdasarkan penggunaan alat plambing hemat air dan alat plambing konvensional. Perbandingan perhitungan pemakaian air sebagai tolok ukur upaya konservasi air yang telah ditetapkan oleh GBCI **Tabel 4**. Penggunaan alat plambing menggunakan merek X karena telah memenuhi standar debit pemakaian air alat plambing berdasarkan **Tabel 3** yang telah ditetapkan oleh GBCI [4]. Hasil perhitungan pemakaian air alat plambing konvensional dan alat plambing hemat air dapat dilihat pada **Tabel 7** dan **Tabel 8**. Berdasarkan **Tabel 7** kebutuhan air dengan menggunakan alat plambing konvensional sebesar 15.039,62 l/hari sedangkan jika menggunakan alat plambing hemat air merek X sebesar 10.987,41 l/hari. Terdapat perbedaan pemakaian air sebesar 4.060,71 l/hari. Harga alat plambing hemat air lebih mahal

dibandingkan dengan jenis konvensional tetapi patut dipertimbangkan untuk dipergunakan sebab mampu menurunkan pemakaian air yang cukup banyak. Kondisi ketersediaan sumber air yang semakin langka mengharuskan semua pengembang memilih alat plambing yang hemat air, karena investasi awal yang mahal tetapi manfaat ke depannya lebih menguntungkan terutama dari aspek lingkungan.

Tabel 7. Pemakaian air berdasarkan alat plambing konvensional

Jenis Alat Plambing	Populasi	Okupansi (%)	Durasi Pemakaian		Debit		Faktor Pemakaian Tap		Pemakaian Air (L/hari)
			Faktor	Satuan	Besaran	Satuan	Faktor	Satuan	
Faucet	842	100	0,15	menit/pemakaian	7,0	l/menit	2,5	Per hari	2.211,54
Lavatory	130	100	0,15	menit/pemakaian	7,0	l/menit	2,5	Per hari	341,49
Shower	664	5	5,00	menit/pemakaian	12,0	l/menit	-	-	1.992,00
WC Pria	52	50	0,30	pemakaian/orang/hari	6,0	l/flush	-	-	46,83
WC Wanita	78	50	2,30	pemakaian/orang/hari	6,0	l/flush	-	-	538,58
WC Pribadi	712	100	2,30	pemakaian/orang/hari	6,0	l/flush	-	-	9.831,12
Urinal	52	50	2,00	pemakaian/orang/hari	1,5	l/flush	-	-	78,06
Total Pemakaian Air (l/hari)									15.039,62

Sumber: Pengolahan data (2021)

Tabel 8. Pemakaian air berdasarkan alat plambing hemat air

Jenis Alat Plambing	Populasi	Okupansi (%)	Durasi Pemakaian		Debit		Faktor Pemakaian Tap		Pemakaian Air (L/hari)
			Faktor	Satuan	Besaran	Satuan	Faktor	Satuan	
Faucet	842	100	0,15	menit/pemakaian	5	l/menit	2,5	Per hari	1.579,67
Lavatory	130	100	0,15	menit/pemakaian	5	l/menit	2,5	Per hari	243,92
Shower	664	5	5	menit/pemakaian	8	l/menit	-	-	1.328,00
WC Pria	52	50	0,3	pemakaian/orang/hari	4,5	l/flush	-	-	35,12
WC Wanita	78	50	2,3	pemakaian/orang/hari	4,5	l/flush	-	-	403,94
WC Pribadi	712	100	2,3	pemakaian/orang/hari	4,5	l/flush	-	-	7.373,34
Urinal	52	50	2	pemakaian/orang/hari	0,45	l/flush	-	-	23,42
Total Pemakaian Air (l/hari)									10.987,41

Sumber: Pengolahan data (2021)

Persentase hemat air dihitung sebagai upaya tolak ukur efisiensi penghematan air menggunakan alat plambing hemat air dari total pengadaan produk alat plambing **Tabel 4** dan upaya penghematan air menggunakan alat plambing hemat air terhadap debit rencana kebutuhan air bersih. Perhitungan persentase hemat air dihitung menggunakan persamaan 4. Persentase penghematan air berdasarkan penggunaan pemakaian air alat plambing hemat air **Tabel 8** sebesar 10.987,41 l/hari terhadap pengadaan produk alat plambing **Tabel 7** sebesar 15.039,62 l/hari. Kemudian diperoleh persentase penghematan air sebesar 26,94% yang dapat dilihat pada **Tabel 9**. Sehingga berdasarkan ketetapan GBCI **Tabel 4** telah memenuhi tolak ukur 1A dan penghematan air berdasarkan penggunaan pemakaian air alat plambing hemat air **Tabel 8** terhadap total kebutuhan air bersih **Gambar 6** sebesar 67.366,68 l/hari diperoleh sebesar dengan persentase penghematan 83,69% yang dapat dilihat pada **Tabel 10**.

Tabel 9. Persentase hemat air terhadap pengadaan produk alat plambing

Pemakaian Air Alat Plambing Konvensional (l/hari)	Pemakaian Air Alat Plambing Hemat Air (l/hari)	Persentase hemat air (%)
15.039,62	10.987,91	26,94

Sumber: Pengolahan data (2021)

Tabel 10. Persentase hemat air terhadap kebutuhan air bersih

Kebutuhan Air (l/hari)	Penghematan Air Alat Plambing Hemat Air (l/hari)	Persentase hemat air (%)
67.366,68	4.060,71	6,01

Sumber: Pengolahan data (2021)

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan air bersih untuk operasional apartemen dengan jumlah penghuni sebanyak 794 orang adalah 67.366,68 l/hari. Jumlah air tersebut berasal dari perhitungan kebutuhan air jika menggunakan alat plambing konvensional. Saat ini berkembang jenis alat plambing hemat air yang mampu menekan penggunaan air bersih tetapi fungsinya sama dengan alat plambing yang sebelumnya ada. Berdasarkan hasil perhitungan jika alat plambing hemat air tersebut dipergunakan maka mampu menghemat air sebesar 26,94% atau 4.060,71 l/hari atau 6,01% dari total kebutuhan air.

5. Singkatan

GBCI *Green Building Council Indonesia*

WAC *Water Conservation*

h Hari

l Liter

o Orang

Q Debit

6. Referensi

- [1] Peraturan Daerah Kabupaten Bogor Nomor 11 Tahun 2016 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Bogor Tahun 2016-2036.
- [2] Pembangunan Berkelanjutan. (2010). Pengertian dan Ruang Lingkup Pembangunan Berkelanjutan. Diakses 17 Oktober 2020, dari <https://newberkeley.wordpress.com/2010/07/02/pengertiandan-ruang-lingkup-pembangunan-berkelanjutan/>
- [3] Peraturan Daerah Provinsi Jawa Barat Nomor 13 Tahun 2013 Tentang Bangunan Gedung.
- [4] *Green Building Council Indonesia*, Greenship Rating Tools: Greenship for the New Building version 1.2, Summary of Criteria and Benchmarks, 2013.
- [5] PT. Barokah Propertindo Mandiri, *Perencanaan Teknik Apartemen Menara Cibinong*. Bogor, 2019.
- [6] E. Wardhani dan L. O. L. Putri, "Analisis kualitas air tanah dangkal untuk keperluan air minum di Kota Cimahi," *J. Serambi Engineering*, Vol. 6 (3), 2021.
- [7] A. K. Rahayu, Y. Pratama, dan A. Nurprabowo, "Perencanaan sistem instalasi plambing air bersih dengan penerapan alat plambing hemat air di Rumah Sakit Universitas Sam Ratulangi," *J. Serambi Engineering*, vol. 5 (2), 2020.
- [8] B. W. Ranadipura dan E. Wardhani. "Water Conservation Planning at Telkom University Landmark Tower Bandung Campus," *J. Presipitasi*, vol. 18 (2), 2021.
- [9] D. Y. Rinka, M. R. Sururi, dan E. Wardhani. "Perencanaan Sistem Plambing Air Limbah dengan Penerapan Konsep *Green Building* pada Gedung Panghegar Resort Dago-Hotel&Spa," *J. Reka Lingkungan Institut Teknologi Nasional*, vol. 2 (2) September, 2014.
- [10] A. Rahman, E. Wardhani, dan N. Halomoan. "Perencanaan Sistem Plambing Air Bersih dan Air Buangan di Rusunami X dengan Aspek Konservasi Air," *J. Serambi Engineering*, vol. 6 (3) Juli, 2021.
- [11] R. A. Suhandi dan E. Wardhani. "Penghematan Air di Hotel X Kota Batam Provinsi Kepulauan Riau dengan Menerapkan Daur Ulang Air Limbah," *J. Serambi Engineering*, vol. 6 (3) Juli, 2021.
- [12] Wahyudi dan E. Wardhani. "The Use of Plumbing Tools Saving Water with Efforts To Save Clean Water With Application of Green Building Concept At Menara Cibinong Apartement," *J. of Architectural Research and Education*, vol. 1 (2) hal 147-157, 2019.
- [13] T. Anantika, E. Wardhani, dan N. Halomoan, "Application of green building concept (rainwater harvesting) at Menara Cibinong Apartment," *J. of Architectural Research and Education*, vol. 1 (2), hal. 157-167, 2019.
- [14] Noerbambang, S. M. *Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing* (6 ed.), Jakarta: PT. Pradya Paramita, 2005.
- [15] Toto Indonesia Katalog. (2021). Diakses 11 Juni 2021, dari <https://www.toto.co.id/category/others>.