ANALISIS ALAT PLAMBING HEMAT AIR DI GEDUNG PERKANTORAN (STUDI KASUS: GEDUNG REKTORAT UNIVERSITAS ANDALAS)

ANALYSIS OF WATER-SAVING PLUMBING TOOLS IN OFFICE BUILDINGS (CASE STUDY: ANDALAS UNIVERSITY RECTORATE BUILDING)

Puti Sri Komala[1], Ansiha Nur[2], Ridwan[3] dan Bismi Lyra Rinanda[4]

[1]Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Limau Manis, Kota Padang, Indonesia, 25163

E-mail: putisrikomala@eng.unand.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pemakaian air menggunakan peralatan plambing konvensional dan membandingkannya dengan peralatan plambing hemat air serta merencanakan alat plambing hemat air di Gedung Rektorat. Jumlah pemakaian air alat plambing konvensional mengacu ke SNI 03-7065-2005. Alat plambing hemat air yang diusulkan adalah sistem dual flush dan sensor gerak, karena sistem ini lebih efisien dalam menghemat air, praktis, dan higienis. Perbandingan pemakaian air dengan alat plambing konvensional berdasarkan SNI yaitu 353,8 l/h, sedangkan pemakaian air dengan alat plambing hemat air menggunakan sistem dual flush dan sensor gerak sebesar 251,2 l/h. Perbandingan ini menunjukkan bahwa pemakaian air menggunakan alat plambing hemat air lebih rendah dibandingkan alat plambing konvensional, dimana persentase penghematan mencapai 40,4%. Oleh karena itu, perencanaan sistem plambing hemat air ini diharapkan dapat menjadi solusi untuk pemakaian air yang lebih efisien.

Kata kunci: alat plambing hemat air, gedung perkantoran, pemakaian air

ABSTRACT

This study aims to evaluate water usage using conventional plumbing equipment, compare it with water-efficient plumbing equipment, and plan water-efficient plumbing equipment in the Rectorate Building. The amount of water usage by ordinary plumbing equipment refers to SNI 03-7065-2005. The proposed water-saving plumbing equipment is a dual flush system and motion sensor because this system is more efficient in saving water, practical, and hygienic. The comparison of water usage with conventional plumbing devices based on SNI is 353,8 l/h, while water usage with water-saving plumbing devices using dual flush systems and motion sensors is 251,2 l/h. This comparison shows that water usage using water-saving plumbing devices is lower than conventional plumbing devices, where the percentage of savings reaches 40,4%. Therefore, planning this water-saving plumbing system is expected to be a solution for more efficient water usage.

Keywords: water-saving plumbing fixtures; rectorate building; water consumption

1. PENDAHULUAN

Sistem plambing pada suatu bangunan berfungsi untuk menyediakan kebutuhan air bersih, air panas, air limbah, dan air hujan. Desain sistem plambing harus memastikan penyediaan air bersih bangunan dengan debit yang mencukupi dan tekanan yang memadai sesuai dengan kebutuhan dan fungsi yang ada dalam bangunan tersebut (Jatmika dkk., 2021). Di sisi lain air merupakan sumber daya alam yang terbatas, sehingga penghematan air menjadi sangat penting untuk menjaga konsumsi air yang berlebihan, selain untuk mencegah peningkatan timbulan air limbah. Salah satu program untuk mendukung penghematan air adalah penggunaan alat plambing hemat air dengan konsep *Green Building* (Muhamad &Wardhani, 2021). *Green Building* merupakan sebuah konsep untuk meningkatkan efisiensi sumber daya yang dibutuhkan untuk sebuah gedung, rumah, atau bahkan kawasan. Sumber daya tersebut dapat berupa energi, air, dan lain-lain (Triwidiastuti, 2017). Peralatan plambing hemat air diperkirakan dapat mengurangi penggunaan air, sehingga distribusi air dapat dioptimalkan untuk berbagai kegiatan lainnya di lingkungan kampus. Sumber air bersih yang digunakan berasal dari Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Universitas Andalas.

Universitas Andalas merupakan salah satu perguruan tinggi negeri yang berlokasi di Padang, Sumatera Barat yang didirikan pada 23 Desember 1955 dan diresmikan pada 13 September 1956. Kampus ini mencakup area seluas 500 hektar yang dilengkapi berbagai fasilitas pendukung studi seperti gedung fakultas, gedung perkuliahan, asrama dan lainnya. Sebagai kampus yang besar Universitas perlu melakukan penghematan air agar ketersediaan sumber air tetap terjaga untuk keberlangsungan operasional akademis. Penghematan air membantu menjaga ketersediaan sumber daya air yang semakin terbatas dan sangat penting untuk keberlanjutan sumber daya air bagi kebutuhan saat ini dan masa depan (Rahman dkk., 2021). Penghematan air juga berkontribusi pada efisiensi penggunaan air, yang dapat mengurangi biaya operasional dan dampak lingkungan (Jatmika dkk., 2021).

Perlengkapan hemat air di gedung-gedung universitas dapat secara signifikan mengurangi konsumsi air dan biaya. Memodifikasi toilet dengan kloset dan urinal yang hemat air telah terbukti hemat biaya (Hwang, 2004). Toilet dual-flush dan sistem penggunaan ulang air limbah dapat mengurangi penggunaan air dan dampak lingkungan (Gnoatto et al., 2019). Menerapkan strategi konservasi air, seperti daur ulang air limbah, pemanenan air hujan, dan perangkat sanitasi hemat air, dapat menghasilkan penghematan air yang substansial di gedung-gedung kampus (Ranadipura & Wardhani, 2021). Langkah-langkah ini selaras dengan standar bangunan hijau seperti *Greenship New Building*, yang menekankan konservasi air melalui perlengkapan yang efisien, pemanenan air hujan, dan daur ulang air limbah (Teddy, 2018). Studi-studi ini menunjukkan pentingnya mempertimbangkan dampak lingkungan dan ekonomi ketika memilih solusi hemat air untuk sistem plambing universitas. Standar pemakaian air alat plambing berdasarkan *Green Building Council Indonesia* (GBCI) penting untuk mengurangi konsumsi air dan mengelola sumber daya air yang terbatas. Penggunaan peralatan plambing hemat air, daur ulang air bekas untuk penyiraman toilet dan urinal, serta pemasangan alat ukur air di Gedung Dekanat dapat mendukung program konservasi air dengan penghematan air hingga 10 m^3 (Afrhiani dkk., 2020).

Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi pemakaian air menggunakan alat plambing konvensional dan membandingkannya dengan peralatan plambing hemat air khususnya di Gedung Rektorat Universitas Andalas. Melalui perbandingan tersebut dapat ditentukan efisiensi penghematan air dan reduksi konsumsi air bersih di Gedung perkantoran. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam penerapan alat plambing hemat air pada gedung-gedung lain di kampus Universitas Andalas, sehingga pemakaian air menjadi lebih efisien. Melalui penghematan air diharapkan universitas dapat berkontribusi pada pelestarian sumber daya air dalam rangka mendukung pembangunan yang berkelanjutan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder meliputi luas wilayah studi, jumlah alat plambing, jumlah penghuni gedung, denah gedung yang diperoleh dari Bidang Aset Universitas Andalas, SNI 03-7065-2005 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing, Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing (Noerbambang dan Morimura, 2000) dan Standar Alat Plambing berdasarkan GBCI (*Green Building Council* Indonesia) digunakan sebagai acuan untuk mengevaluasi dan perencanaan sistem plambing pada Gedung Rektorat.

2.2 Pemakaian Air Alat Plambing

Pemakaian air yang dibutuhkan dapat ditentukan berdasarkan jumlah penghuni yang dimiliki melalui perhitungan dengan menggunakan persamaan berikut:

Pemakaian air = Jumlah Populasi x Okupansi x Durasi Pemakaian x Debit Pemakaian x Faktor Pemakaian (1)

Keterangan:
Populasi = Sejumlah orang
Okupansi = Tingkat penggunaan alat plambing
Durasi Pemakaian = Lama pemakaian air
Debit Pemakaian = Jumlah air yang digunakan
Faktor Pemakaian = Aspek/variabel yang memengaruhi

Perhitungan pemakaian air alat plambing mengacu pada standar alat plambing berdasarkan GBCI (*Green Building Council* Indonesia) dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Standar pemakaian air alat plambing berdasarkan GBCI

Alat Plambing	Konvensional	Hemat Air
WC Closet Tank	6 liter / *flush*	4,5 liter/*flush*
Urinal	4 liter / *flush*	0,45 liter/*flush*
Lavatory	7 liter/ *flush*	5 liter/ *flush*

2.3 Pemilihan Alat Plambing Hemat Air

Pemilihan alat plambing hemat air dapat dilakukan dengan menggunakan produk dari supplier peralatan plambing yang tersedia secara online. Produk yang dipilih harus mempertimbangkan efisiensi penggunaan air, kepraktisan, dan higienitas, seperti sistem *dual flush* dan sensor gerak. Sistem seperti *dual flush*, memungkinkan pengguna untuk memilih volume air yang sesuai dengan kebutuhan, sehingga mengurangi pemborosan air yang tidak perlu. Sementara itu, teknologi sensor gerak misalnya pada *lavatory* dapat meningkatkan higienitas dengan meminimalkan kontak langsung, yang juga relevan dalam mendukung kesehatan masyarakat.

2.4 Efisiensi Penghematan Air

Persentase penghematan air ini diperlukan untuk mengetahui berapa besaran air yang dihemat setelah menggunakan alat plambing hemat air. Persentase penghematan air dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Noerbambang, 2005):

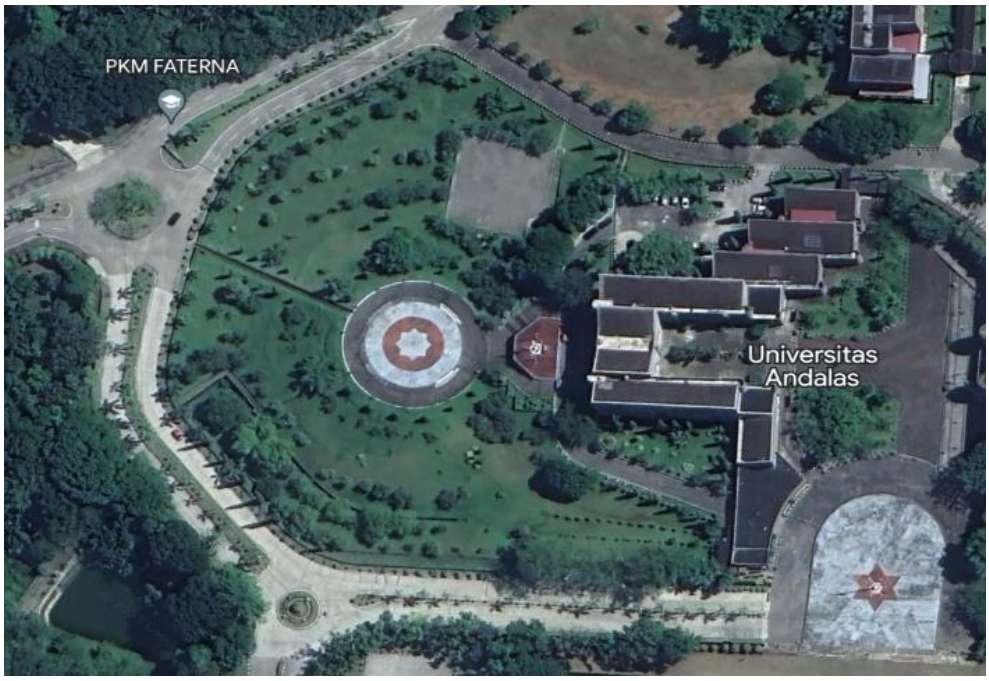
$$(\%) = \frac{Qkonvensional(l/h) - Qhemat\ air(l/h)}{Qhemat\ air(l/h)} x100\% \quad (2)$$

Keterangan:
$Q_{konvensional}$ = Pemakaian air alat konvensional
$Q_{hemat\ air}$ = Pemakaian air alat hemat air

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Lokasi Studi

Universitas Andalas adalah perguruan tinggi negeri Indonesia yang terletak di Kota Padang, Sumatera Barat, Indonesia, yang telah berdiri semenjak tahun 1956 dengan luas lahan sekitar 500 Ha. Sejak awal berdirinya hingga sekarang ini, Universitas Andalas telah memiliki lima belas 15 fakultas, dan satu program pascasarjana, dengan rincian 44 program studi sarjana, 41 program studi magister (S2), 13 program studi doktor (S3), 12 program pendidikan dokter spesialis, 5 Profesi dan 4 program studi D3. Wilayah studi penelitian ini adalah Gedung Rektorat Universitas Andalas dengan titik koordinat 0.914518 LS dan 100.459526 BT. Gedung Rektorat dengan luas sebesar 27,878 m^2 mempunyai total bangunan sebanyak empat lantai. Gedung rektorat merupakan gedung pusat yang dapat menjadi contoh bagi gedung lainnya di Universitas Andalas. Gedung ini juga merupakan bagian dari wilayah pelayanan SPAM Universitas Andalas. SPAM merupakan sarana dan prasarana penyediaan air minum, yang pembangunannya di kampus Universitas Andalas dan telah dilakukan sejak tahun 2018. Lokasi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

3.2 Denah dan Jumlah Populasi di Gedung Rektorat

Gedung rektorat Universitas Andalas dengan luas sebesar 27,878 m^2 mempunyai total bangunan sebanyak 4 lantai. Denah Gedung Rektorat dapat dilihat pada **Gambar 2.** Gedung rektorat merupakan pusat administrasi dan pengambilan keputusan penting terkait dengan pengelolaan lembaga pendidikan oleh para pimpinan universitas yang didukung oleh 197 orang, seperti yang dapat dilihat pada **Tabel 2.**

3.3 Pemakaian Alat Plambing

Fasilitas di Gedung Rektorat yang menggunakan sistem plambing melibatkan toilet umum, toilet pribadi, dan dapur. Toilet umum berada di samping tangga naik dan turun. Toilet ini merupakan toilet tipikal yang berada pada lantai 1 hingga lantai 4. Toilet pribadi terletak di dalam ruangan rektor dan wakil rektor, sementara dapur terletak di lantai 1 Gedung Rektorat. Total alat plambing yang dipasang pada Gedung Rektorat sebanyak 138 unit, yang terdiri dari *water closet, urinal, faucet, dan lavatory*. Jenis alat plambing yang ada pada setiap lantai, dapat dilihat pada **Tabel 3.**

Gambar 2. Denah Gedung Rektorat
(a) Lantai 1, (b) Lantai 2, (c) Lantai 3 dan (d) Lantai 4

Tabel 2. Jumlah Penghuni di Gedung Rektorat

No	Lantai	Jumlah Penghuni (orang)
1	Lantai 1	98
2	Lantai 2	47
3	Lantai 3	35
4	Lantai 4	17
	Total	**197**

Tabel 3. Jumlah Alat Plambing pada Gedung Rektorat

No	Lantai	Jumlah Alat Plambing					Jumlah
		WC	F	L	U	*Si*	
1	Lantai 1	15	21	12	4	1	53
2	Lantai 2	8	14	5	4	2	33
3	Lantai 3	6	9	5	4	0	24
4	Lantai 4	8	10	6	4	0	28
Total		**37**	**54**	**28**	**16**	**3**	**138**

Keterangan: WC= Water Closet, F= Faucet, L= Lavatory, U= Urinal, Si= Sink

Pemakaian air dihitung berdasarkan penggunaan alat plambing menggunakan persamaan (1). Hasil perhitungan pemakaian air alat plambing konvensional dan hemat air dapat dilihat pada **Tabel 4** dan **Tabel 5**.

Tabel 4. Pemakaian Air Alat Plambing Konvensional

Alat Plambing	Populasi	Okupansi (%)	Durasi Pemakaian		Debit		Faktor Pemakaian		Pemakaian Air (L/hari)
			Nilai	Satuan	Nilai	Satuan	Faktor	Satuan	
WC Closet Tank	37	50	2,30	pemakaian /orang/hari	6,0	l/*flush*	-	-	255,3
Urinal	16	50	2,00	pemakaian /orang/hari	4	l/*flush*	-	-	24
Lavatory	28	100	0,15	menit/pemakaian	7,0	l/menit	2,5	Per hari	73,5
Total Pemakaian Air (l/hari)									**352,8**

Tabel 5. Pemakaian Air Alat Plambing Hemat Air

Alat Plambing	Populasi	Okupansi (%)	Durasi Pemakaian		Debit		Faktor Pemakaian		Pemakaian Air (L/hari)
			Nilai	Satuan	Nilai	Satuan	Faktor	Satuan	
WC Closet Tank	37	50	2,30	pemakaian /orang/hari	4,5	l/*flush*	-	-	191,5
Urinal	16	50	2,00	pemakaian /orang/hari	0,45	l/*flush*	-	-	7,2
Lavatory	28	100	0,15	menit/ pemakaian	5	l/menit	2,5	Per hari	52,5
Total Pemakaian Air (l/hari)									**251,2**

Perhitungan pemakaian air *Lavatory* hemat air

Pemakaian air = Jumlah Populasi x Okupansi x Durasi Pemakaian x Debit Pemakaian x Faktor Pemakaian

= 28 x 100% x 0,15 menit/pemakaian x 5 l/menit x 2,5 per hari

= 52,5 L/hari

Berdasarkan Tabel 4 dan Tabel 5, pemakaian air dengan menggunakan alat plumbing konvensional sebesar 352,8 l/hari sedangkan jika menggunakan alat plambing hemat air sebesar 251,2 l/hari, terdapat perbedaan pemakaian air sebesar 101,6 l/hari. Alat plambing yang terbesar dalam pemakaian air adalah WC *Closet* diikuti oleh *lavatory* dan urinal.

3.4 Alternatif Alat Plambing Hemat Air

Menghitung persentase hemat air didasarkan pada penggunaan alat-alat plambing hemat air merek terpilih, sebagaimana tertera dalam Tabel 6.

Tabel 6. Alternatif Alat Plambing Hemat Air

Alat Plambing	Tipe	Pemakaian Air	
WC Closet	*Dual flush*	4,5 liter/*flush*	
Urinal	Sensor	0,45 liter/*flush*	
Lavatory	Sensor	5 liter/menit	

Penggunaan alat plambing hemat air yang diusulkan menggunakan tipe setara *Water Closet Tank* dengan sistem dual flush. Toilet dengan sistem dual flush ini memiliki kemampuan mengurangi pemakaian air dengan menyediakan dua volume air berbeda untuk membersihkan limbah cair dan limbah padat. Toilet ini mampu mengurangi penggunaan air hingga 68%, lebih efisien dibandingkan dengan toilet konvensional (Li, 2022). Selain itu, sistem ini juga mencakup *Urinal* dan *lavatory* dengan sensor. Sensor-sensor tersebut, khususnya sensor inframerah pasif pada urinal, berfungsi mendeteksi penggunaan urinal. Ketika tangki air mencapai kapasitas penuh, urinal secara otomatis disiram**.** Penggunaan sensor jenis ini dapat menghemat hingga 75% air dibandingkan penggunaan alat plambing konvensional (Li, 2022). Penggunaan jenis peralatan terpilih tersebut telah memenuhi standar pemakaian air alat plumbing hemat air yang telah ditetapkan oleh GBCI dengan pertimbangan biaya terjangkau, higienis, dan tersebar luas di Indonesia (Muhamad & Wardhani, 2021).

3.5 Penghematan Air

Perhitungan persentase hemat air dihitung menggunakan persamaan [2].

$$(\%) = \frac{Qkonvensional(l/h) - Qhemat\ air(l/h)}{Qhemat\ air(l/h)} x100\%$$

$$= \frac{352{,}8\ l/h - 251{,}2\ l/h}{251{,}2\ l/h} x100\%$$

$$= 40{,}44\ \%$$

Penggunaan pemakaian air menggunakan alat plambing hemat air yaitu sebesar 251,2 l/hari dibandingkan dengan pemakaian air menggunakan alat plambing konvensional sebesar 352,8 l/hari, diperoleh penghematan air sebesar 40,44%. Meskipun, 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 menjadi pertimbangan utama untuk memilih alat plambing yang hemat air. Meskipun investasi awal yang mahal, tetapi manfaat jangka panjang terutama dari aspek lingkungan (Muhamad & Wardhani, 2021), khususnya dalam hal penghematan sumber daya air yang jumlahnya semakin terbatas. Hal lainnya yang perlu diperhatikan adalan perlunya pemeliharaan dan pengelolaan peralatan plambing yang baik sehingga program penghematan air ini dapat dicapai. Kurangnya pemeliharaan dan pengelolaan perlengkapan pipa yang buruk pada akhirnya menjadi penghambat kondisi yang seharusnya untuk mencapai penghematan air (Gonçalves, dkk., 2018).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan pemakaian air menggunakan alat plambing konvensional untuk operasional Gedung Rektorat yaitu sebesar 352,8 l/h sedangkan pemakaian air alat plambing hemat air yaitu sebesar 251,2 l/h. Peralatan plambing hemat air mampu menghemat air sebesar 40,44% atau 101,6 l/hari. Desain alat plumbing hemat air yang disarankan adalah alat plumbing hemat air yaitu, *Water Closet* dengan sistem dual flush, *urinal* dan *lavaroty* dengan sensor gerak, karena mempertimbangkan efisiensi penggunaan air, kepraktisan, dan higienitasnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Andalas atas bantuan dana penelitian ini dengan No. T/21/UN.16.19/PT.01.03/IS-RPGC/2023.

DAFTAR PUSTAKA

Afrhiani, S. A., Pharmawati, K., & Nurprabowo, A. (2020). Potensi Penerapan Konservasi Air pada Gedung Dekanat Universitas X. *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan*, *12*(2).

Anantika, T. (2020). Application of Green Building Concept (Rainwater Harvesting) at

Menara Cibinong Apartment. *Journal of Architectural Research and Education*, *1*(2). https://doi.org/10.17509/jare.v1i2.22306

Gnoatto, E.L., Kalbusch, A., & Henning, E. (2019). Evaluation of the Environmental and Economic Impacts on the Life Cycle of Different Solutions for Toilet Flush Systems. *Sustainability*. 11 (4742). doi:10.3390/su11174742

Felipe Gonçalves, Andreza Kalbusch and Elisa Henning. Correlation between water consumption and the operating conditions of plumbing fixtures in public buildings. (2018). Water Supply. 18 (6): 1915–1925

Green Building Council Indonesia. (2013). Greenship Rating Tools: Greenship for the New Building version 1.1, Summary of Criteria and Benchmarks

Hwang, B.H. (2004). T*he cost-effectiveness of retrofitting sanitary fixtures in restrooms of a university building.* (Thesis, Texas A&M University)

Jatmika, B., Maulana, I., Al-Faqih, R., Zouda, R. A., & Viktorovich, O. M.(2021). Analysis Of Clean Water And Hot Water Needs Plumbing System In The Building. *International Journal Engineering And Applied Technology (IJEAT)*, *4*(2). https://doi.org/10.52005/ijeat.v4i2.51

Li, P., Chien H., Chang P., Chou S., & Tai C. (2022). *Water Management Strategies on Campus: An integrated approach*. Sustainability Perspectives *2(1), 73-79*

Muhamad, F., & Wardhani, E. (2021). Studi Penghematan Air pada Sistem Plambing Air Bersih di Apartemen Menara Cibinong Tower Mahoni. *Jurnal Serambi Engineering*, *6*(4). https://doi.org/10.32672/jse.v6i4.3475

Noerbambang, S. M. (2005). *Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plumbing (6 ed.)*. Jakarta: PT. Pradya Paramita,

Noerbambang, S. Moh, dan T. Morimur. (2000). *Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plumbing*, Jakarta : Pradnya Paramita, 2000.

Rahman, A., Wardhani, E., & Halomoan, N. (2021). Perencanaan Sistem Plambing Air Bersih dan Air Buangan di Rusunami X dengan Aspek Konservasi Air. *Jurnal Serambi Engineering*, *6*(3). https://doi.org/10.32672/jse.v6i3.3115

Ranadipura, B. W., & Wardhani, E. (2021). Water Conservation Planning at Telkom University Landmark Tower Bandung Campus. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, *18*(2). https://doi.org/10.14710/presipitasi.v18i2.219-230

Rinka, D. Y., Sururi, M. R., & Wardhani, E. (2014). Perencanaan Sistem Plambing Air Limbah dengan Penerapan Konsep Green Building pada Gedung Panghegar Resort Dago Golf-Hotel&Spa. *Jurnal Reka Lingkungan*, 2(2), 81-92.

SNI 03-7065-2005 *Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing.* Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Teddy, S. (2018). Kajian Penerapan Prinsip Water Conservation Sesuai Standar Greenship New Building Versi 1.2 Studi Kasus: Gedung P1 Dan P2 Universitas Kristen Petra Surabaya. *Dimensi Utama Teknik Sipil. 5(2). DOI: 10.9744/duts.5.2.9-169*

Triwidiastuti, S. E. (2017). Model Green Building Di Indonesia Berbasis Konsep Kualitas DMAIC SIX SIGMA. *Optimalisasi Peran Sains Dan Teknologi Untuk Mewujudkan Smart City*, *1*(1), 141–166.

Wahyudi, W. (2020). The Use of Plumbing Tools Saving Water With Efforts to Save Clean

Water With Application of Green Building Concept at Menara Cibinong Apartment. *Journal of Architectural Research and Education*, *1*(2), 157. https://doi.org/10.17509/jare.v1i2.22307

Wahyudi, W. (2020). *Perencanaan Sistem Instalasi Plambing Air Bersih, Air Limbah Dometik Sewage Treatment Plant (STP) Di Apartemen Menara Tower E Matoa Cibinong*. (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Nasional Bandung).