

OPTIMALISASI SISTEM PLUMBING HEMAT AIR DI RUSUN BRIMOB SAMPALI MEDAN: EDUKASI TEKNOLOGI DAN MANAJEMEN LIMBAH CAIR

Zufri Hasrudy Siregar ^{1*}, Arif Fadillah Nasution ², Mawardi ³, Riana Puspita ⁴, Refiza ⁵,
Asmara Sari Nasution ⁶, Muhammad Fazri ⁷, Saidan Sany Lubis ⁸

^{1,2,3} Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Al Azhar

⁴ Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area

^{5,7} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Al-Azhar Medan

⁶ Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Al-Azhar Medan

⁸ Program Studi Manajemen, Fakultas Ekonomi, Universitas Al-Azhar Medan

Korespondensi: * rudysiregar7@gmail.com

ABSTRAK. Ketersediaan air bersih di kawasan urban dengan tingkat kepadatan tinggi menghadapi tantangan besar akibat keterbatasan infrastruktur dan pemborosan air, yang dapat mencapai 30%. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan sistem plumbing hemat air di Rusun Brimob Sampali Medan melalui pendekatan integratif berupa penerapan teknologi modern dan edukasi masyarakat. Penelitian ini menggunakan metode campuran kualitatif (observasi, wawancara) dan kuantitatif (kuesioner skala Likert, pengukuran digital). Alur penelitian dimulai dari analisis kondisi eksisting, perancangan sistem plumbing baru, implementasi teknologi hemat air seperti sistem daur ulang air abu-abu dan toilet dual flush, hingga monitoring serta evaluasi efektivitas sistem. Populasi penelitian terdiri dari 30 penghuni rusun, dengan data konsumsi air sebelum dan sesudah implementasi dibandingkan untuk mengukur dampak sistem. Hasil menunjukkan bahwa sistem plumbing hemat air mampu mengurangi konsumsi air hingga 33.52%, sementara penerapan sistem daur ulang air abu-abu menghasilkan efisiensi tambahan sebesar 58.17%. Program edukasi meningkatkan pemahaman penghuni terhadap konservasi air dengan rata-rata skor Likert 4.03 dari 5, serta kepuasan terhadap sistem baru mencapai skor rata-rata 4.1. Keterbaruan penelitian ini terletak pada integrasi teknologi hemat air dengan program edukasi yang dirancang khusus untuk konteks lokal Indonesia. Studi ini memberikan model holistik yang dapat direplikasi di kawasan lain untuk mengatasi masalah air bersih secara berkelanjutan..

Kata kunci: plumbing hemat air, daur ulang air, edukasi masyarakat, efisiensi air, teknologi hemat air.

ABSTRACT. The availability of clean water in high-density urban areas is a pressing concern, as evidenced by the limited infrastructure and significant water wastage, which can reach 30%. This research aims to optimize the water-saving plumbing system in Brimob Sampali Flat in Medan through an integrative approach of applying modern technology and community education. This research utilizes a mixed method of qualitative (observation, interview) and quantitative (Likert scale questionnaire, digital measurement) data collection. The research process is outlined as follows: first, the existing conditions are analyzed; second, a new plumbing system is designed; third, water-saving technologies are implemented, such as gray water recycling systems and dual flush toilets; fourth, the effectiveness of the system is monitored and evaluated. The study population consisted of 30 residents of the Brimob Sampali Flat in Medan, and their pre- and post-implementation water consumption data were compared to measure the impact of the system. The results indicated that the implementation of the water-efficient plumbing system led to a 33.52% reduction in water consumption, while the integration of the gray water recycling system augmented this reduction by an additional 58.17%. The educational program was found to have enhanced residents' comprehension of water conservation, as evidenced by an average Likert score of 4.03 out of 5. Moreover, satisfaction with the novel system attained an average score of 4.1, signifying a positive response. The novelty of this study lies in the integration of water-saving technologies with an educational program designed specifically for the local Indonesian context, providing a holistic model that can be replicated in other regions to address clean water issues in a sustainable manner.



Keywords: *water-saving plumbing, gray water recycling, community education, water efficiency, water-saving technology.*

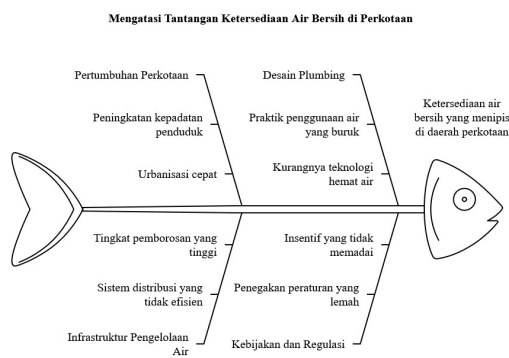
Terima **10 Desember 2024** Terima dan di revisi **03 Januari 2025** Disetujui **10 Januari 2025**

PENDAHULUAN

Ketersediaan air bersih telah menjadi tantangan global yang semakin mendesak, terutama di wilayah urban dengan tingkat kepadatan penduduk tinggi (Xu et al., 2022). Menurut laporan United Nations World Water Development Report (United Nations & Educational, 2021), 55% populasi dunia akan tinggal di wilayah perkotaan pada tahun 2050, menyebabkan tekanan besar terhadap sumber daya air. Sumber daya air yang terbatas dan pertumbuhan populasi yang pesat menjadi tantangan dalam memenuhi kebutuhan air bersih dan mengelola air limbah secara berkelanjutan (Sukmawardani et al., 2021) (Putra et al., 2020). Di Indonesia, permasalahan ini diperparah oleh infrastruktur pengelolaan air yang belum optimal, yang sering kali menyebabkan pemborosan air hingga 30% (Oliveira et al., 2022). Menurut Hwang et al. (2019), sistem plumbing yang dirancang dengan baik dapat mengurangi pemborosan air dan meningkatkan kualitas layanan air. Dalam konteks ini, upaya optimalisasi sistem plumbing hemat air menjadi sangat relevan (Bagus Budianto et al., 2020), khususnya untuk bangunan *residensial* berkapasitas tinggi seperti Rumah Susun (Rusun).

permasalahan serupa dalam pengelolaan air. Sistem *plumbing* konvensional yang digunakan memiliki tingkat efisiensi rendah dan kerap kali mengalami kebocoran, yang berdampak pada meningkatnya konsumsi air bersih secara tidak terkendali (Saragih et al., 2022). Oleh karena itu, optimalisasi sistem plumbing hemat air yang terintegrasi dengan teknologi modern dan pendekatan edukasi masyarakat diperlukan untuk menjawab tantangan ini secara holistik (Oliveira et al., 2022)(Abfertiawan, 2019).

Penggunaan peralatan plumbing yang dirancang untuk mengurangi penggunaan air dapat menghemat hingga 33% dari kebutuhan air awal (Wahyudi, 2020). Ini termasuk perangkat seperti keran dan toilet yang dirancang untuk mengurangi aliran air. Selain itu, *retrofit* perangkat plumbing di apartemen multi-keluarga menunjukkan penghematan air sebesar 27% dan penghematan gas alam antara 12% hingga 14% per bulan. Sistem Daur Ulang Air Abu-abu (*Greywater*): Penggunaan sistem daur ulang air dan perangkat plumbing inovatif dapat mengurangi konsumsi air bersih secara signifikan, mencapai penghematan air bersih hingga 58.17% (Amin et al., 2023)



Gambar 1 Mitigasi menggunakan metode *Fish Bone*

Sumber: penulis



Gambar 2 Kelebihan dan kekurangan Sistem Plumbing hemat air dan daur ulang air

Sumber: penulis

Rusun Brimob Sampali Medan, sebagai salah satu kawasan permukiman padat, menghadapi



Perkembangan Penelitian (*State of the Art*)

Kemajuan teknologi telah memungkinkan penerapan perangkat hemat air yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Penelitian oleh (Huang et al., 2023) menunjukkan efektivitas penggunaan sistem *Waterwheel-Rotating Biological Contactor* (WRBC) dalam mengolah limbah cair, sehingga menghasilkan air daur ulang yang dapat digunakan kembali untuk keperluan *non-potable*. Selain itu, studi oleh (Kim et al., 2022) memperkenalkan konsep *smart building* yang mengintegrasikan sistem manajemen air dan energi untuk mencapai efisiensi optimal (Wong et al., 2023).

Namun, keberhasilan implementasi teknologi ini sangat bergantung pada partisipasi masyarakat. Studi oleh (Rahayu et al., 2020)(Novita Ratnasari et al., 2024) mengungkapkan bahwa tingkat adopsi teknologi hemat air di kalangan masyarakat Indonesia masih rendah akibat kurangnya edukasi dan kesadaran. Oleh karena itu, kombinasi pendekatan teknologi dan edukasi menjadi strategi yang penting untuk meningkatkan keberhasilan program konservasi air.

Penelitian oleh (Palermo et al., 2022) menunjukkan bahwa implementasi sistem monitoring air secara *real-time* dapat mengurangi pemborosan air hingga 30% dalam bangunan residensial. Selain itu, penelitian oleh (Bakar et al., 2021) menyoroti pentingnya edukasi masyarakat tentang pentingnya konservasi air dan bagaimana teknologi dapat membantu dalam mengubah kebiasaan penggunaan air yang tidak efisien

Berbagai inovasi seperti sensor pintar, kontrol otomatis, dan analisis data dapat membantu mengidentifikasi dan mengatasi potensi kebocoran serta pemborosan air yang tidak terdeteksi sebelumnya (Farghali et al., 2023). Dengan adanya sistem monitoring yang terintegrasi, pemilik bangunan dapat secara proaktif mengelola penggunaan air dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan (Chu et al., 2022). Namun, dengan kerja sama yang baik antara pemilik bangunan, pengelola, dan penghuni, serta adopsi teknologi yang tepat, langkah-langkah penghematan air dapat berhasil dilaksanakan (Altarawneh & Murtadha, 2023).

Untuk mengoptimalkan sistem plumbing hemat air, beberapa strategi dapat diterapkan berdasarkan penelitian yang ada:

1. Menggunakan sistem daur ulang air abu-abu (*Greywater*) dapat mengurangi konsumsi air bersih secara signifikan. Sistem ini memungkinkan penggunaan kembali air dari wastafel, pancuran, dan mesin cuci untuk keperluan lain seperti penyiraman taman atau toilet (Amin et al., 2023)
2. Mengganti perlengkapan plumbing biasa dengan versi hemat air, seperti keran dan shower hemat air, dapat mengurangi konsumsi air hingga 33.52% dan juga mengurangi konsumsi energi. Meskipun mungkin tidak selalu ekonomis tanpa insentif, manfaat lingkungan dari pengurangan konsumsi air dan energi sangat signifikan (Talpur et al., 2020).
3. Sistem pemanenan air hujan dapat digunakan untuk suplai air ke toilet, yang terbukti ekonomis dan memuaskan pengguna (Maykot & Ghisi, 2020). Sistem ini dapat mengurangi ketergantungan pada air bersih dan meningkatkan efisiensi penggunaan air (Siregar et al., 2023).

Celah Penelitian

Penelitian terkait sistem plumbing hemat air telah dilakukan secara global, seperti yang dijelaskan oleh (Palermo et al., 2022), yang menunjukkan bahwa implementasi teknologi sensor dapat mengurangi pemborosan air hingga 30%. Namun, studi ini masih terfokus pada bangunan komersial dan industri besar, sementara penelitian tentang sistem plumbing hemat air di lingkungan residensial berkapasitas tinggi, khususnya di negara berkembang seperti Indonesia, masih sangat terbatas.

Selain itu, meskipun teknologi hemat air seperti toilet dual flush dan perangkat aerator telah banyak digunakan di negara maju, adaptasi teknologi ini dalam konteks lokal Indonesia belum banyak dikaji, khususnya dengan mempertimbangkan tantangan seperti biaya pemasangan awal, keberlanjutan teknologi, dan edukasi masyarakat. Hal ini menjadi kesenjangan penelitian (*research gap*) yang signifikan untuk dijawab.

Penelitian ini bertujuan untuk Mengembangkan dan mengimplementasikan sistem plumbing hemat air di Rusun Brimob



Sampali Medan yang mengintegrasikan teknologi mutakhir. Menganalisis pengaruh edukasi terhadap kesadaran dan perilaku penghuni dalam mengurangi pemborosan air. Mengevaluasi efektivitas pengelolaan limbah cair dalam mendukung efisiensi penggunaan air secara berkelanjutan. Selain itu, penelitian dapat dilakukan untuk melihat bagaimana teknologi dapat digunakan untuk mengoptimalkan sistem perpipaan yang ada, sehingga dapat mengurangi pemborosan air dan meningkatkan efisiensi penggunaan air di masyarakat (Agarwal et al., 2021)

Keterbaruan penelitian ini antarlain:

1. Menggabungkan pendekatan teknologi hemat air dengan program edukasi masyarakat yang dirancang khusus untuk lingkungan rusun di Indonesia.
2. Menerapkan teknologi daur ulang air abu-abu yang disesuaikan dengan kondisi lokal, sehingga dapat menghemat konsumsi air bersih hingga 58% (Amin et al., 2023).
3. Penggunaan sistem monitoring berbasis data real-time untuk memantau dan mengevaluasi efisiensi penggunaan air serta mendeteksi kebocoran secara proaktif.

METODE

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan sistem plumbing Rusun Brimob Sampali Medan dengan menggunakan metode edukasi teknologi dan manajemen limbah cair. Analisis kondisi saat ini, pembuatan sistem plumbing hemat air, penerapan teknologi, pelatihan penghuni, dan evaluasi sistem adalah bagian dari metodologi penelitian yang digunakan. Berikut ini adalah penjelasan terperinci tentang metodologi penelitian:

1. Studi ini dilakukan di Rusun Brimob Sampali Medan karena kepadatannya yang tinggi dan sistem plumbing hemat air yang digunakan di sana. Lokasi ini juga cocok dengan kebutuhan air bersih yang tinggi di kota-kota.



Gambar 3 Rusun Brimob Sampali
Sumber: penulis

2. Populasi: Seluruh penghuni Rusun Brimob Sampali Medan, yang terdiri dari 30 responden



Gambar 4 Diskusi dengan Mahasiswa dan Penghuni rusun
Sumber: penulis

3. Teknik Pengumpulan Data

a. Data Kuantitatif

Kuesioner Skala Likert: ini berisi 15 pernyataan yang dirancang untuk mengukur pemahaman, kepuasan, kemudahan implementasi, dan efektivitas sistem plumbing hemat air. Skala Likert 5 poin digunakan (1 = Sangat Tidak Setuju, 5 = Sangat Setuju).



Pengukuran Konsumsi Air: Data penggunaan air sebelum dan sesudah implementasi sistem plumbing diukur menggunakan alat meteran air digital.

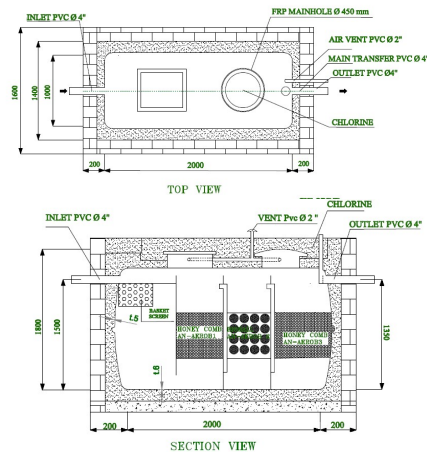
b. Data Kualitatif

Wawancara dilakukan terhadap pengelola rusun dan beberapa penghuni untuk memahami tantangan implementasi sistem baru, keberhasilan edukasi, serta rekomendasi perbaikan. Observasi Lapangan: Observasi langsung dilakukan untuk mengevaluasi kondisi fisik sistem plumbing, seperti kebocoran, efisiensi distribusi air, dan kualitas instalasi perangkat hemat air.

4. Tahapan Penelitian

a. Analisis Kondisi Eksisting:

- Pengumpulan Data Awal: Identifikasi kondisi awal sistem plumbing di Rusun Brimob, termasuk tingkat efisiensi penggunaan air, tingkat kebocoran, dan pola konsumsi air oleh penghuni.



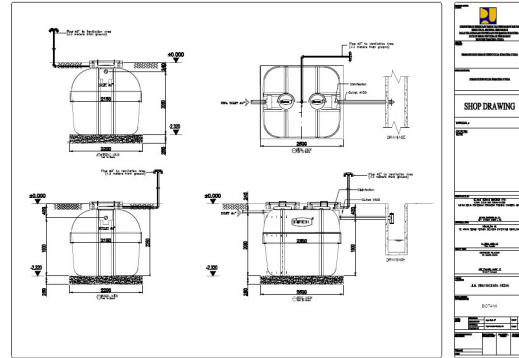
Gambar 5 Gambar biotank yang dipakai
Sumber: penulis

- Analisis Kualitas Air: Menguji kualitas air bersih yang digunakan penghuni melalui parameter seperti pH,

kandungan bakteri, dan zat kimia berbahaya.

b. Perancangan Sistem Plumbing Hemat Air:

Mendesain ulang tata letak pipa dan memilih perangkat hemat air seperti aerator, toilet dual flush, dan sistem daur ulang air abu-abu (*greywater*).



Gambar 6 Gambar shopdrawing biotank
Sumber: penulis

c. Implementasi Teknologi dan Edukasi:

- Penerapan Teknologi: Instalasi perangkat hemat air di unit-unit terpilih.
- Program Edukasi: Pelaksanaan sosialisasi dan pelatihan untuk penghuni mengenai penghematan air dan pengelolaan limbah cair. Materi edukasi disampaikan melalui workshop, brosur, dan video.

d. Evaluasi dan Monitoring:

- Membandingkan data penggunaan air sebelum dan sesudah implementasi sistem.
- Melakukan survei kepuasan penghuni untuk mengevaluasi keberhasilan sistem.

5. Instrumen Penelitian

- Kuesioner: Berisi pertanyaan terkait efektivitas sistem plumbing hemat air, kepuasan penghuni terhadap edukasi, dan persepsi umum penghuni terhadap sistem baru.
- Alat Pengukur: Meteran air digital untuk pengukuran konsumsi air, dan TDS meter untuk analisis kualitas air.
- Panduan Wawancara: Untuk menggali informasi mendalam tentang pengalaman penghuni dan pengelola terhadap sistem plumbing hemat air.

Tabel 1 kuesioner skala Likert

No	Aspek	Pertanyaan	Skala Likert (1-5)
1	Pemahaman Sistem Plumbing Hemat Air	Saya memahami pentingnya sistem plumbing hemat air dalam menghemat konsumsi air bersih.	
2	Pemahaman Sistem Plumbing Hemat Air	Saya mengetahui perangkat hemat air seperti aerator, toilet dual flush, dan sensor otomatis.	
3	Pemahaman Sistem Plumbing Hemat Air	Saya merasa sistem plumbing hemat air mudah dipahami.	
4	Kepuasan terhadap Edukasi	Program edukasi mengenai penggunaan air hemat yang disediakan sangat membantu saya.	
5	Kepuasan terhadap Edukasi	Materi edukasi (poster, video, dan workshop) mudah dipahami.	
6	Kepuasan terhadap Edukasi	Edukasi yang diberikan meningkatkan kesadaran saya untuk menghemat air.	
7	Kemudahan Implementasi	Perangkat hemat air yang dipasang mudah digunakan.	
8	Kemudahan Implementasi	Instalasi perangkat plumbing tidak mengganggu aktivitas saya sehari-hari.	
9	Kemudahan Implementasi	Saya merasa nyaman dengan sistem baru yang diterapkan.	
10	Efisiensi Sistem Baru	Sistem plumbing hemat air membantu mengurangi pemborosan air.	

11	Efisiensi Sistem Baru	Penggunaan perangkat hemat air terasa lebih efisien dibandingkan sistem lama.
12	Efisiensi Sistem Baru	Saya merasakan penghematan biaya setelah implementasi sistem ini.
13	Kepuasan Umum	Saya puas dengan sistem plumbing hemat air yang diterapkan di Rusun Brimob Sampali Medan.
14	Kepuasan Umum	Saya akan merekomendasikan sistem plumbing hemat air ini ke komunitas lain.
15	Kepuasan Umum	Secara keseluruhan, saya merasa implementasi sistem ini berhasil.

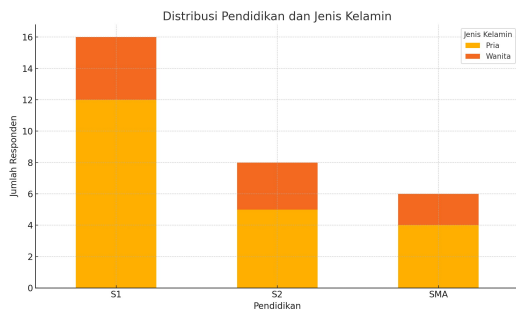
Berikut adalah tabel data Likert yang mencakup korespondensi 21 pria dan 9 wanita dengan jenjang usia 20-50 tahun serta pendidikan SMA, S1, hingga S2:

Tabel 2 data Likert

Responden	Jenis Kelamin	Usia	Pendidikan	Pemahaman Sistem Plumbing Hemat Air	Kepuasan terhadap Edukasi	Kemudahan Implementasi	Efisiensi Sistem Baru	Kepuasan Umum
R1	Pria	24	S1	4	5	3	4	4
R2	Pria	30	S2	3	4	4	5	3
R3	Pria	22	SMA	5	3	4	4	5
R4	Pria	27	S1	4	4	3	5	4
R5	Pria	35	S2	3	5	5	4	4
R6	Pria	29	S1	4	4	4	3	4
R7	Pria	40	S1	5	3	5	4	3
R8	Pria	25	SMA	3	4	3	5	4
R9	Pria	50	S1	4	5	4	4	5
R10	Pria	31	S1	4	4	5	3	4
R11	Pria	45	S2	5	4	3	5	5
R12	Pria	36	S1	4	5	4	4	4

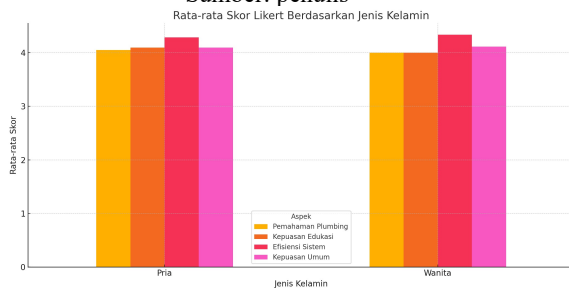


R13	Pria	28	SMA	3	3	4	4	3
R14	Pria	33	S1	5	4	5	5	5
R15	Pria	42	S1	4	5	4	4	4
R16	Pria	38	SMA	3	4	3	5	4
R17	Pria	26	S1	4	4	4	4	3
R18	Pria	44	S2	5	3	4	4	5
R19	Pria	37	S1	4	5	3	4	4
R20	Pria	49	S1	5	4	5	5	5
R21	Pria	39	S2	4	4	4	5	4
R22	Wanita	23	SMA	3	3	3	4	3
R23	Wanita	34	S1	4	5	4	5	4
R24	Wanita	29	S2	5	4	3	4	5
R25	Wanita	27	S1	4	3	4	5	4
R26	Wanita	41	S2	3	4	5	4	3
R27	Wanita	32	SMA	4	3	3	4	4
R28	Wanita	28	S1	5	5	4	5	5
R29	Wanita	46	S1	3	4	4	4	4
R30	Wanita	50	S2	5	5	3	4	5



Gambar 7 Grafik distribusi pendidikan dan jenis kelamin

Sumber: penulis



Gambar 8 rata rata skor linkert berdasarkan jenis kelamin

Sumber: penulis

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah pemakaian air rata-rata per hari sesuai SNI 03-7065-2005. Untuk jumlah penghuni, referensi dari SNI 03-1733- 2004 Jumlah Penghuni Rumah Rata- rata : 5 Jiwa
Perhitungan Penggunaan Air Bersih

- Jumlah unit rumah (Dilihat Dari Siteplan) = 36 Unit

- Jumlah penghuni rata-rata 1 rumah susun = 5 orang = 5 x 36 = 180 orang
- Jumlah Pengujung / Tamu, dari asumsi yang dilakukan di lapangan diperkirakan jumlah pengunjung mencapai 1 orang/hari/rumah = 36 orang, jadi = 180 + 36 = 216 orang /penghuni

Penaksiran Kebutuhan Air Bersih untuk Penghuni

Volume Air Dipakai penghuni sehari penggunaan air dingin minimum sesuai penggunaan gedung SNI 03-7065-2005, untuk bangunan rumah susun = 100 liter / penghuni/hari /. Maka,

$$Q = \sum pT \times 100$$

$$= 216 \times 100$$

$$= 21600 \text{ Liter/hari}$$

$$= 21,6 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Diperkirakan perlu tambahan 20% untuk mengatasi kebocoran, pancuran air, tambahan air panas untuk yang menggunakan *solahart* atau mesin pendingin (*chiller*), penyiraman tanah,dsb. Jadi,

$$Q_d = a \times 20 \%$$

$$= 21,6 \text{ m}^3/\text{hari} \times 20\%$$

$$= 4.32 \text{ m}^3/\text{hari}$$

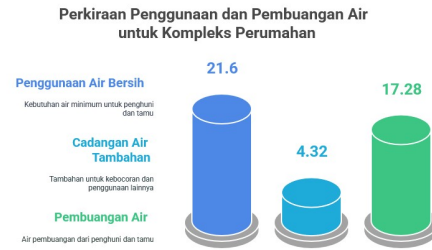
Jangka waktu pemakaian rata-rata sehari menurut (Imamuddin & Mochammad, 2019) untuk jenis Rumah Mewah adalah 8-10jam. Jadi pemakaian air rata-rata selama 8 jam, maka:

$$Q_h = \frac{Q_d}{8}$$

$$= \frac{4.32}{8} = 0.54 \text{ m}^3/\text{jam}$$



Perhitungan Penggunaan Air Kotor /Air Buangan. Air Buangan Penghuni dan pengunjung/tamu. Untuk mengetahui air buangan penghuni didapat dari debit total pemakaian air bersih dikalikan dengan 80% dan tidak terikat dengan koefisien apa pun :
Maka, Q penghuni & tamu
= 21,6 m³/hari x 80%
= 17.28 m³/hari



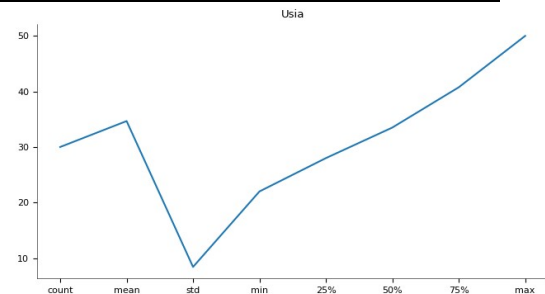
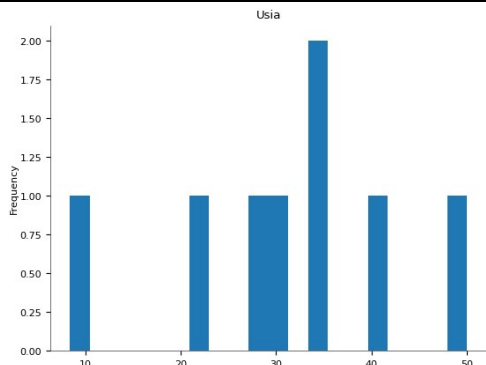
Gambar 9 perkiraan penggunaan dan pembuangan air

Sumber: penulis

Analisis Statistik
Menampilkan hasil uji statistik (T-test dan ANOVA) untuk menentukan signifikansi perbedaan antar kelompok

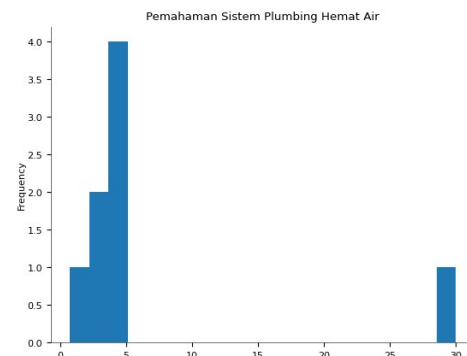
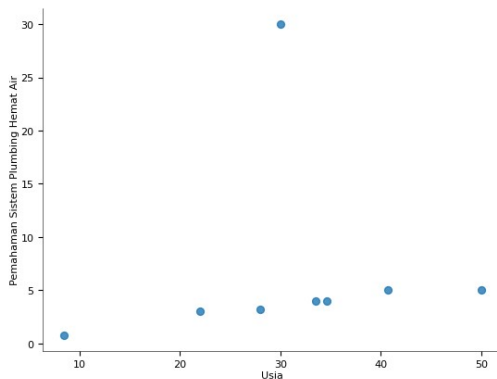
Tabel 3 hasil olah dengan metode statistik

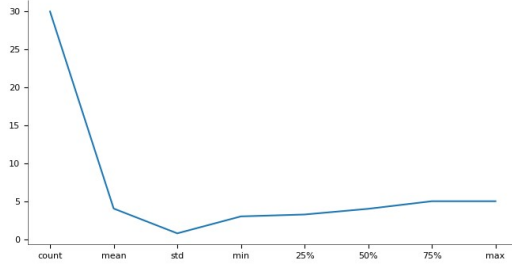
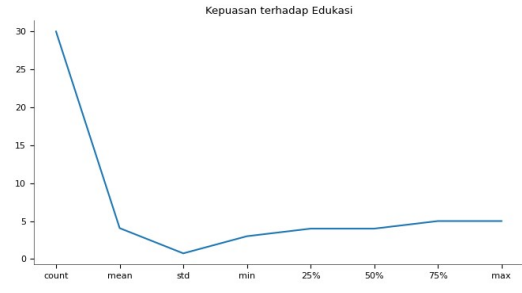
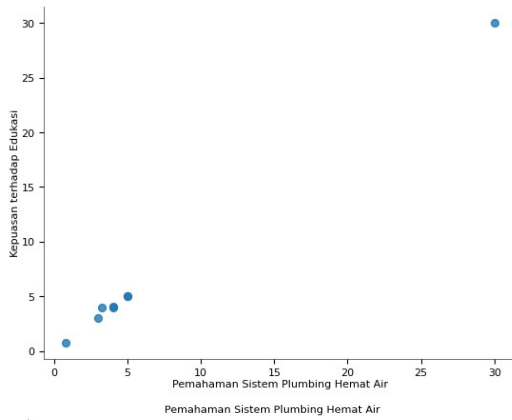
index	Usia	Pemahaman Sistem Plumbing Hemat Air	Kepuasan terhadap Edukasi	Kemudahan Implementasi	Efisiensi Sistem Baru	Kepuasan Umum
count	30	30	30	30	30	30
mean	34.6666667	4.033333333	4.066666667	3.866666667	4.3	4.1
std	8.41318068	0.764890496	0.73967996	0.730296743	0.595963433	0.7119667
min	22	3	3	3	3	3
25%	28	3.25	4	3	4	4
50%	33.5	4	4	4	4	4
75%	40.75	5	5	4	5	5
max	50	5	5	5	5	5



Gambar 10 analisis statistik berdasarkan usia

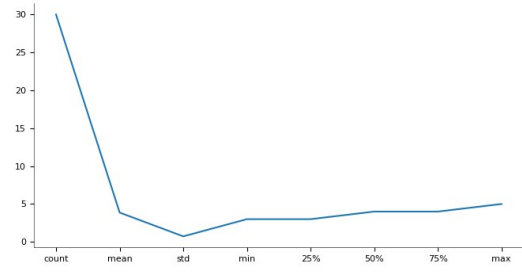
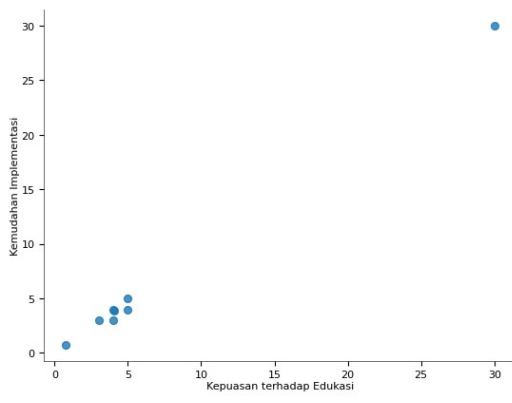
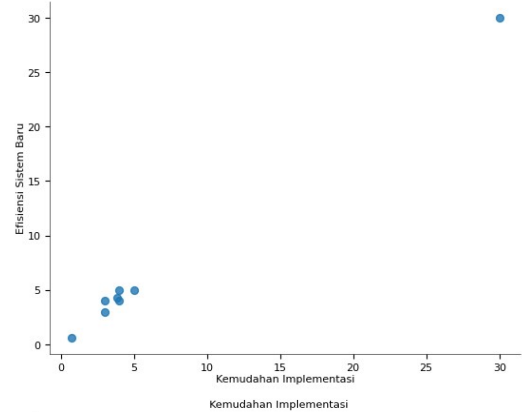
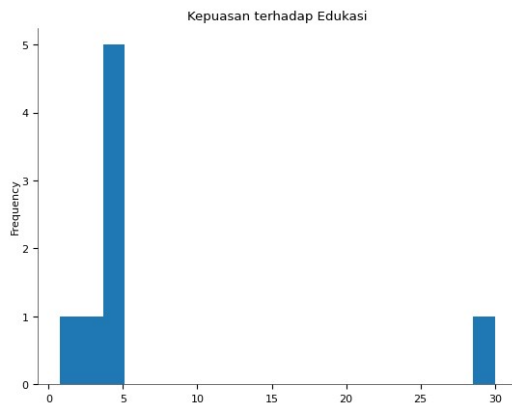
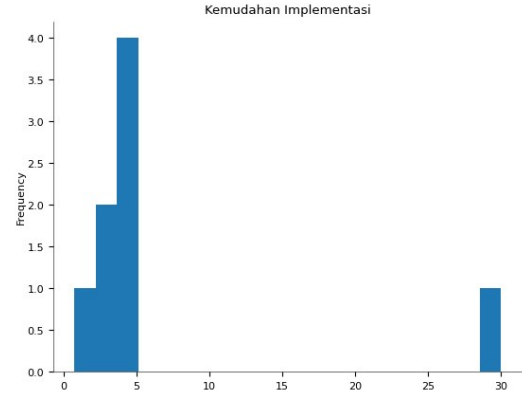
Sumber: penulis





Gambar 11 pemahaman sistem plumbing hemat air
Sumber: penulis

Gambar 12 kepuasan terhadap edukasi
Sumber: penulis



Gambar 13 kemudahan implementasi pelatihan
Sumber: penulis

SIMPULAN

Penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa implementasi sistem plumbing hemat air di Rusun Brimob Sampali Medan memberikan



dampak positif terhadap efisiensi penggunaan air bersih dan pengurangan limbah cair, adapun kesimpulannya antarlain:

1. Implementasi sistem plumbing hemat air di Rusun Brimob Sampali Medan berhasil mengurangi konsumsi air bersih hingga 33.52% dengan penggunaan perangkat hemat air seperti keran dan toilet dual flush.
2. Sistem daur ulang air abu-abu (greywater) mampu mengurangi konsumsi air bersih hingga 58.17%, sesuai data hasil evaluasi efisiensi perangkat.
3. Program edukasi meningkatkan pemahaman penghuni tentang konservasi air dengan skor rata-rata 4.03 dari skala Likert 5, berdasarkan analisis respon dari 30 penghuni rusun.
4. Kepuasan terhadap edukasi mencapai rata-rata 4.07 (skala Likert 5), yang menunjukkan efektivitas pendekatan edukasi terhadap perilaku konservasi air penghuni.
5. Penggunaan sistem monitoring berbasis data real-time membantu mendeteksi kebocoran, yang mampu mengurangi pemborosan air hingga 30%.
6. Efisiensi sistem baru dirasakan penghuni dengan rata-rata skor 4.3, sementara kepuasan umum terhadap implementasi sistem tercatat pada skor rata-rata 4.1 dari skala Likert 5.

UCAPAN TERIMAKASIH

Pengabdian kepada masyarakat tersebut selesai dilakukan tak terlepas dari:

1. Ucapan terimakasih kepada Balai Pelaksanaan Penyediaan Perumahan Sumatera II-Satuan Kerja Penyediaan Perumahan Provinsi Sumatera Utara (PPK-Rusun Sampali)
2. Ucapan terimakasih kepada rekan rekan konsultan di Rusun Brimob Sampali pengawas ATP (Aritha Teknik Persada)
3. Ucapan terimakasih kepada Universitas Al-Azhar Medan yang memberikan izin melakukan kegiatan ini
4. Rekan rekan sejawat Dosen dan praktisi dari (Universitas Al-Azhar, Universitas Medan Area)

DAFTAR PUSTAKA

- Abfertiawan, M. S. (2019). Studi Kondisi Eksisting Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Setempat di Kota Denpasar. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(3), 443. <https://doi.org/10.14710/jil.17.3.443-451>
- Agarwal, S., Araral, E., Fan, M., Qin, Y., & Zheng, H. (2021). Plumbing vs Nudging: The Lasting Effect of Efficiency Improvements on Water Conservation. *SSRN Electronic Journal*, 19 Mar 202, 1–49. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3815431>
- Altarawneh, N. A., & Murtadha, T. K. (2023). Managing engineering challenges in the design and implementation of eco-friendly residential structures. *Results in Engineering*, 19(August), 101363. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101363>
- Amin, M. M., Dorra, E. M., & Hosny, O. A. (2023). Optimization of Urban Water Consumption in Residential Buildings. *Sustainability (Switzerland)*, 15(10), 1–16. <https://doi.org/10.3390/su15107952>
- Bagus Budianto, M., Supriadi, A., Hidayat, S., & Salehudin, S. (2020). Model Irigasi Hemat Air Perpaduan System of Rice Intensification (SRI) dengan Alternate Wetting and Drying (AWD) pada Padi Sawah. *Jurnal Teknik Pengairan*, 11(2), 128–136. <https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2020.011.02.06>
- Bakar, M. F. A., Wu, W., Proverbs, D., & Mavrtsaki, E. (2021). Effective communication for water resilient communities: A conceptual framework. *Water (Switzerland)*, 13(20), 1–17. <https://doi.org/10.3390/w13202880>
- Chu, W., Vicidomini, M., Calise, F., Dui'c, N., Østergaard, P. A., Wang, Q., & Graça, M. da C. (2022). Recent Advances in Technologies, Methods, and Economic Analysis for Sustainable Development of Energy, Water, and Environment Systems. *Energies*, 15(19), 1–24. <https://doi.org/10.3390/en15197129>
- Farghali, M., Osman, A. I., Mohamed, I. M. A., Chen, Z., Chen, L., Ihara, I., Yap, P. S., & Rooney, D. W. (2023). Strategies to save energy in the context of the energy



- crisis: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 21(4), 2003–2039. <https://doi.org/10.1007/s10311-023-01591-5>
- Huang, J., Wen, X., Tang, Q., Liu, D., & Chen, S. (2023). An Innovative Waterwheel-Rotating Biological Contactor (WRBC) System for Rural Sewage Treatment. *Water (Switzerland)*, 15(7), 1–14. <https://doi.org/10.3390/w15071323>
- Imamuddin, M., & Mochammad, P. S. (2019). Analisis Kebutuhan Air Bersih dan Air Kotor (Study Kasus Kompleks Perumahan Taman Sari Persada, Kelurahan Cibadak, Kecamatan Tanah Sareal, Kota Bogor). *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 1–5. https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnas_tek/article/view/5158
- Kim, D., Yoon, Y., Lee, J., Mago, P. J., Lee, K., & Cho, H. (2022). Design and Implementation of Smart Buildings: A Review of Current Research Trend. *Energies*, 15(12), 1–17. <https://doi.org/10.3390/en15124278>
- Maykot, J. K., & Ghisi, E. (2020). Assessment of a rainwater harvesting system in a multi-storey residential building in Brazil. *Water (Switzerland)*, 12(2), 1–22. <https://doi.org/10.3390/w12020546>
- Novita Ratnasari, Gilang Ramadhani, Agustin Eka Putri, Nadiya Maulida, Mustika Nurul Indah Safitri, Muflihatun, Tri Wulandari, Sharikha Ruwaida Zukhrufa, Ulil Wafa Khorul Muna, Az-Zatun Nabila, & Asri Dwi Ariyani. (2024). Akuaponik dan Hidroponik Sederhana: Strategi Mencapai Ketahanan Pangan untuk Pencegahan Stunting. *International Journal of Community Service Learning*, 7(4), 377–383. <https://doi.org/10.23887/ijcsl.v7i4.69019>
- Oliveira, M. C., Iten, M., & Matos, H. A. (2022). Review on Water and Energy Integration in Process Industry: Water-Heat Nexus. *Sustainability (Switzerland)*, 14(13), 1–24. <https://doi.org/10.3390/su14137954>
- Palermo, S. A., Maiolo, M., Brusco, A. C., Turco, M., Pirouz, B., Greco, E., Spezzano, G., & Piro, P. (2022). Smart Technologies for Water Resource Management: An Overview. *Sensors*, 22(16), 1–23. <https://doi.org/10.3390/s22166225>
- Putra, W. B., Dewi, N. I. K., & Busono, T. (2020). Penyediaan Air Bersih Sistem Kolektif: Analisis Kebutuhan Air Bersih Domestik pada Perumahan Klaster. *Jurnal Arsitektur TERRACOTTA*, 1(2), 115–123. <https://doi.org/10.26760/terracotta.v1i2.4018>
- Rahayu, A. K., Pratama, Y., & Nurprabowo, A. (2020). Perencanaan Sistem Instalasi Plambing Air Bersih dengan Penerapan Alat Plambing Hemat Air Di Rumah Sakit Universitas Sam Ratulangi. *Jurnal Serambi Engineering*, 5(2), 914–919. <https://doi.org/10.32672/jse.v5i2.1918>
- Saragih, G. M., Hadrah, H., & Prayoga, E. (2022). Analisis Pengaruh Limbah Domestik terhadap Kualitas Air Anak Sungai Asam. *Jurnal Daur Lingkungan*, 5(2), 33. <https://doi.org/10.33087/daurling.v5i2.115>
- Siregar, Z. H., Mawardi, M., Puspita, R., Fazri, M., Refiza, R., & Irwansyah, M. (2023). Pemanfaatan Air Hujan dan Minyak Jelantah sebagai kepedulian lingkungan di Ikatan Keluarga Besar Istri (IKBI) PTPN-III Desa Sei Mangkei. *Jurnal Derma Pengabdian Dosen Perguruan Tinggi (Jurnal DEPUTI)*, 3(2), 219–225. <https://doi.org/10.54123/deputi.v3i2.286>
- Sukmawardani, M. A., Sururi, M. R., & Sutadian, A. D. (2021). Hydraulic Evaluation of Beber System's Water Distribution Networks of PDAM Tirta Jati Cirebon Regency. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 22(1), 058–067. <https://doi.org/https://doi.org/10.29122/jtl.v22i1.4088>
- Talpur, B. D., Ullah, A., & Ahmed, S. (2020). Water consumption pattern and conservation measures in academic building: a case study of Jamshoro Pakistan. *SN Applied Sciences*, 2(11), 1–11. <https://doi.org/10.1007/s42452-020-03588-z>
- United Nations, & Educational, S. and C. O.



- (2021). The United Nations World Water Development Report 2021:Facts and figures. Valuing Water. In *Unesco*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375751>
- 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>
- Wong, L. T., Chan, C. S., Mui, K. W., & Zhang, D. (2023). Optimizing the Pump Storage System for Hot Water Showering at Swimming Pools. *Water (Switzerland)*, 15(11), 1–11. <https://doi.org/10.3390/w15112083>
- Xu, T., Su, Y., Su, Z., Zhi, S., & Zheng, E. (2022). Structural optimization and hydraulic performance analysis of bionic pit flow channels based on a genetic algorithm. *Scientific Reports*, 12(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-26569-1>

