

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pertumbuhan urbanisasi yang pesat di berbagai negara dunia telah memicu peningkatan kebutuhan air bersih, terutama di kawasan padat seperti kota-kota besar yang memiliki konsentrasi tinggi bangunan vertikal seperti hotel dan apartemen. Di negara maju maupun berkembang, sektor bangunan gedung menjadi salah satu pengguna air terbesar, yang memberikan tekanan signifikan terhadap ketersediaan sumber daya air bersih (Khatri & Vairavamoorthy, 2007). Di tengah tantangan perubahan iklim, penurunan cadangan air tanah, dan pertumbuhan populasi perkotaan, pengelolaan air secara berkelanjutan di bangunan menjadi isu yang semakin penting secara global.

Beberapa negara telah merespons tantangan ini dengan menerapkan strategi efisiensi air dalam bangunan melalui teknologi hemat air, pemanfaatan air hujan (*Rainwater Harvesting*), daur ulang air bekas (*gray water reuse*), dan pemanfaatan air kondensat dari sistem pendingin udara. Misalnya, di Australia dan Singapura, sistem pengelolaan air hujan dan *gray water* telah diintegrasikan ke dalam regulasi bangunan hijau sebagai bagian dari strategi konservasi air nasional (Ward *et al.*, 2012; PUB Singapore, 2020). Di Amerika Serikat, sistem *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) mendorong penggunaan kembali air dalam gedung sebagai bagian dari sertifikasi bangunan berkelanjutan (USGBC, 2019).

Di Kota Semarang juga mulai bangkit kesadaran *green building* sejak dikeluarkannya Perwal no. 24 tahun 2019 tentang Bangunan Gedung Kota Semarang. Sebagai salah satu kota besar di Indonesia, Kota Semarang mengalami pertumbuhan pesat dalam bidang infrastruktur, terutama pembangunan gedung-gedung hotel dan apartemen. Pertumbuhan ini berdampak pada peningkatan kebutuhan air bersih yang signifikan, sementara ketersediaan air di kawasan perkotaan semakin terbatas. Ketergantungan pada air tanah yang terus meningkat menimbulkan kekhawatiran terkait menurunnya cadangan air tanah, degradasi kualitas air, serta dampak lingkungan lain seperti penurunan muka tanah dan intrusi air laut. Oleh karena itu, perlu adanya upaya konservasi air yang lebih intensif, terutama di sektor bangunan komersial seperti bangunan gedung hotel dan apartemen.

Penggunaan air tanah pada bangunan gedung hotel dan apartemen mencapai 90 % (Susanto *et al.* 2014) sedangkan sisanya adalah air dari PDAM. Ketergantungan yang tinggi terhadap air tanah tanpa diimbangi dengan upaya konservasi air dapat mempercepat kerusakan ekosistem lokal dan degradasi kualitas lingkungan lainnya. Kondisi ini semakin diperparah dengan minimnya pengawasan dan regulasi yang tidak ketat terkait penggunaan air tanah oleh sektor-sektor komersial. Meskipun sudah ada regulasi terkait pengelolaan air tanah di Indonesia, termasuk Undang-Undang No. 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air dan peraturan pemerintah terkait izin pengambilan air tanah, penerapannya di lapangan sering kali lemah. Banyak bangunan komersial yang tidak mematuhi kuota pengambilan air tanah yang diizinkan, atau bahkan tidak memiliki izin sama sekali.

Pengawasan yang dilakukan oleh pemerintah daerah juga masih minim, baik dari segi frekuensi pemeriksaan maupun penegakan sanksi.

Konservasi air pada bangunan gedung hotel dan apartemen di Kota Semarang dapat dilakukan melalui berbagai strategi, di antaranya adalah:

1. Pemanenan Air Hujan. Pemanenan air hujan merupakan solusi yang efektif untuk mengurangi konsumsi air bersih dari sumber utama sangat cocok diterapkan di Kota Semarang yang memiliki curah hujan yang cukup tinggi (Purwanti & Nugroho, 2021).
2. Penggunaan Peralatan Plambing Hemat Air. Inovasi teknologi plambing ini sangat diperlukan di hotel dan apartemen, di mana tingkat penggunaan air per unit bangunan sangat tinggi. Penghematan air melalui teknologi plambing dapat mendukung keberlanjutan lingkungan sekaligus mengurangi biaya operasional gedung (Gunawan *et al*, 2020).
3. Penggunaan kembali *gray water*. Air ini dapat digunakan untuk penyiraman tanaman atau pembilasan toilet, yang secara signifikan dapat mengurangi penggunaan air bersih. Dengan demikian, gedung-gedung komersial di Kota Semarang bisa memanfaatkan *gray water* sebagai bagian dari strategi konservasi air yang efektif (Santoso & Hidayat, 2019).
4. Pemanfaatan Air Kondensat AC. Gedung-gedung hotel dan apartemen, menghasilkan air kondensat dalam jumlah yang cukup besar. Air kondensat ini dapat dimanfaatkan kembali untuk berbagai keperluan non-potable, seperti menyiram tanaman atau untuk sistem pendinginan itu sendiri. (Iskandar & Arifin, 2022).

Dengan demikian, penelitian mengenai perlunya konservasi air pada bangunan gedung hotel dan apartemen di Semarang sangat relevan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang tepat mengenai strategi efisiensi penggunaan air serta peran penting teknologi dalam konservasi air di gedung-gedung komersial, oleh sebab itu penelitian mengangkat judul disertasi **“PENGELOLAAN AIR TERPADU PADA BANGUNAN GEDUNG HOTEL DAN APARTEMEN UNTUK MENDUKUNG KONSERVASI AIR BERKELANJUTAN DI KOTA SEMARANG”**

B. Perumusan Masalah

1. Bagaimana kondisi pengelolaan air pada bangunan hotel dan apartemen di Kota Semarang sebelum diterapkan pengelolaan air terpadu?
2. Bagaimana kondisi pengelolaan air pada bangunan hotel dan apartemen di Kota Semarang setelah diterapkan pengelolaan air terpadu?
3. Seberapa besar tingkat penghematan air dan biaya yang dihasilkan setelah diterapkannya pengelolaan air terpadu pada bangunan hotel dan apartemen di Kota Semarang?
4. Bagaimana tingkat konservasi air yang dicapai setelah diterapkannya pengelolaan air terpadu pada bangunan hotel dan apartemen di Kota Semarang?
5. Bagaimana hubungan antara variabel komponen pengelolaan air terpadu dengan persentase penghematan air pada bangunan hotel dan apartemen di Kota Semarang?

C. Orisinalitas

Penelitian ini mempunyai nilai *novelty* yang pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Penelitian-penelitian sebelumnya umumnya mengkaji strategi konservasi air gedung secara parsial dan bersifat deskriptif, dengan fokus pada satu atau dua teknologi tertentu tanpa menguji pengaruh simultan dan dominasi masing-masing variabel secara statistik. Selain itu, sebagian besar studi belum menetapkan hierarki prioritas strategi konservasi air maupun membuktikan eliminasi pemakaian air tanah melalui kecukupan sistem reuse internal. Oleh karena itu, penelitian ini mengisi celah tersebut dengan mengembangkan pengelolaan air terpadugedung terintegrasi berbasis neraca air dan analisis statistik inferensial yang teruji pada berbagai tipologi bangunan.

SEKOLAH PASCASARJANA

Tabel 1.1. Keaslian Penelitian

No	Judul Penelitian	Variabel /Parameter Diteliti	Obyek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Pimentel-Rodrigues & Silva-Afonso, 2025. <i>Water conservation measures in buildings: a comparative study between rainwater harvesting and gray water use</i>	efisiensi air dari RWH dan GW reuse	Rumah tunggal di Portugal	Perbandingan teknis-ekonomi	Pilihan RWH vs GW reuse tergantung kondisi teknis, sanitasi, biaya; keduanya layak untuk non-potable uses.
2.	Ghisi & Freitas, 2024. <i>Economic Feasibility of Rainwater Harvesting and Gray water Reuse in a Multifamily Building</i>	potensi penghematan air, biaya investasi, energi	Bangunan multi-family di Brasil	Analisis finansial & pengukuran air	Kedua sistem layak secara ekonomi; RWH hemat $\pm 6,9\%$ air bersih, GW reuse hemat $\pm 5,7\%$.
3.	Habibullah, et al, 2023. <i>Integrating Rainwater Harvesting and Gray water reuse to Increase</i>	konsumsi air segar, volume air tertampung	Gedung perkantoran, Malaysia	Studi implementasi & observasi data air	Integrasi RWH + GW recycling menurunkan konsumsi air bersih dan limbah dibuang ke lingkungan.

	<i>Water Efficiency in Office Buildings</i>				
4.	Rodrigues et al, 2023. <i>Integrated systems for rainwater harvesting and gray water reuse: a systematic review</i> (2023)	kombinasi sistem RWH & GW reuse	Urban water systems global	Tinjauan pustaka sistem terdesentralisasi	Gabungan sistem dapat meningkatkan ketahanan air kota dan mengurangi ketergantungan pasokan utama.
5.	Otterpohl et al, 2023. <i>Off-grid rainwater and gray water treatment and reuse on household level: closed-loop case</i> (2025)	keberhasilan sistem off-grid RWH & GW	KREIS-Haus demonstrasi, Swiss	Studi kasus & pilot operation	Sistem tertutup berhasil mencapai swasembada air dengan kombinasi RWH & GW treatment-reuse.
6.	Ogunnaike et al, 2025. <i>A Comparative Study of Rainwater Harvesting, Gray water reuse & Water-Efficient Landscaping</i>	efektivitas RWH, GW recycling, WEL	Bangunan residensial & komersial di Nigeria	Studi kasus & review komparatif	RWH paling efektif saat hujan puncak, GW recycling konsisten hemat air.

7.	Oneda & Ghisi, 2025. <i>Water–Energy Nexus in Rainwater and Gray water Systems</i>	potensi penghematan air & energi	Beberapa bangunan & rumah di Durban & Brasil	Analisis water-energy nexus	Integrasi RWH & GW reuse mengurangi konsumsi air dan energi sekaligus dengan payback 4,39 tahun.
8.	Marinoski & Ghisi. 2019. <i>Environmental performance of hybrid rainwater-gray water systems in residential buildings.</i>	efisiensi gabungan RWH + recycling	Beberapa bangunan (case studies)	Evaluasi efisiensi sistem	Hybrid RWH + GW recycling terbukti signifikan menurunkan pemakaian air bersih.
9.	Kumar & Singh. 2025). <i>Rainwater Harvesting norms & implementation practices</i>	efektivitas RWH di gedung publik	Gedung pemerintahan di India	Deskriptif kebijakan & implementasi	RWH reuse di gedung pemerintahan menyediakan 8000+ L/hari tak tergantung pasokan utama.
10.	Milograna, 2023. <i>Rainwater harvesting & gray water reuse in urban water security</i>	desain konfigurasi sistem & dampaknya	Kota urban (review)	Sistematik review urban water strategies	Gabungan RWH & GW reuse mendukung ketahanan air kota dan mengurangi tekanan pasokan air utama.

D. Tujuan

Tujuan Umum

Tujuan umum penelitian ini adalah mengembangkan dan memvalidasi pengelolaan air terpadu pada bangunan gedung hotel dan apartemen yang terintegrasi dan berbasis kinerja kuantitatif, melalui penerapan *rainwater harvesting*, peralatan plumbing hemat air, pemanfaatan kembali *gray water*, dan pemanfaatan air kondensat AC, guna menurunkan pemakaian air tanah dan air PDAM serta mendukung penerapan konsep *circular water management* pada bangunan gedung

Tujuan Khusus

Penelitian ini bertujuan :

1. Menganalisis pengelolaan air sebelum dilakukan pengelolaan air terpadu pada bangunan hotel dan apartemen di Kota Semarang
2. Menganalisis pengelolaan air setelah dilakukan pengelolaan air terpadu pada bangunan hotel dan apartemen di Kota Semarang
3. Menganalisis penghematan air dan biaya setelah dilakukan pengelolaan air terpadu pada bangunan hotel dan apartemen di Kota Semarang
4. Menganalisis konservasi air setelah dilakukan pengelolaan air terpadu pada bangunan hotel dan apartemen di Kota Semarang
5. Menganalisis hubungan variabel komponen pengelolaan air terpadu dengan persentase penghematan air.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini sangat bermanfaat kepada :

1. Pemilik bangunan hotel atau apartemen dalam melakukan efisiensi air guna mensukseskan tujuan pembangunan yang berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/ SDGs*) terutama pada tujuan ke 6 *SDGs* yaitu air bersih dan sanitasi layak (*Clean water and sanitation*) serta tujuan ke 12 yaitu konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab (*responsible consumption and production*).
2. Perencana bangunan hotel atau apartemen dalam melakukan *green planning and design* setiap perencanaannya serta selalu berpihak kepada lingkungan dan bersikap *friendly*.
3. Pengambil kebijakan pada Pemerintah Daerah terutama Dinas Tata Ruang (Distaru) Kota Semarang dalam mengambil keputusan untuk memberikan PBG ataupun SLF kepada pemilik bangunan gedung hotel dan apartemen.
4. Peneliti lingkungan dalam pengembangan ilmu dan teknologi, serta diharapkan muncul peneliti-peneliti baru yang dapat memberikan solusi permasalahan lingkungan pada bangunan gedung hotel dan apartemen.

SEKOLAH PASCASARJANA