

Perencanaan Sistem Pemanfaatan Air Bekas Pada Tower Cordova Proyek Apartemen Urbantown Karawang

Geraldi Hernawan

Politeknik Negeri Bandung, Indonesia

Email: hernawan.geraldi@gmail.com

Keywords:

*system planning; apartments;
grey water; flush toilet.*

Abstract

This final project research entitled "Planning of Used Water Utilization System at Cordova Tower, Urbantown Karawang Apartment Project", was carried out in the Cordova building in the Urbantown Apartment area of Karawang, Jalan Raya Sukalyu Baru, Kec. Telukjambe Timur, West Karawang, West Java. This final project discusses the use of used water to become water for flushing toilets. The writing of this final project uses an experimental method with data collection using literature studies and interviews in the area of the Urbantown Apartment in Karawang. Based on the calculation method to determine the need for clean water, it is found that the need for clean water is 198.360 m³ per day with used water produced as much as 126.9504 m³ per day. By redesigning the used water pipe installation that is treated using a biofilter tank, 114.25536 m³ of treated water is produced per day to be used for toilet flushing. The output of this research is the installation of treated water pipes to flush toilets which are visualized in an animated video. The liquid waste management system in the Urbantown Karawang Apartment area is easy to implement. This system is also useful for realizing the concept of a sustainable environmentally friendly (Sustainable Green Building).

Kata Kunci:

perencanaan system; apartemen;
air bekas; siram toilet.

Abstrak

Penelitian yang berjudul "Perencanaan Sistem Pemanfaatan Air Bekas Pada Tower Cordova Proyek Apartemen Urbantown Karawang", dilakukan di gedung Cordova kawasan Apartemen Urbantown Karawang, Jalan Raya Sukalyu Baru, Kec. Telukjambe Timur, Karawang Barat, Jawa Barat. Pada Penelitian ini dibahas tentang pemanfaatan air bekas menjadi air untuk keperluan siram toilet. Penulisan Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan pengumpulan data menggunakan studi literatur dan wawancara pada kawasan Apartemen Urbantown Karawang. Berdasarkan metode perhitungan untuk menentukan kebutuhan air bersih, didapatkan kebutuhan air bersih sebesar 198,360 m³ per hari dengan air bekas yang dihasilkan sebanyak 126,9504 m³ per hari. Dengan merancang kembali instalasi pipa air bekas yang diolah menggunakan tangki biofilter dihasilkan air olahan sebanyak 114,25536 m³ per hari untuk dimanfaatkan sebagai keperluan siram toilet. Luaran dari penelitian ini berupa instalasi pipa air olahan untuk siram toilet yang divisualisasikan dalam video animasi. Sistem pengelolaan limbah cair pada kawasan Apartemen Urbantown Karawang ini mudah diterapkan. Sistem ini juga berguna untuk mewujudkan konsep ramah lingkungan yang berkelanjutan (Sustainable Green Building).

PENDAHULUAN

Menurut BKKBN (Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional), semakin tingginya kebutuhan rumah akibat pertumbuhan penduduk mempengaruhi keterbatasan lahan untuk pembangunan rumah hunian (Halawa, 2025; Setyorini, 2024; Shodiq, 2022). Oleh karena itu, penyediaan Apartemen menjadi salah satu solusi untuk masalah kependudukan. Apartemen adalah suatu bangunan bertingkat yang di dalamnya merupakan kumpulan dari beberapa ruang hunian dengan fasilitas yang lengkap dan biasanya dihuni oleh lebih dari satu keluarga.

Apartemen Urbantown Karawang dikembangkan di atas lahan seluas 2 hektare dengan desain yang modern (Rahadi et al., 2020; Mulyano et al., 2020). Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 1988 tentang Rumah Susun atau Apartemen, Apartemen Urbantown Karawang sangat tepat untuk generasi milenial (Republik Indonesia, 1988) karena dilengkapi fasilitas area terbuka hijau (Li et al., 2023), taman terbuka, area olahraga (Hooper et al., 2023), fasilitas ibadah (Adriani et al., 2022), serta sistem keamanan terintegrasi (Gou et al., 2021). Apartemen Urbantown Karawang juga akan difasilitasi dengan Urban BizHub, sebuah konsep pemberdayaan perekonomian masyarakat yang akan membantu meningkatkan penghasilan (Herdiansyah, 2023).

Seiring dengan meningkatnya pertumbuhan dan perkembangan penduduk di Indonesia, kebutuhan tempat tinggal akan semakin meningkat, sedangkan kebutuhan air bersih akan semakin berkurang akibat banyaknya pengguna air bersih dan bertambahnya limbah pada kawasan tersebut (rumah tangga, industri, pertanian, konstruksi, radioaktif) (Jurumai et al., 2023; Tariq & Mushtaq, 2023). Adanya permukiman seperti apartemen, bukan berarti akan mengurangi produksi limbah di lingkungan masyarakat jika tanpa adanya kesadaran dari masyarakat serta pengelolaan limbah yang tepat (Debrah et al., 2021; Adekola et al., 2021). Jumlah limbah akan terus meningkat berbanding lurus dengan jumlah penduduk karena aktivitas manusia selalu menghasilkan sampah yang dapat diolah maupun tidak (Nanda & Berruti, 2024). Pada jenis permukiman seperti ini, banyak sekali limbah yang dihasilkan. Seperti limbah padat yang dapat digunakan menjadi kompos, plastik yang didaur ulang, atau limbah yang tidak dapat diolah sekalipun (Andeobu et al., 2022). Disamping itu, limbah cair pun akan lebih banyak dihasilkan dari limbah padat serta ketersediaan air bersih akan semakin berkurang karena semua kegiatan yang terjadi memerlukan air bersih (Haryani et al., 2022; Drangert, 2020).

Menurut GBCI (Green Building Council Indonesia), demi menciptakan kawasan permukiman yang berkelanjutan (sustainable building) suatu kawasan harus memenuhi beberapa aspek, di antaranya adalah manajemen pengelolaan air limbah pada bangunan serta konservasi air pada lingkungan sekitar. Pada kawasan Apartemen Urbantown Karawang, manajemen sistem pengelolaan air limbah hanya berupa tangki penampungan air limbah untuk dibuang ke riol kota dan berisiko meningkatkan kadar pencemaran lingkungan sekitar.

Untuk membantu meningkatkan ketersediaan air bersih atau konservasi air, penulis membahas pengelolaan air limbah untuk keperluan nonkonsumtif (siram toilet) dengan menggunakan konsep IPAL (instalasi pembuangan air limbah) terpisah yang memisahkan antara air bekas (grey water) dan air kotor (black water). Pemanfaatan air bekas juga membantu

mengurangi penggunaan air tanah yang dapat mengakibatkan penurunan air tanah dan permukaan tanah (land subsidence) yang meningkatkan risiko kerusakan pada bangunan.

Air bekas dapat digunakan kembali dengan cara diolah dan disimpan pada penampungan air bekas sehingga dapat dimanfaatkan sebagai keperluan siram toilet (flushing wc) yang akan meringankan biaya operasional suatu bangunan karena penggunaan air bersih yang menurun. Selain membantu biaya perawatan bangunan, pengelolaan air bekas juga membantu menjaga ketersediaan air bersih karena kebutuhan air bersih bersumber dari PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) terbatas jumlahnya. Oleh karena itu, pengelolaan air bekas sangat penting dalam menjadikan suatu bangunan yang ramah lingkungan (green building), untuk membantu mengurangi pemakaian air bersih yang dapat membantu menjaga ekosistem sekitarnya.

Urgensi penelitian ini didasarkan pada tiga faktor. Pertama, krisis air bersih yang semakin meningkat di wilayah perkotaan, termasuk Karawang sebagai kawasan industri yang berkembang pesat, memerlukan solusi konservasi air yang aplikatif. Kedua, Apartemen Urbantown Karawang belum menerapkan pengelolaan air limbah sesuai prinsip green building yang disyaratkan GBCI, sehingga berpotensi meningkatkan beban pencemaran lingkungan. Ketiga, pemanfaatan air bekas untuk siram toilet dapat mengurangi penggunaan air tanah yang berisiko menyebabkan penurunan tanah (land subsidence) dan kerusakan bangunan. Tanpa perencanaan sistem yang tepat, potensi konservasi air yang besar akan terbuang sia-sia.

Kebaruan (novelty) penelitian ini terletak pada tiga hal. Pertama, penelitian ini mengintegrasikan perhitungan kebutuhan air bersih, produksi grey water, desain tangki biofilter, perhitungan diameter pipa, kehilangan tekanan, kapasitas pompa, dan visualisasi instalasi dalam satu perencanaan yang utuh untuk bangunan apartemen hunian. Kedua, penelitian ini menghasilkan luaran berupa video animasi instalasi plambing yang memudahkan implementasi di lapangan. Ketiga, penelitian ini menerapkan konsep pemisahan pipa antara grey water dan black water pada apartemen dengan 510 unit hunian, yang belum banyak dilakukan dalam penelitian sebelumnya di Indonesia.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, kawasan Apartemen Urbantown Karawang belum menerapkan pengelolaan air limbah sesuai prinsip bangunan berkelanjutan sebagaimana disyaratkan oleh GBCI, khususnya dalam aspek manajemen air, sehingga penelitian ini merumuskan beberapa permasalahan utama meliputi jumlah air limbah yang dihasilkan, kondisi manajemen pengelolaan air limbah yang ada, metode pengelolaan yang tepat, serta perencanaan instalasi plambing dengan pemanfaatan air bekas; sejalan dengan itu, penelitian ini bertujuan untuk menghitung debit grey water yang dihasilkan, mendeskripsikan sistem pengelolaan air limbah sesuai standar SNI 8455-2017, serta merencanakan sistem pengelolaan yang efektif dan ramah lingkungan, dengan luaran berupa video animasi perencanaan instalasi plambing yang memanfaatkan air bekas untuk kebutuhan siram toilet.

METODE PENELITIAN

Metodologi Penelitian

Dalam menyelesaikan penelitian ini, penulis menggunakan metode eksperimental. Arikunto (2010) mengatakan bahwa, “Metode eksperimental adalah suatu cara untuk mencari sebab-akibat antara dua faktor yang sengaja ditimbulkan oleh peneliti dengan mengurangi atau menyisihkan faktor-faktor lain yang mengganggu”. Dengan demikian, metode penelitian eksperimental merupakan rangkaian kegiatan percobaan dengan tujuan untuk mengetahui atau

menyelidiki suatu hal maupun permasalahan sehingga diperoleh suatu hasil atau solusi. Oleh karena itu, dalam metode eksperimental memerlukan faktor yang diuji agar mendapatkan hasil yang diinginkan. Dalam hal ini faktor yang diuji adalah hasil air limbah yang dihasilkan untuk diketahui pengaruhnya terhadap kebutuhan air yang dimanfaatkan sebagai keperluan siram toilet. Untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kebutuhan air sebagai keperluan siram toilet digunakan penelitian berupa pengelolaan air limbah melalui instalasi plambing pada Apartemen Urbantown Karawang.

Sumber dan Teknik Pengumpulan Data

Sumber data penelitian ini berasal dari dokumen-dokumen/literatur yang bertopik serupa, yaitu “Penerapan Konsep Green Building pada Sistem Plambing Apartemen Marigold Nava Park Tower 3 Tangerang Selatan”, “Perancangan Sistem Konservasi Air Tanah Melalui Pengelolaan Air Limbah pada Gedung Pasar Srijadi Kota Bandung”, dan “Daur Ulang Grey Water Untuk Keperluan Siram Wc dan Urinal pada Rumah Sakit Pendidikan Universitas Tanjungpura”. Selain itu data diperoleh dari narasumber, yaitu Bapak Warsita, Bapak Heri, Bapak Dadang selaku pihak kontraktor, dan peninggalan historis berupa sistem pengelolaan air pada Apartemen Urbantown Karawang yang merupakan lokasi penelitian.

Teknik pengumpulan data yang penulis lakukan adalah studi literatur, dan wawancara. Dengan adanya rujukan dari buku maupun karya tulis ilmiah diharapkan penulis dapat mengumpulkan teori-teori yang relevan dengan permasalahan air limbah yang sebelumnya telah dilakukan dan diteliti oleh para ahli. Faktor tersebut akan menjadi acuan penulis dalam melakukan perencanaan sistem pengelolaan air limbah pada Apartemen Urbantown Karawang. Untuk mendapatkan informasi lain penulis juga melakukan teknik wawancara kepada pihak kontraktor untuk mendapatkan data berupa spesifikasi teknis dan gambar instalasi plambing yang telah diterapkan sebelumnya. Data yang didapat penulis jadikan acuan dalam perencanaan instalasi plambing untuk keperluan siram toilet pada Apartemen Urbantown Karawang.

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kawasan Apartemen Urbantown Karawang khususnya di gedung Cordova Jl. Raya Sukalyu Baru, Kec. Telukjambe Timur, Karawang Barat, Jawa Barat, Indonesia 41361 seperti pada Gambar 6, 7, 8, dan 9.



Gambar 1 Peta Karawang
Sumber: Google Maps



Gambar 2 Lokasi Proyek
Sumber: Google Maps



Gambar 3 Kawasan Apartemen Urbantown
Karawang

Sumber: Dokumen Kontraktor PT. PP
URBAN



Gambar 4 Tower Cordova Apartemen
Urbantown Karawang

Sumber: Dokumen Kontraktor PT. PP
URBAN

Langkah Penelitian

Metode pengerjaan yang dilaksanakan pada Penelitian ini ialah mengamati lokasi dan menentukan rumusan masalah yang akan diteliti, menentukan topik bahasan penelitian, mengidentifikasi kelayakan permasalahan untuk diteliti. Kemudian, dilanjutkan dengan mencari rujukan yang sesuai dengan topik yang dibahas, mengumpulkan data yang dibutuhkan berupa: dokumentasi di lapangan, gambar rencana dari kontraktor, data air bersih dan air kotor dari jumlah penghuni.

Berdasarkan data-data tersebut, dihitung debit air bekas, merancang penampungan air bekas sesuai yang dijual di pasaran, merancang jalur plambing air olahan untuk dimanfaatkan menjadi siram toilet, merancang diameter pipa, menggambar instalasi plambing yang telah dirancang sebelumnya. Penelitian ini diakhiri dengan luaran berupa konsep pengelolaan air limbah yang selanjutnya dirangkum menjadi kesimpulan dalam video animasi hasil perencanaan pengelolaan air limbah di Tower Cordova Apartemen Urbantown Karawang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penambahan STP (sewage treatment plant) pada pengelolaan air bekas menggunakan tangki biofilter berukuran 75 m³ dengan pompa bermerek Grundfos tipe Submersible SP 30-12 4" yang tersedia di pasaran dapat menghasilkan air olahan untuk keperluan siram toilet yang akan ditampung pada roof tank berukuran 10 m³. Pengelolaan air bekas (grey water) adalah dengan cara memanfaatkan kembali air limbah rumah tangga yang sebelumnya sudah melalui saluran perangkap minyak (grease trap) untuk pemisahan air bekas cuci piring dengan lemak-lemak atau kotoran yang lolos dari saluran sink sehingga tidak ikut ke air yang akan didaur ulang. Kemudian, air limbah (black water) yang berasal dari kloset disalurkan ke STP yang akan menyatu dengan buangan dari perangkap minyak (grease trap). Air olahan dapat berasal dari air bekas mandi, air bekas cuci tangan, dan air bekas cuci pakaian. Air tersebut diolah dengan menggunakan dua buah bak penampungan, yaitu bak pengumpulan dan bak resapan yang disimpan pada tangki biofilter yang terdapat di pasaran.

Bak pengumpulan adalah ruangan yang berguna sebagai penangkap apabila terdapat sampah, pasir, ataupun minyak. Ruangan pada bak pengumpulan diberi sekat yang menggunakan kasa/busa untuk menyaring air limbah yang masuk sehingga hanya air limbah saja yang masuk ke dalam bak resapan. Pada bak resapan, terdapat zat kimia yang berfungsi untuk menetralkan zat pencemar. Setelah itu, disalurkan ke tangki biofilter sehingga

menghasilkan air olahan untuk digunakan sebagai keperluan siram toilet. Hasil air olahan dari bak resapan dipompakan ke roof tank dan disalurkan melalui instalasi pipa air olahan untuk digunakan sebagai keperluan siram toilet.

Pembahasan

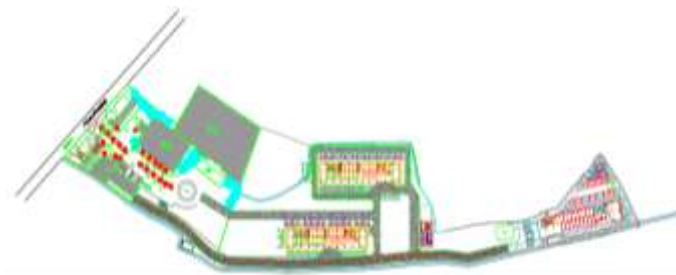
Pada subbab ini akan dibahas tentang data administrasi gedung sebagai informasi lokasi penelitian dan perencanaan sistem pemanfaatan air bekas yang dilakukan dengan perhitungan kebutuhan air, perhitungan air limbah yang dihasilkan, perencanaan jalur instalasi pipa, perhitungan diameter pipa air olahan, perhitungan kehilangan tekanan (head loss), perhitungan kapasitas tangki, perhitungan kapasitas pompa, penginstalan sistem pengelolaan air bekas, dan cara kerja sistem pengelolaan air bekas menggunakan tangki biofilter.

Data Administrasi Gedung

Penelitian yang berjudul “Perencanaan Sistem Pemanfaatan Air Bekas pada Tower Cordova Proyek Apartemen Urbantown Karawang” dilakukan di proyek Urbantown Karawang yang terletak di Jalan Sukaluyu Baru, Teluk Jambe, Karawang Barat, Jawa Barat, Indonesia. Berikut data administrasi Tower Cordova proyek Apartemen Urbantown Karawang.

Nama Bangunan	: Tower Cordova Apartemen Urbantown Karawang
Fungsi Bangunan	: tempat tinggal
Luas Lahan	: 2 hektare
Luas Bangunan	: 14.400 m ²
Jumlah Lantai	: 16 lantai termasuk atap
Perencana MEP	: PT. Malmass Mitra Teknik
Jumlah Unit	: 510 kamar
Asumsi Penghuni	: a. 2 orang per kamar tipe studio b. 4 orang per kamar tipe dua kamar tidur

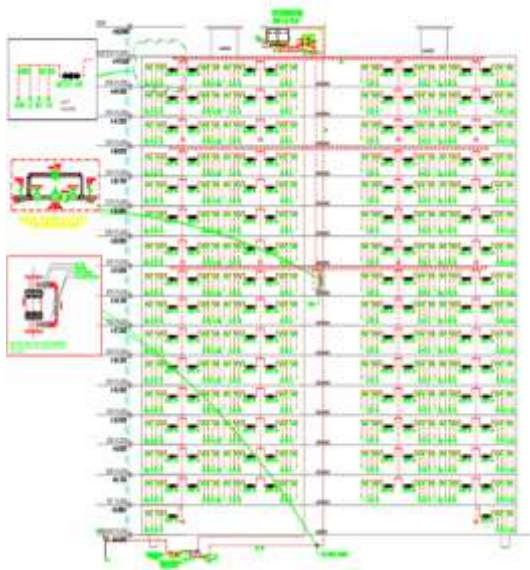
Peta situasi proyek Apartemen Urbantown Karawang seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5



Gambar 5 Peta Situasi Proyek Apartemen Urbantown Karawang

Sumber: Dokumen PT. PP Urban Proyek Apartemen Urbantown Karawang

Sistem plambing pada proyek Apartemen Urbantown Karawang menggunakan sistem pembuangan terpisah dan cara pengalirannya menggunakan sistem pompa dan gravitasi. Pembuangan air limbah berasal dari sink, wastafel, drainase lantai, dan kloset menggunakan sistem terpusat yang dialirkan melalui pipa pembuangan menuju STP (sewage treatment plant) sebelum dimanfaatkan atau dibuang ke badan perairan. Skematik instalasi plambing air bersih dapat disimak pada Gambar 12 dan Lampiran 1 serta skematik instalasi plambing air kotor dapat dilihat pada Gambar 13 dan Lampiran 2.



Gambar 6 Skematik Instalasi Plumbing Air Bersih Apartemen Urbantown Karawang



Gambar 7 Skematik Instalasi Plumbing Air Kotor Apartemen Urbantown Karawang

Perencanaan Sistem Pemanfaatan Air Bekas

Pada perencanaan sistem pemanfaatan air bekas dilakukan perhitungan kebutuhan air, perhitungan air limbah yang dihasilkan, perencanaan jalur instalasi pipa, perhitungan diameter pipa air olahan, perhitungan kehilangan tekanan (head loss), perhitungan kapasitas tangki, perhitungan kapasitas pompa, penginstalan sistem pengelolaan air bekas, cara kerja sistem pengelolaan air bekas menggunakan tangki biofilter.

a. Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Air bersih pada proyek Apartemen Urbantown Karawang berasal dari PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) yang dialirkan melalui pipa ke setiap masing-masing alat saniter yang dibagi menjadi dua macam kebutuhan, yaitu kebutuhan konsumtif dan kebutuhan nonkonsumtif. Kebutuhan konsumtif terdiri atas kebutuhan minum, masak, mandi, dan kebutuhan lainnya. Adapun kebutuhan nonkonsumtif terdiri atas penggelontor kloset, siram tanaman, mencuci pakaian, piring, ataupun mobil, dan kegiatan lainnya.

Apartemen Urbantown Karawang memiliki 15 lantai yang terdiri atas 15 unit kios yang difasilitasi 1 toilet umum yang terdiri atas 9 kloset tangki gelontor, dan 476 unit hunian dengan 1 toilet. Satu lantai terdiri atas 34 unit hunian dan terbagi menjadi 2 tipe, yaitu tipe studio yang berjumlah 29 unit dan dua kamar dengan jumlah 5 unit.

Jumlah 476 hunian tersebut diasumsikan berisi 2 orang per unit untuk tipe studio dan 4 orang per unit untuk tipe dua kamar. Untuk menghitung total jumlah penghuni dapat dihitung dengan cara berikut.

- 1) Jumlah penghuni untuk satu lantai dapat diasumsikan dengan cara jumlah hunian dalam satu lantai dikalikan dengan penghuni pada masing-masing tipe yang terdapat di Apartemen Urbantown Karawang adalah 3 orang untuk tipe hunian kios, 2 orang untuk tipe hunian studio, dan 4 orang untuk tipe hunian dua kamar. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Jumlah Penghuni Untuk Satu Lantai

No.	Tipe Hunian	Jumlah Hunian unit/lantai	Jumlah Penghuni orang/unit	Jumlah Penghuni orang/lantai
1	Kios	15	3	45
2	Studio	29	2	58
3	2 Kamar	5	4	20

- 2) Setiap lantai memiliki kesamaan atau dalam kata lain dibuat tipikal. Oleh karena itu, jumlah total hunian pada Apartemen Urbantown Karawang dapat dihitung dengan cara jumlah penghuni untuk satu lantai dikalikan dengan jumlah lantai yang tersedia pada Apartemen Urbantown Karawang adalah 45 orang dalam satu lantai untuk tipe hunian kios, 58 orang dalam satu lantai untuk tipe hunian studio, dan 20 orang dalam satu lantai untuk tipe hunian dua kamar. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 2 Jumlah Total Penghuni Apartemen Urbantown Karawang

No.	Tipe Hunian	Jumlah Hunian unit/lantai	Jumlah Penghuni orang/unit	Jumlah Penghuni orang/lantai	Jumlah Lantai	Total Penghuni orang
1	Kios	15	3	45	1	45
2	Studio	29	2	58	14	812
3	2 Kamar	5	4	20	14	280
Jumlah Total Penghuni Apartemen Urbantown Karawang						1137

- 3) Untuk menentukan kebutuhan air setiap tipe hunian, pada bukunya yang berjudul Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing, Noerbambang & Morimura (1993) menjelaskan bahwa menentukan kebutuhan air setiap tipe hunian dapat dilakukan dengan cara dengan cara jumlah penghuni dalam satu tipe hunian dikalikan dengan kebutuhan air bersih per orang pada Apartemen Urbantown Karawang adalah 40 liter per orang untuk tipe hunian kios, dan 180 liter per orang untuk tipe hunian studio dan dua kamar. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Jumlah Air Bersih yang Dibutuhkan Untuk Satu Unit Hunian

No.	Tipe Hunian	Jumlah Penghuni orang/unit	Kebutuhan Air Bersih liter/orang	Jumlah Air Bersih yang Dibutuhkan liter/unit
1	Kios	3	40	120
2	Studio	2	180	360
3	2 Kamar	4	180	720

- 4) Untuk menentukan total kebutuhan air bersih adalah dengan menghitung total jumlah penghuni dari masing-masing tipe hunian dengan kondisi yang sama (tipikal) pada Apartemen Urbantown Karawang dikalikan dengan kebutuhan air bersih per orang adalah

1.800 liter per hari untuk tipe hunian kios, 146.160 liter per hari untuk tipe hunian studio, dan 50.400 liter per hari untuk tipe hunian dua kamar. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Total Air Bersih yang Dibutuhkan pada Apartemen Urbantown Karawang

No.	Tipe Hunian	Total Penghuni orang	Kebutuhan Air Bersih liter/orang	Total Air Bersih yang Dibutuhkan liter/hari
1	Kios	45	40	1800
2	Studio	812	180	146160
3	2 Kamar	280	180	50400
Jumlah Air Bersih yang Dibutuhkan per hari				198360

Dari Tabel 4 didapatkan kesimpulan bahwa kebutuhan air bersih untuk keperluan konsumtif maupun nonkonsumtif pada Apartemen Urbantown Karawang sebanyak 198.360 liter per hari atau setara dengan 198,360 m³ per hari. Menurut Noerbambang & Morimura (1993), Penggunaan air rata-rata pada apartemen diasumsikan selama 8 atau setara 24 kali pemakaian per hari dengan kebutuhan jumlah air adalah sebagai berikut. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pemakaian air bersih per jam adalah sebagai berikut.

$Q_h = (\text{Jumlah air per hari})/(\text{Lama penggunaan dalam satu hari}) = 198.360/8 = 24.795$
liter/jam = 24,795 m³/jam

Berdasarkan metode tersebut, didapatkan kebutuhan air bersih pada Tower Cordova Proyek Apartemen Urbantown Karawang adalah 198.360 liter per hari atau setara dengan 198,360 m³ per hari.

b. Perhitungan Air Limbah yang Dihasilkan

Berdasarkan SNI 2398 Tahun 2017 tentang Pengelolaan Air Limbah, air limbah diasumsikan sebanyak 60-80% dari kebutuhan air bersih per harinya. Penulis mengasumsikan sebanyak 80% air bersih menjadi air limbah dan 20% lainnya termasuk air bersih yang hilang atau terbuang. Oleh karena itu, pada proyek Apartemen Urbantown Karawang dari jumlah air bersih yang dibutuhkan menghasilkan air limbah sebanyak 158.688 liter per hari. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Jumlah Air Limbah yang Dihasilkan

Pemakaian Air Rata-Rata per Jam Q_h (m ³ /jam)	Pemakaian Air Rata-Rata per Hari Q_d (m ³ /hari)	Air Limbah yang Dihasilkan per Jam (m ³ /jam)	Air Limbah yang Dihasilkan per Hari (m ³ /hari)
24,795	198,360	19,836	158,688

Dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa air limbah yang dihasilkan sebanyak 158.688 liter per hari atau setara dengan 158,688 m³ per hari, yang terdiri dari air bekas (grey water) dan air kotor (black water). Air kotor (black water) yang telah diolah akan dibuang ke badan perairan, sedangkan air bekas (grey water) akan dimanfaatkan sebagai keperluan siram toilet maka diasumsikan bahwa 80% dari air limbah adalah air bekas (grey water) dan 20% sisanya merupakan air kotor (black water). Adapun komposisi jumlah air bekas (grey water) dan air kotor (black water) yang dihasilkan, dijelaskan seperti pada Tabel 5.

Tabel 5 Komposisi Air Limbah yang Dihasilkan

Air Limbah yang Dihasilkan per Hari (m³/hari)	Air Bekas (80%) x Air Limbah (m³/hari)	Air Kotor (20%) x Air Limbah (m³/hari)
158,688	126,9504	31,7376

Berdasarkan tabel tersebut, dapat disimpulkan air bekas (grey water) yang dihasilkan sebanyak 126.950,4 liter per hari atau setara 126,9504 m³ per hari, sedangkan air kotor (black water) yang dihasilkan sebanyak 31.737,6 liter per hari atau setara 31,7376 m³ per hari. Air bekas (grey water) masih tercampur dengan limbah dapur, karena limbah dapur tidak dapat diolah maka harus dipisahkan. Untuk menghitung air bekas (grey water) yang dapat diolah, diasumsikan bahwa sebesar 10% dari air bekas (grey water) adalah limbah dapur sehingga didapatkan hasil air olahan seperti pada Tabel 6.

Tabel 6 Jumlah Air Olahan yang Dihasilkan

Air Bekas (Grey Water) yang Dihasilkan liter/hari	Air Olahan (90%) x Air Bekas m³/hari	Limbah Dapur (10%) x Air Bekas m³/hari
126,9504	114,25536	12,69504

Untuk mengetahui air olahan mencukupi kebutuhan siram toilet perlu perhitungan tentang kebutuhan debit kloset tangki gelontor dengan pemakaian sehari selama 4 jam dengan pemakaian kloset tangki gelontor 3 kali per jam. Adapun perhitungan kebutuhan debit kloset tangki gelontor adalah sebagai berikut.

$$Q \text{ kloset tangki gelontor} = q \times n$$

$$Q = (14 \text{ liter} \times 12 \text{ kali}) \times 482 \text{ unit} = 80.976 \text{ l/hari} \\ = 80,976 \text{ m}^3/\text{hari}$$

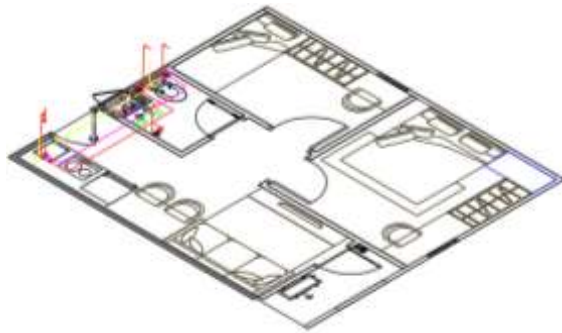
Kesimpulannya adalah air olahan dari air bekas dapat digunakan untuk keperluan siram toilet karena air olahan yang dihasilkan lebih banyak dari air untuk keperluan siram toilet. Air olahan dihasilkan sebanyak 114.25536 m³ per hari sedangkan keperluan siram toilet membutuhkan air sebanyak 80.976 m³ per hari.

Berdasarkan hasil perhitungan, dapat disimpulkan bahwa air bersih yang diperlukan untuk keperluan konsumtif dan nonkonsumtif di Apartemen Urbantown Karawang adalah sebanyak 198,360 m³ per hari, sebanyak 158,688 m³ per hari menjadi air limbah dengan komposisi air bekas (grey water) yang dihasilkan sebanyak 126,9504 m³ per hari, dan air kotor (black water) yang dihasilkan sebanyak 31,7376 m³ per hari. Adapun air olahan merupakan air bekas yang telah diberikan perlakuan sehingga dapat digunakan kembali untuk keperluan siram toilet sebanyak 114,25536 m³ per hari dan masih tersisa 33,27936 m³ per hari, sedangkan limbah yang telah diolah dibuang ke badan perairan adalah air kotor (black water) dan limbah dapur sebanyak 44,43264 m³ per hari.

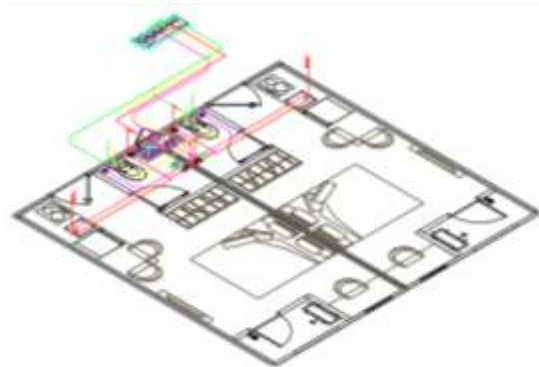
c. Perencanaan Jalur Instalasi Pipa

Perencanaan jalur perpipaan dibuat untuk penyaluran air dari saluran utama menuju saluran akhir ataupun sebaliknya. Pada Penelitian ini dibuat jalur perpipaan air bekas (grey water) dari masing-masing kamar ke tangki biofilter, dan sebaliknya pula, dari tangki biofilter disalurkan kembali menuju pipa air olahan ke setiap kamarnya. Agar lebih jelas, jalur instalasi

pipa di setiap tipe kamar yang berada di Tower Cordova Apartemen Urbantown Karawang dapat disimak pada Gambar 14a dan 14b.



Gambar 8a Jalur Perpipaan Tipe 2 Kamar
Tower Cordova Apartemen Urbantown
Karawang



Gambar 9b Jalur Perpipaan Tipe Studio
Tower Cordova Apartemen Urbantown
Karawang

Keterangan:

- = Jalur Pipa *Grey Water*
- = Jalur Pipa Air Bersih
- = Jalur Pipa Air Olahan
- = Jalur Pipa Vent

Dari jalur-jalur perpipaan pada setiap tipe kamar tersebut merupakan tipe pada satu lantai. Karena tipe kamar di setiap lantai sama, maka penulis hanya membuat gambar jalur perpipaan di salah satu lantai yang terdiri atas tipe studio dan dua kamar.

d. Perhitungan Diameter Pipa Air Olahan

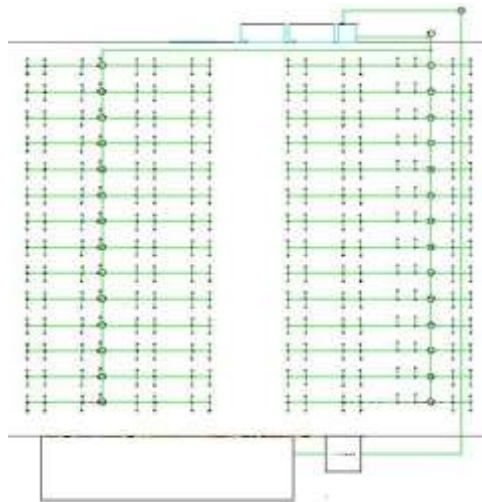
Perhitungan diameter pipa dilakukan untuk mengetahui diameter pipa yang digunakan pada saluran perpipaan. Pada perhitungan diameter pipa ini, penulis menghitung berdasarkan metode ekivalen seperti pada Gambar 15. Untuk menentukan sambungan pipa itu sendiri, dapat dilihat dari masing-masing ujung ukuran diameter pipa yang disambung menjadi satu. Berikut merupakan perhitungan diameter pipa air olahan sesuai dengan metode ekivalen.



Gambar 10 Isometrik Air Olahan

e. Perhitungan Kehilangan Tekanan (Head Loss)

Berdasarkan SNI 03-7065 Tahun 2005 serta Noerbambang dan Morimura (1993), debit aliran untuk satu kloset tangki gelontor adalah sebesar 0,24 liter/detik dengan kecepatan aliran dalam pipa berkisar antara 0,3 m/detik hingga 2,0 m/detik, sehingga setelah nilai debit diketahui perlu dilakukan perhitungan kehilangan tekanan yang mengacu pada Gambar IV.6 untuk menentukan apakah diameter pipa yang telah direncanakan sudah sesuai atau masih perlu disesuaikan agar diperoleh diameter pipa yang efektif dan memenuhi kriteria perencanaan sistem plambing.



Gambar 11 Skematik Air Olahan

1) Pipa RT-H

Jumlah alat saniter = 40 Kloset tangki gelontor
 Q alat saniter = $(14 \text{ liter}) / (60 \text{ detik}) = 0,24 \text{ l/detik} = 0,00024 \text{ m}^3/\text{detik}$
 V (kecepatan aliran) = 2,0 m/detik
 maka, debit aliran pipa RT-H adalah sebagai berikut:
 $Q_{\text{aliran}} = Q_{\text{alat saniter}} \times \text{Jumlah alat saniter}$
 $Q_{\text{aliran}} = 0,00024 \times 40 = 0,00960 \text{ m}^3/\text{detik}$
 Selanjutnya menggunakan rumus Hazen-Williams
 $H_f \text{ mayor} = (0,00960 / (0,2785 \times 120 \times [0,100]^{2,63}))^{1,85} \times 6,850$
 $H_f \text{ mayor} = 0,14092 \text{ m}$
 $H_f \text{ minor} = 10\% \times 0,14092$
 $= 0,01409 \text{ m}$
 $H_f \text{ total} = H_f \text{ mayor} + H_f \text{ minor}$
 $= 0,14092 + 0,01409 = 0,15501 \text{ m}$
 $H_f \text{ Kumulatif} = H_f \text{ Total} + 0 = 0,15501 \text{ m}$
 $\text{Sisa Tekanan} = \text{Tinggi tekan tersedia} - H_f \text{ Kumulatif}$
 $= 1,60 - 0,15501 = 1,44499 \text{ m}$

2) Pipa H-V1

Jumlah alat saniter = 20 Kloset tangki gelontor
 Q alat saniter = $(14 \text{ liter}) / (60 \text{ detik}) = 0,24 \text{ l/detik} = 0,00024 \text{ m}^3/\text{detik}$
 V (kecepatan aliran) = 2,0 m/detik
 maka, debit aliran pipa H-V1 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\text{Qaliran} &= \text{Q alat saniter} \times \text{Jumlah alat saniter} \\
\text{Qaliran} &= 0,00024 \times 20 = 0,00480 \text{ m}^3/\text{detik} \\
\text{Selanjutnya menggunakan rumus Hazen-Williams} \\
\text{Hf mayor} &= (0,00480 / (0,2785 \times 120 \times [(0,030)^{2,63}])) 1,85 \times 39,385 \\
\text{Hf mayor} &= 0,22476 \text{ m} \\
\text{Hf minor} &= 10\% \times 0,22476 \\
&= 0,02248 \text{ m} \\
\text{Hf total} &= \text{Hf mayor} + \text{Hf minor} \\
&= 0,22476 + 0,02248 = 0,24723 \text{ m} \\
\text{Hf Kumulatif} &= \text{Hf Total Pipa H-V1} + \text{Hf Kumulatif Pipa RT-H} \\
&= 0,24723 + 0,15501 = 0,40225 \text{ m} \\
\text{Sisa Tekanan} &= \text{Tinggi tekan tersedia} - \text{Hf Kumulatif} \\
&= 1,60 - 0,40225 = 1,19775 \text{ m}
\end{aligned}$$

3) Pipa V1-13

$$\begin{aligned}
\text{Jumlah alat saniter} &= 3 \text{ Kloset tangki gelontor} \\
\text{Q alat saniter} &= (14 \text{ liter}) / (60 \text{ detik}) = 0,24 \text{ l/detik} = 0,00024 \text{ m}^3/\text{detik} \\
\text{V (kecepatan aliran)} &= 2,0 \text{ m/detik} \\
\text{maka, debit aliran pipa V1-13 adalah sebagai berikut:} \\
\text{Qaliran} &= \text{Q alat saniter} \times \text{Jumlah alat saniter} \\
\text{Qaliran} &= 0,00024 \times 3 = 0,00072 \text{ m}^3/\text{detik} \\
\text{Selanjutnya menggunakan rumus Hazen-Williams} \\
\text{Hf mayor} &= (0,00072 / (0,2785 \times 120 \times [(0,030)^{2,63}])) 1,85 \times 0,182 \\
\text{Hf mayor} &= 0,01087 \text{ m} \\
\text{Hf minor} &= 10\% \times 0,01087 \\
&= 0,00109 \\
\text{Hf total} &= \text{Hf mayor} + \text{Hf minor} \\
&= 0,01087 + 0,00109 = 0,01196 \text{ m} \\
\text{Hf Kumulatif} &= \text{Hf Total Pipa V1-13} + \text{Hf Kumulatif Pipa H-V1} \\
&= 0,01196 + 0,40225 = 0,41421 \text{ m} \\
\text{Sisa Tekanan} &= \text{Tinggi tekan tersedia} - \text{Hf Kumulatif} \\
&= 3,2 - 0,41421 = 2,78579 \text{ m}
\end{aligned}$$

Perhitungan debit dan dimensi pipa dari ground tank ke roof tank dilakukan menggunakan persamaan $Q = A \times v$ dengan debit sebesar $0,00960 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan kecepatan aliran yang direncanakan 2 m/detik (masih dalam batas syarat $0,3\text{--}3,0 \text{ m/detik}$), sehingga diperoleh luas penampang sebesar $0,00480 \text{ m}^2$, kemudian diameter pipa dihitung menggunakan persamaan $A = \frac{1}{4}\pi d^2$ dan menghasilkan diameter sebesar $0,0782 \text{ m}$ atau $7,82 \text{ cm}$ yang dibulatkan menjadi 4 inci sesuai ukuran pipa PVC di pasaran, selanjutnya dilakukan pengecekan kecepatan aliran dengan persamaan $v = Q/A$ dan diperoleh nilai $1,23 \text{ m/detik}$ yang masih memenuhi syarat, sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan pipa berdiameter 4 inci untuk aliran dari ground tank ke roof tank sudah sesuai dan efektif.

Berdasarkan perhitungan kehilangan tekanan pada sistem perpipaan, diperoleh nilai tekanan minimum sebesar $1,15475 \text{ m}$ dan tekanan maksimum sebesar $43,5089 \text{ m}$, dimana nilai tersebut telah memenuhi persyaratan teknis karena berada di atas batas minimum $0,7 \text{ m}$ dan di

bawah batas maksimum 60 m untuk kloset gelontor, sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan tekanan pada pipa sudah sesuai standar dan layak untuk digunakan dalam perencanaan sistem plambing.

f. Perhitungan Kapasitas Tangki Biofilter

Berdasarkan hasil dari perhitungan produksi air olahan, diperlukan tangki biofilter sebesar berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume ground tank} &= Q_d - (Q_s \times t) \\
 \text{dengan } Q_s \text{ sebesar} &= 2/3 \times Q_h \\
 &= 2/3 \times 24,795 \\
 &= 16,53 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Volume ground tank} &= 198,360 - (16,53 \times 8) \\
 &= 198,360 - 132,24 \\
 &= 66,12 \text{ m}^3 \sim 75 \text{ m}^3 \\
 \text{Volume roof tank} &= ((Q_{m\max} - Q_{h\max}) \times T_p) - (Q_{pu} \times T_{pu}) \\
 Q_{m\max} &= \text{Jumlah alat plambing} \times \text{UBAP} \\
 &= 482 \times 2,5 = 1.205 \text{ l/menit} = 1,205 \text{ m}^3/\text{menit} \\
 \text{Ketetapan } C_2 &= 3 - 4, \text{ asumsi } 4 \\
 Q_m &= Q_{m-\max} : 4 \\
 &= 1,205 \text{ m}^3/\text{menit} : 4 \\
 &= 0,30125 \text{ m}^3/\text{menit} \\
 Q_h &= Q_m \times 60 \text{ menit} \\
 &= 0,30125 \text{ m}^3/\text{menit} \times 60 \text{ menit} \\
 &= 18,075 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Ketetapan } C_1 &= 1,5 - 2, \text{ asumsi } 2 \\
 Q_{h-\max} &= C_1 \times Q_h \\
 &= 2 \times 18,075 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= 36,15 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{dengan } Q_{pu} = Q_{h\max} &= 36,15 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1/60 \text{ menit} = 0,6025 \text{ m}^3/\text{menit} \\
 \text{asumsi penggunaan pompa (} T_p \text{)} &= 40 \text{ menit} \\
 \text{lama pengisian pompa (} T_{pu} \text{)} &= 25 \text{ menit} \\
 \text{Volume roof tank} &= ((1,205 - 0,6025) \times 40) - (0,6025 \times 25) \\
 &= 24,100 - 15,0625 \\
 &= 9,0375 \text{ m}^3 \sim 10 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

g. Perhitungan Kapasitas Pompa

Perhitungan kebutuhan pompa yaitu dengan menghitung kehilangan tekanan akibat gesekan dalam pipa yang dilalui dengan menggunakan rumus:

$$H_f \text{ mayor} = (Q / (0,2785 \times C \times d^{2,63}))^{1,85} \times L$$

dimana,

$$\begin{aligned}
 Q &= \text{Debit dalam pipa (m}^3/\text{detik)} \\
 C &= \text{Koefisien gesekan pipa menurut Hazen-William} \\
 L &= \text{Panjang pipa (m)} \\
 d &= \text{Diameter pipa (m)} \\
 d &= \sqrt[4]{((4 \times Q) / (\mu \times v))} \\
 \text{Jadi, } d &= \sqrt[4]{((4 \times 0,00960) / (\mu \times 2))}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
d &= 0,0782 \text{ m} \sim 0,1 \text{ m} \\
H_f \text{ mayor} &= (0,00960 / (0,2785 \times 120 \times [0,100]^{2,63})) \times 1,85 \times 54,844 \\
H_f \text{ mayor} &= 1,12829 \text{ m} \\
H_f \text{ minor} &= 10\% \times 1,12829 = 0,11283 \text{ m} \\
H \text{ sistem} &= H_f \text{ mayor} + H_f \text{ minor} + v^2 / 2g \\
H \text{ sistem} &= 1,12829 + 0,11283 + 2^2 / (2 \times 9,81) \\
H \text{ sistem} &= 1,445 \text{ m}
\end{aligned}$$

Tinggi angkat total (H) pompa dihitung dengan mengasumsikan nilai H_{fsd} = 80% dari tinggi bangunan, sehingga tinggi angkat total yang diperlukan oleh pompa sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
H_{\text{statis}} &= \text{tinggi bangunan (m)} \\
H_{\text{fsd}} &= \text{kerugian gesek dalam pipa hisap (suction) dan tekan (discharge) (m)} \\
\text{maka, } H_{\text{pompa}} &= H_{\text{statis}} + H_{\text{sistem}} + H_{\text{fsd}} \\
&= 44,75 + 1,445 + (80\% \times 44,75) \\
&= 44,75 + 1,445 + 35,8 \\
&= 81,995 \text{ m}
\end{aligned}$$

Daya motor penggerak pompa (P) yaitu:

$$\begin{aligned}
\gamma &= 9,8 \text{ kN/m}^3 = 9800 \text{ N/m}^3 \text{ (}\gamma \text{ adalah specific weight = } \rho g \text{)} \\
W_{\text{hP}} &= H_{\text{pompa}} \times \gamma \times Q \\
&= 81,995 \times 9800 \times 0,00960 \\
&= 7714,09 \text{ watt} \\
&= 7,7 \text{ kW}
\end{aligned}$$

Pompa yang digunakan adalah pompa merek Grundfos tipe Submersible SP 30-12 4” dengan spesifikasi seperti pada Lampiran 9. Daya dorong maksimum pompa sebesar 92 meter dengan debit air yang dialirkan sebesar 30 m³/jam. Daya yang dibutuhkan adalah sebesar 11 kW 15HP 3 Phase, karena dibutuhkan 7,7 kW watt maka jumlah pompa yang dibutuhkan cukup 1 buah.

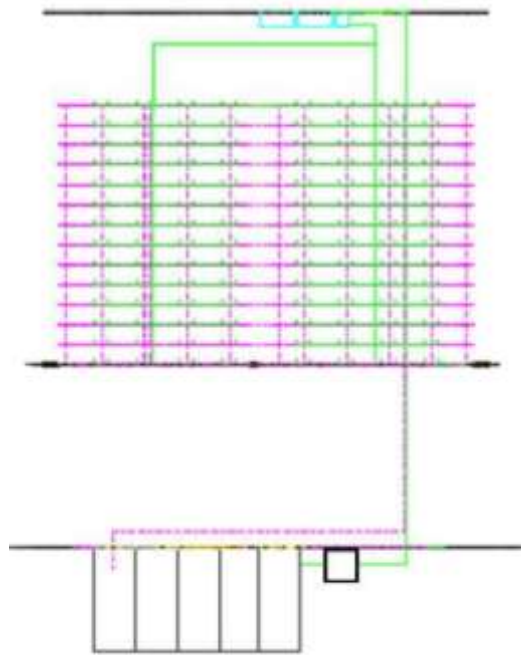


Gambar 12 Pompa Grundfos tipe Submersible SP 30 – 12 4”

Sumber: Google

h. Penginstalan Sistem Pengelolaan Air Bekas

Gambar sistem plambing dibuat berdasarkan sistem penyaluran air, dari tangki air bersih ke masing-masing alat plambing. Sumber daya air bersih yang digunakan PDAM yang ditampung pada ground tank kemudian dialirkan menuju roof tank menggunakan pompa. Air yang berada pada roof tank didistribusikan menuju alat-alat plambing di setiap tipe melalui pipa transfer. Setelah air bersih dipakai, grey water (air bekas cuci pakaian, air bekas cuci tangan, air bekas mandi) dialirkan menuju ke tangki biofilter untuk di treatment. Kemudian air tersebut dialirkan kembali ke atas menuju roof tank menggunakan pompa dan air olahan yang berada pada roof tank didistribusikan menuju kloset tangki gelontor melalui pipa transfer. Gambar sistem plambing dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 13 Instalasi Sistem Pengelolaan Air Bekas

i. Cara Kerja Sistem Pengelolaan Air Bekas Menggunakan Tangki Biofilter

Pertama air limbah dialirkan masuk ke bak pengendap awal, untuk mengendapkan partikel lumpur, pasir dan kotoran organik tersuspensi. Selain sebagai bak pengendapan, juga berfungsi sebagai bak pengontrol aliran, serta bak pengurai senyawa organik yang berbentuk padatan, sludge digestion (pengurai lumpur) dan penampung lumpur. Air limpasan dari bak pengendap awal selanjutnya dialirkan ke bak kontaktor anaerob dengan arah aliran dari atas ke bawah, dan dari bawah ke atas. Di dalam bak kontaktor anaerob tersebut diisi dengan media dari bahan plastik tipe sarang tawon. Jumlah bak kontaktor anaerob terdiri dari dua buah ruangan. Penguraian zat-zat organik yang ada dalam air limbah dilakukan oleh bakteri anaerobik. Setelah beberapa hari operasi, pada permukaan media filter akan tumbuh lapisan film mikroorganisme. Mikroorganisme inilah yang akan menguraikan zat organik yang belum sempat terurai pada bak pengendap.

Air limpasan dari bak kontaktor anaerob dialirkan ke bak kontaktor aerob. Di dalam bak kontaktor aerob ini diisi dengan media dari bahan pasltik tipe sarang tawon, sambil diberikan udara menggunakan blower sehingga mikroorganisme yang ada akan menguraikan zat organik yang ada dalam air limbah serta dapat tumbuh dan menempel pada permukaan media. Dengan

demikian air limbah akan bertemu dengan mikroorganisme yang tersuspensi dalam air maupun yang menempel pada permukaan media yang mana hal tersebut dapat meningkatkan efisiensi penguraian zat organik, deterjen serta mempercepat proses nitrifikasi, sehingga efisiensi penghilangan ammonia menjadi lebih besar. Proses ini sering di namakan contact aeration (Aerasi Kontak).

Dari bak aerasi, air dialirkan ke bak pengendap akhir. Di dalam bak ini lumpur aktif yang mengandung massa mikroorganisme diendapkan dan dipompa kembali ke bagian inlet bak aerasi dengan pompa sirkulasi lumpur. Sedangkan air limpasan (over flow) dialirkan ke bak klorinasi. Di dalam bak kontaktor klor ini air limbah dicampurkan dengan senyawa klor untuk membunuh mikroorganisme patogen. Air olahan yaitu air yang keluar setelah proses klorinasi dapat digunakan sebagai keperluan siram toilet sesuai dengan BOD/COD yang telah diijinkan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil Penelitian mengenai perencanaan sistem pemanfaatan air bekas pada Tower Cordova Apartemen Urbantown Karawang, dapat disimpulkan bahwa total air limbah yang dihasilkan mencapai 198,360 m³ per hari yang terdiri dari grey water sebesar 126,9504 m³ per hari dan black water sebesar 31,7376 m³ per hari, sementara sistem pengelolaan yang ada belum menerapkan konsep ramah lingkungan berkelanjutan karena belum memanfaatkan kembali air bekas sehingga berpotensi mencemari lingkungan; oleh karena itu, solusi yang tepat adalah mengolah grey water melalui tangki biofilter untuk digunakan kembali pada kebutuhan nonkonsumtif seperti siram toilet sebesar 114,25536 m³ per hari, serta memisahkan limbah dapur yang dialirkan bersama black water sebesar 44,43264 m³ per hari, dengan perencanaan instalasi berupa tangki biofilter berkapasitas 75 m³, roof tank 10 m³, dan pompa Grundfos tipe Submersible SP 30-12 4" sebanyak satu unit; secara keseluruhan, sistem ini layak direalisasikan karena dapat mendukung konsep green building, mengurangi penggunaan air PDAM, menekan biaya operasional, serta memanfaatkan sisa air olahan untuk kebutuhan lain seperti penyiraman tanaman, pencucian kendaraan, dan pemadam kebakaran, sementara itu penulis juga menyarankan agar pengembang menerapkan sistem pemisahan pipa antara grey water dan black water dengan pengawasan yang tepat agar tidak tercampur, serta bagi penelitian selanjutnya perlu dilakukan perhitungan biaya, penggunaan bahan kimia pengolahan air, dan pemanfaatan software yang lebih baik untuk visualisasi desain agar memudahkan implementasi di lapangan.

REFERENSI

- Adekola, P. O., Iyalomhe, F. O., Paczoski, A., Abebe, S. T., Pawłowska, B., Bąk, M., & Cirella, G. T. (2021). Public perception and awareness of waste management from Benin City. *Scientific Reports*, 11(1), 612. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-79688-y>
- Adriani, H., Saleh, I., Syahadat, R. M., Patih, T., & Putra, P. T. (2022). The mosque as a hybrid space: A place for worship and tourism. *KnE Social Sciences: Proceedings of the International Conference: Transdisciplinary Paradigm on Islamic Knowledge*, 79–90. <https://doi.org/10.18502/kss.v7i9.11238>
- Andeobu, L., Wibowo, S., & Grandhi, S. (2022). An assessment of e-waste generation and environmental management of selected countries in Africa, Europe and North America:

- A systematic review. *Science of the Total Environment*, 818, 151773. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151773>
- Debrah, J. K., Vidal, D. G., & Dinis, M. A. P. (2021). Raising awareness on solid waste management through formal education for sustainability: A developing countries evidence review. *Recycling*, 6(1), 6. <https://doi.org/10.3390/recycling6010006>
- Drangert, J.-O. (2020). Urban water and food security in this century and beyond: Resource-smart cities and residents. *Ambio*, 50(3), 614–626. <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01373-1>
- Gou, Z., Liu, Y., Lu, Y., & Wu, W. (2021). The association between greenness, health, and well-being in urban environments. *Frontiers in Public Health*, 9, 732876. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.732876>
- Halawa, B. D. S. (2025). *Evaluasi program keluarga berencana dalam mengendalikan pertumbuhan penduduk di Desa Simanaere Botomuzoi Kecamatan Botomuzoi Kabupaten Nias Provinsi Sumatera Utara* [Skripsi, Universitas Medan Area].
- Haryani, N. S., Zubaidah, A., & Komariah, L. N. (2022). Domestic wastewater in Indonesia: Generation, characteristics and treatment. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(28), 42537–42554. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19057-6>
- Herdiansyah, H. (2023). Smart city based on community empowerment, social capital, and public trust in urban areas. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 9(1), 113–128. <https://doi.org/10.22034/gjesm.2023.01.09>
- Hooper, P., Kleeman, A., Edwards, N., Bolleter, J., & Foster, S. (2023). The architecture of mental health: Identifying the combination of apartment building design requirements for positive mental health outcomes. *The Lancet Regional Health – Western Pacific*, 36, 100807. <https://doi.org/10.1016/j.lanwpc.2023.100807>
- Jurumai, L. P., Abidin, A. A., Soetrisno, E. T., & Wibowo, D. (2023). Impact of population growth and housing development on the riverine environment: Identifying environmental threat and solution in the Wanggu River, Indonesia. *Ecological Modelling*, 486, 110517. <https://doi.org/10.1016/j.ecomodel.2023.110517>
- Li, S., Liu, Y., Yang, L., Ge, Q., Chang, J., & Zhang, Y. (2023). The impact of urban green space on the health of middle-aged and older adults. *Urban Forestry & Urban Greening*, 86, 128016. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1199388>
- Mulyano, Y., Rahadi, R. A., & Amaliah, U. (2020). Millennials housing preferences model in Jakarta. *European Journal of Business and Management Research*, 5(1), 1–7. <https://doi.org/10.24018/ejbmr.2020.5.1.240>
- Nanda, S., & Berruti, F. (2024). Urbanization and solid waste production: Prospects and challenges. *Environmental Science and Pollution Research*, 31(12), 17678–17689. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-27670-2>
- Noerbambang, S. M., & Morimura, T. (1993). *Perancangan dan pemeliharaan sistem plambing*. Pradnya Paramita.
- Rahadi, R. A., Qastharin, A. R., Bekti, R., Aryakusuma, W., Rahmawaty, A., & Golda, S. P. (2020). Value determinant factors for apartment products in Indonesia. *Review of Integrative Business and Economics Research*, 9(1), 46–61.
- Republik Indonesia. (1988). *Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 1988 tentang Rumah Susun* (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1988 Nomor 7, Tambahan Lembaran

- Negara Republik Indonesia Nomor 3372). Sekretariat Negara.
- Setyorini, R. H. (2024). *Kependudukan dan keluarga berencana*. CV. Azka Pustaka.
- Shodiq, D. E. (2022). Analisis proporsi populasi penduduk terhadap rumah tangga dengan hunian layak dan terjangkau. *Jurnal Sains Edukatika Indonesia (JSEI)*, 4(1).
- Tariq, A., & Mushtaq, A. (2023). Sources, consequences, and treatment of wastewater: A global review. *International Journal of Current Biological and Medical Sciences*, 23(1), 121–143.