

Evaluasi Efisiensi Air Gedung Perkantoran Pada Musim Kering Pada Perencanaan Bangunan Gedung Hijau

Mardi Aman*, Tirta Amsal Victorio Siahaan

Program Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tama Jagakarsa

*Correspondence email: mardi240967@gmail.com

Abstrak. Air diperlukan untuk berbagai aktivitas manusia. Semakin besar populasi, semakin besar konsumsi air. Memanfaatkan air hujan dan menggunakan kembali air abu-abu dan hitam daur ulang dapat mengurangi Konsumsi. Efisiensi air perlu menjadi perhatian karena ketersediaan air yang terbatas dan untuk menjaga ketersediaan air yang terbatas. Konsumsi air di gedung-gedung untuk fungsi kantor relatif tinggi. Oleh karena itu, gedung perkantoran sangat penting untuk dirancang sebagai bangunan yang ramah lingkungan. Efisiensi air adalah kriteria untuk bangunan ramah lingkungan, lebih dikenal sebagai bangunan hijau. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi air dengan memanfaatkan air hujan dan air daur ulang di gedung Waskita Karya. Pengumpulan data sekunder yang diperlukan adalah pada tahap perencanaan. Data yang terkumpul adalah fitur hemat air, curah hujan, luas bangunan setiap lantai, site plan, dan data relevan lainnya. Perhitungan efisiensi air memperhitungkan hari basah dan kering. Pada hari-hari basah karena air berasal dari hujan, dan pada hari-hari kering, sumber air hanya dari PDAM dan air daur ulang. Software yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Hak Cipta menghitung neraca air. Perhitungan akan menghasilkan penghematan air pada hari kering. Konsumsi air konvensional sebesar 83.153 lt/hari, sumber air dari daur ulang grey water 29.216 lt/hari, black water 14.143 lt/hari, efisiensi pada hari-hari kering sebesar 76,8%. Penelitian ini perlu diimplementasikan agar pemilik bangunan mengetahui konsumsi airnya dan dapat mendukung kinerja bangunan hijau serta penghematan biaya air.

Kata Kunci: evaluasi, efisiensi air, keseimbangan air, gedung perkantoran.

Abstract. Water is necessary for various human activities. The larger the population, the greater the water consumption. Harnessing rainwater and reusing recycled grey and black water can reduce consumption. Water efficiency needs to be a concern because of the limited availability of water and to maintain limited water availability. Water consumption in buildings for office functions is relatively high. Therefore, office buildings are very important to be designed as environmentally friendly buildings. Water efficiency is a criterion for eco-friendly buildings, more commonly known as green buildings. This research aims to improve water efficiency by utilizing rainwater and recycled water in the Waskita Karya building. The secondary data collection required is at the planning stage. The data collected are water-saving features, rainfall, building area of each floor, site plan, and other relevant data. Water efficiency calculations take into account wet and dry days. On wet days because water comes from rain, and on dry days, the water source is only from PDAM and recycled water. Software issued by the Directorate General of Copyright calculates the water balance. The calculation will result in water savings on dry days. Conventional water consumption amounted to 83,153 lt / day, water source from recycled grey water 29,216 lt / day, black water 14,143 lt / day, efficiency on dry days amounted to 76.8%. This research needs to be implemented so that building owners know their water consumption and can support green building performance and water cost savings.

Keywords: evaluation, water efficiency, water balance, office building.

PENDAHULUAN

Pemakaian air meningkat akibat kegiatan manusia bertambah dan beragam. Contoh kebutuhan air adalah memasak, mencuci, mandi, berenang, menyiram tanaman, dan membersihkan kotoran. Rata-rata penggunaan air berkisar 80-150 liter/orang-hari (Arlisyah, Sukmawati and Trisiana, 2020). Pada saat bersamaan jumlah air yang siap dikonsumsi terbatas karena air harus diproses melalui pengolahan dari sumbernya. Sumber air bersal dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM), air hujan, dan air permukaan. Air tanah umumnya dapat dikonsumsi secara langsung (Rengganis and Seizarwati, 2015), Sedangkan air permukaan dan hujan perlu pengolahan terlebih dahulu.

Gedung dibangun sebagai tempat manusia melakukan berbagai aktivitas, seperti perkantoran. Kebutuhan air selama tahap operasional gedung perkantoran bervariasi bergantung pada fungsi

utamanya. Fungsi bangunan ditentukan mengacu pada undang-undang dan peraturan di Indonesia (Secretariat of State, 2002; secretariat of state, 2021). Bangunan dibedakan menurut kelasnya.

Penggunaan air dapat mengubah lingkungan (Arlisyah, Sukmawati and Trisiana, 2020). Karena itu, kebijakan tentang bangunan hijau keluar untuk mengurangi efek buruk. 3 (tiga) alternatif menghemat penggunaan air, yaitu 1) menggunakan peralatan plumbing hemat air, 2) menggunakan air daur ulang, dan 3) menggunakan air hujan. Potensi penggunaan air daur ulang sangat tinggi (Sinambela, G and Mardiawan, 2023). Pemilihan alternatif hemat air yang diterapkan pada bangunan didasarkan pada besar penghematan yang diperoleh (Rinka, Sururi and Wardhani, 2014). Neraca air harus dihitung untuk menentukan kelebihan dan kekurangan hari-hari tertentu (Lestari, 2022).

Efisiensi air dapat dilakukan baik dengan melakukan rekayasa maupun mengubah perilaku (Garg, Kumar and Kamal, 2023). Besar penghematan air pada bangunan sudah pernah diteliti (Kartika, 2019). Penghematan air dapat mengurangi biaya selama tahap operasional konstruksi (Mahendra, Wibowo and Syarifudin, 2011). Efisiensi air akan mempengaruhi struktur dan kondisi sosial, ekonomi, dan lingkungannya (Rizki, 2022).

Mengidentifikasi upaya penghematan air di gedung perkantoran (Yudo, 2018a). Teknik membuat air lebih efisien selama konstruksi bangunan bertujuan untuk menghemat air secara berkelanjutan. Limpasan air hujan yang tinggi dapat mendukung kebutuhan air rumah tangga dengan membuat fasilitas penampungan air hujan (Krisnayanti, Yosafath and Pah, 2019).

Untuk fitur di gedung, perlu dilakukan penghematan melalui desain sistem pipa ledeng. Merancang sistem plumbing untuk air bersih dan limbah ke peralatan perlu dilakukan (Suhardiyanto, 2016). Analisis plumbing berdasarkan kebutuhan udara sanitasi telah dilakukan (Fisabillah, 2020). Jadi, mengevaluasi efisiensi penggunaan air di Gedung Waskita Karya menjadi menarik. Bangunan dengan fungsi kantor akan dicari potensi penghematan air. Gedung ini memiliki luas 30037,88 m², 16 lantai, dan empat basement sebagai green building. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi penggunaan air dengan menggunakan fitur hemat air. Efisiensi air akan dievaluasi pada hari hujan dan hujan.

Tinjauan Pustaka

Building Functions

Fungsi bangunan adalah perumahan, bisnis, sosial dan budaya, agama, dan unik. Proses bangunan mempengaruhi volume konsumsi air. Air hujan yang jatuh di atap dapat dipanen dan kemudian dialirkan ke tangki pengolahan. Air hujan lunak karena tidak mengandung larutan garam dan zat mineral. Ketersediaan air hujan tergantung pada ukuran curah hujan. Air hujan tidak dapat diambil terus menerus, karena tergantung pada musim.

Untuk menghitung air hujan yang mengalir menggunakan rumus metode rasional:

$$Q = 0,00278CIA \quad (1)$$

Mana:

Q = laju aliran permukaan puncak (m³/detik)

C = koefisien aliran permukaan (0 ≤ c ≤ 1)

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

A = luas DAS (Ha)

Efisiensi Air pada Bangunan

Efisiensi air untuk sebuah bangunan dilakukan dengan dua cara, yaitu 1) menggunakan double flush pada kloset dan percikan air. Flush besar akan melepaskan sekitar 6-39 liter air, dan flush kecil akan menjadi 3-4 liter; 2) menggunakan teknologi percikan air dengan sistem penggunaan air sesedikit mungkin, tetapi dapat didistribusikan ke area lahan yang luas menggunakan tekanan dalam pipa. Alternatif yang dipilih dapat menghemat air sebanyak 34% dari kondisi awal bangunan sebanyak 141.690 lt/hari (Rinka, Sururi and Wardhani, 2014). Faktor efisiensi air merupakan faktor minor pada bangunan hijau dengan nilai efisiensi sebesar 50,10%, Efisiensi dalam kategori medium sebesar (41-60%).

Pembangunan unit daur ulang air limbah dapat menghemat penggunaan air sebesar 28,74% (Yudo, 2018a). Pemanenan air hujan dapat menghemat 2,4%, dan jika kolam penampungan diperbesar maka penghematan naik menjadi sekitar 20%.

Beberapa cara untuk menghemat air adalah menggunakan fitur air yang efisien, instalasi daur ulang, dan menggunakan teknologi pengumpulan air hujan. Menurut Kubba (2010), dengan meminimalkan air limbah, menggunakan perlengkapan air yang efisien, menggunakan sistem pipa ganda untuk toilet dan air kotor untuk menyiram tanaman. Efisiensi air pada prinsipnya didefinisikan sebagai mengurangi, menggunakan kembali, dan mendaur ulang air. Memanfaatkan sarana penampungan air hujan dapat menghemat air rata-rata 30,57% (Krisnayanti, Yosafath and Pah, 2019).

Daur ulang

Pengoperasian unit daur ulang selama 12 jam/hari menghasilkan air bersih 60 m³/hari. Berdasarkan perhitungan, unit daur ulang dapat menghemat penggunaan air bersih PAM sebesar 28,74%.



Gambar 1. Unit Daur Ulang Air Limbah

Sumber: (Yudo, 2018b)

Untuk memenuhi kebutuhan air bersih pada saat perancangan bangunan 7 (tujuh) lantai dengan total penghuni sebanyak 1148 penghuni memerlukan air bersih sebesar 68,4 m³/hari. Tangki air tanah yang digunakan dapat menampung air sebanyak 23,4 m³; Untuk tangki atap, digunakan tandon air seluas 8,8 m³, dan untuk tandon air limbah, kapasitas 40 m³ digunakan.

Berdasarkan hasil perhitungan, pompa transfer mampu mengalirkan air dari water bath bawah tanah ke tangki atas dengan kapasitas drainase 0,249 m³/menit. Kepala pompa transfer adalah 41.327, dan NPS Ha adalah 6,63 m. Pada desain ini, distribusi air bersih menggunakan pompa booster untuk 2 lantai teratas, yaitu: lantai 6 dan 7; Karena tekanan air yang tidak mencukupi, pompa booster dengan kapasitas drainase 3,59 liter/detik dan gaya 1,35 kg/cm² diperlukan.

Untuk distribusi air bersih di lantai 5 dan di bawahnya, manfaatkan tekanan dari ketinggian air potensial dari penangas air atas ke peralatan sanitasi di setiap lantai (Suhardiyanto, 2016). Hasil yang diperoleh untuk total kebutuhan air bersih adalah 51,77 m³/hari, dimana kebutuhan air dingin dan bersih sebesar 27,95 m³/hari, kebutuhan tangki balancing sebesar 14,22 m³/hari dan kebutuhan air bersih panas sebesar 9,6 m³/hari. Jenis pipa air sanitasi dingin dan panas yang digunakan adalah pipa polypropylene acak dengan kisaran diameter pipa air dingin bersih 15-100 mm dan air bersih panas 15-40 mm (Safiyanti, Pratama and Nurprabowo, 2018).

Bangunan dengan konsep green building membutuhkan 43 m³/hari. Sebaliknya, bangunan berkonsep konvensional membutuhkan 218 m³/hari. Data ini menunjukkan penggunaan air di fasilitas bangunan hijau telah menghemat 75 m³/hari (Mahendra, Wibowo and Syarifudin, 2011).

Kebutuhan Air Harian

Kebutuhan air harian adalah kebutuhan air pada bangunan berdasarkan perkiraan penggunaan air sehari-hari. Untuk memperoleh hasil neraca air bangunan berdasarkan analisis ketersediaan dan kebutuhan air struktur dihitung dengan metode neraca air (Hadryana, Arsana and Suryantara, 2012). Gedung perkantoran membutuhkan konsumsi air rata-rata 100 lt/hari (8 jam/hari). Selain itu, perlu 50 lt/hari (secretariat of state, 2021). Penggunaan air di gedung berfluktuasi.

Penelitian terhadap tiga gedung yang diteliti menunjukkan rata-rata debit harian di gedung FPOK: 6.671,87 l/hari, gedung FPBS: 8.214,97 l/hari, gedung FPEB: 3.625,56 l/hari (Sadi *et al.*,

2022). Sementara itu, audit air terhadap gedung perkantoran komersial mengungkapkan bahwa air yang tidak dapat diminum, terutama dari air yang berasal dari pembilasan toilet dan blowdown menara pendingin, menyumbang antara 50% dan 90% dari total kebutuhan air bangunan. Selanjutnya, fitur efisiensi air dapat dilihat pada Tabel 1.

Table 1. Bangunan dalam kondisi standar dan optimal membuat dalam kondisi normal dan optimal(Sadi et al., 2022)

| Bangunan Dalam Standar Dan Kondisi Optimal | Standar (liter/orang) | Efisien (liter/orang) |
|--|-----------------------|-----------------------|
| Toilet | 76.08 | 19.38 |
| Mesin cuci mandi | 57.15 | 40.12 |
| Keran | 47.69 | 18.93 - 37.85 |
| Mesin cuci piring | 42.01 | 26.50 - 40.88 |
| Kebocoran dan Lainnya | 3.79 | 1.89- 3.79 |
| | 48.07 | 29.14 |

Sumber: (Sadi et al., 2022)

Semua keran harus memiliki tekanan dengan kisaran 0,5 -5,5 bar. Sistem pengumpulan air hujan perlu disediakan. Volume sistem pengumpulan air hujan (m) harus 0,05 m x luas lantai dasar (m).

Perhitungan berikut menentukan kebutuhan air:

sebuah. Hitung kebutuhan air dengan persamaan berikut:

$$Q = Pxq \quad (2)$$

$$Q_{md} = Q \times f_{md} \quad (3)$$

mana:

Q_{md} = Kebutuhan air (liter/hari)

q = Konsumsi air per orang per hari (lt/orang/hari)

P = Jumlah orang yang akan dilayani sesuai tahun perencanaan (orang)

temukan = faktor (1,05-1,15)

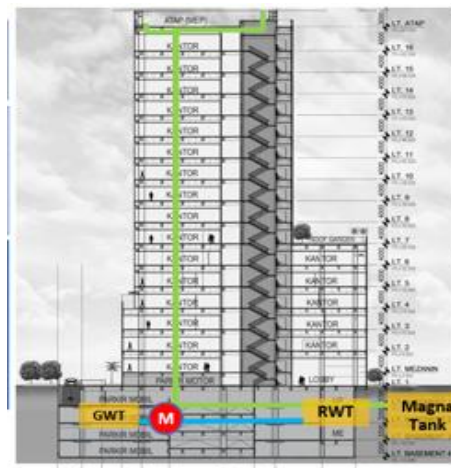
Q = Total kebutuhan air dengan faktor kehilangan air 20% (lt/hari)

METODE

Metode ini membantu menentukan efisiensi air pada bangunan yang hasilnya tidak pasti berlaku untuk fasilitas lain. Penelitian dilakukan pada Januari hingga Mei 2023 pada kasus gedung Wika pada tahap perencanaan di Jakarta Timur.



Gambar 2. Site Plan Gedung Wika
Sumber: Data Perencanaan Wika, 2009



Gambar 3. Penampang Gedung Wika
Sumber: Data Perencanaan Wika, 2009

Data sekunder meliputi luas per lantai, jumlah lantai, luas atap, jenis dan jumlah fitur hemat air—data curah hujan sepuluh tahun terakhir yang diambil dari stasiun meteorologi dan geofisika Cawang, Jakarta Timur.

Jumlah penghuni menggunakan persamaan di bawah ini:

$$\text{Jumlah Penghuni} = \frac{\text{Luasan Bersih Lantai}}{10\text{m}^2/\text{orang}} \quad (4)$$

Kemudian jumlah panen air di atap
 $Q = 0,00278\text{CIA}$

Alat hitung muka air menggunakan software lembar kerja versi 2022.v2 yang dikeluarkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum RI.

HASIL

Kebutuhan Air di Bangunan

Fungsi gedung Waskita Karya adalah kantor. Kepadatan orang di dalam gedung adalah 10m²/orang (Indonesia, 2011); Total luas lantai adalah 13744,16 m², maka jumlah orang yang menempati gedung.

$$\text{Jumlah Penghuni} = \frac{\text{Luasan Bersih Lantai}}{10\text{m}^2/\text{orang}} = \frac{13744,16}{10} = 1374 \text{ orang}$$

Dengan menggunakan software neraca air versi 2022.v2 yang dikeluarkan oleh Dirjen Cipta Karya, kebutuhan dan persediaan air dapat dihitung.

Kebutuhan air penghuni bangunan yang keluar melalui fitur keran sanitasi seperti Wastafel, wudhu, pancuran, urinoir, jet spray, make-up cooling tower, water plant, dan flush toilet sebesar 83.183 m³/hari jika menggunakan peralatan air standar. Sementara jika menggunakan fitur hemat air maka volume air yang digunakan sebesar 43.359 m³/hari.

Gambar 2 menggambarkan pilihan sumber air berasal dari perusahaan air minum (PDAM), sumur resapan, air permukaan, air hujan dari aor kotor daur ulang seperti kran /air, pancuran wudhu, dan air hitam daur ulang seperti urinoir, semprotan jet, dan flushing.

Tabel 2 menjelaskan hasil penggunaan fitur hemat air pada bangunan dari kebutuhan hingga rekomendasi.

Tabel 2. Perlengkapan air dan kapasitas flush.

| No | Fitur | Kapasitas Siram | |
|----|--------------------------------------|---|------------------------------|
| | | Syarat | Rekomendasi |
| 1 | Keran & mixer mandi | 9 liter/menit | 7 liter/menit |
| 2 | Keran, mesin pencuci piring &; mixer | 6 liter/menit | 4 liter/menit |
| 3 | Keran wastafel/bip & mixer | 8 liter/menit | 7 liter/menit |
| 4 | Mandi | 9 liter/menit | 6 liter/menit |
| 5 | Tangki penyiram (per penyiraman) | Double watering 4.5 liter full watering. | 4 liter(s) (aliran penuh) |
| 6 | Katup flush urinoir (per penyiraman) | 1.5 liter | 1 litre |

Sumber: Data Perencanaan fitur air di Gedung Wika, 2022.

The image shows a screenshot of a software interface for water balance calculation. It is divided into two main sections: A1. SUMBER AIR DARI: (Water Sources) and B. KEBUTUHAN AIR UNTUK: (Water Requirements).

A1. SUMBER AIR DARI:

- SUMBER AIR:** PDAM (100%), Sumur Dalam (0%), Air permukaan, embung dll (0%). RASIO TOTAL 100%.
- Dari Air Hujan:** 0 (0 = Air bersih, 1 = Di daur ulang, 2 = Dibuang).
- A2. AIR KELUARAN DIOLAH/DIPROSES MENJADI:**
 - I. HASIL DAUR ULANG DARI GREY WATER:** Kran/Wastafel (0), Wudhu (0), Shower (0). (0 = Air bersih, 1 = Di daur ulang, 2 = Dibuang).
 - II. HASIL DAUR ULANG DARI BLACK WATER:** Urinal (2), Jet spray (2), Flushing (2). (1 = Di daur ulang, 2 = Dibuang).

B. KEBUTUHAN AIR UNTUK:

- KEBUTUHAN AIR UNTUK:** Kran/Wastafel, Wudhu, Shower, Urinal, Jet spray (0). Selalu dari air bersih.
- KEBUTUHAN AIR UNTUK:** Closet/Flushing (0), Make-up water CT (0), Siram taman (0). (0 = Air bersih, 1 = Di daur ulang).

Tipe Gedung: Kantor

NH: NERACA HARI HUJAN SEIMBANG
NK: NERACA HARI KERING SEIMBANG

Logo: bsh
 Lembar Kerja Perhitungan Neraca Air - V2.0 - 2022

Gambar 4. Pilihan sistem air.

Sumber: Lembar perencanaan ulang neraca air V10-2022 Gedung WIKA, 2022

Tanpa upaya penyelamatan, air membutuhkan air hujan, air kotor, dan air hitam dibuang; sumber airnya berasal dari PDAM. Selanjutnya, air PDAM dapat dikurangi dengan mengolah air hujan yang jatuh di atas dan mendaur ulang air abu-abu dan air hitam.

Tabel 3. menjelaskan sistem air dimana kebutuhan air berasal dari air PDAM, air hujan, dan grey water daur ulang sedangkan black water dibuang. Konsumsi air keran wastafel standar adalah 16.493 lt/hari dan untuk desain 10.262 lt/hari, dari wudhu 18.692 lt/hari menjadi 10.748 lt/hari, 3) untuk pancuran standar 6.185 lt/hari untuk rencana 3.024 lt/hari, urinoir standar 12.095 lt/hari untuk desain hingga 0 lt/hari, semprotan jet reguler 16.363 lt/hari untuk desain 5.182 lt/hari, Pabrik air 3.780 lt/hari, toilet standar 15.545 lt/hari untuk rencana 10.343 lt/hari.

Dengan demikian, total konsumsi air standar adalah 83.153 lt/hari untuk merancang 43.359 lt/hari.

Tabel 3. Penggunaan air melalui saniter.

| | | | |
|--------------------------------------|--------|--|----------------|
| NLA | 13,744 | | Dari Lembar #1 |
| Jumlah Orang/Tamu Hotel/Bed Hospital | 1.374 | | Dari Lembar #1 |
| Jumlah jam operasional gedung | 10 | | Dari Lembar #1 |
| Tipe Bangunan | Kantor | | Dari Lembar #1 |

| DATA SANITER | | | | | | Lembar #2 |
|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|---------------|-----------|
| A. KRAN/WASTAFEL | | | | | | |
| | Satuan | Standard | Desain | Persentase Jumlah | Keluaran Air | |
| Spek Fitur merk A | L/menit | 9 | 6 | 60% | 6,597 | |
| Spek Fitur merk B | | | 5 | 40% | 3,665 | |
| | | | | 0% | 0 | |
| | | | | 0% | 0 | |
| Penggunaan | | | | 100% | | |
| - Frek penggunaan/hari.org | frek/hari | | 4 | | | |
| - Lama waktu penggunaan | menit | | 0,3 | | | |
| - Jumlah orang | Orang | | 1,374 | | | |
| Konsumsi Air | L/hari | 16,493 | 10,262 | | 10,262 | |
| B. WUDU | | | | | | |
| | Satuan | Standard | Desain | Persentase Jumlah | Keluaran Air | |
| Spek Fitur merk A | L/menit | 8 | 5 | 60% | 7,010 | |
| Spek Fitur merk B | | | 4 | 40% | 3,738 | |
| | | | | 0% | 0 | |
| | | | | 0% | 0 | |
| Penggunaan | | | | 100% | | |
| - Frek sholat-wudhu /hari.org | frek/hari | | 2 | | | |
| - % jumlah muslim | % | | 85% | | | |
| - Lama waktu penggunaan | menit | | 1 | | | |
| - Jumlah orang | Orang | | 1,374 | | | |
| Konsumsi Air | L/hari | 18,692 | 10,748 | | 10,748 | |
| C. SHOWER | | | | | | |
| | Satuan | Standard | Desain | Persentase Jumlah | Keluaran Air | |
| Spek Fitur merk A | L/menit | 9 | 5 | 40% | 1,374 | |
| Spek Fitur merk B | | | 4 | 60% | 1,649 | |
| | | | | 0% | 0 | |
| | | | | 0% | 0 | |
| Penggunaan | | | | 100% | | |
| - Frek mandi/hari.org | frek/hari | | 1 | | | |
| - % jumlah yang mandi | % | | 5% | | | |
| - Lama waktu penggunaan | menit | | 10 | | | |
| - Jumlah orang | Orang | | 1,374 | | | |
| Konsumsi Air | L/hari | 6,185 | 3,024 | | 3,024 | |
| D. URINAL | | | | | | |
| | Satuan | Standard | Desain | Persentase Jumlah | Keluaran Air | |
| Spek Fitur merk A | L/F lush | 4 | 0 | 100% | 0 | |
| | L/F lush | | | 0% | 0 | |
| | L/F lush | | | 0% | 0 | |
| | L/F lush | | | 0% | 0 | |
| Penggunaan | | | | 100% | | |
| - Frek penggunaan urinal | frek/hari | | 4,0 | | | |
| - Okupansi laki-laki | % | | 55% | | | |
| - Jumlah orang | Orang | | 1,374 | | | |
| Konsumsi Air | L/hari | 12,095 | 0 | | 0 | |
| E. JET SPRAY | | | | | | |
| | Satuan | Standard | Desain | Persentase Jumlah | Keluaran Air | |
| Spek Fitur merk A | L/menit | 4 | 2 | 100% | 5,182 | |
| | | | | 0% | 0 | |
| | | | | 0% | 0 | |
| | | | | 0% | 0 | |
| Penggunaan | | | | 100% | | |
| - Frek pakai/hari.org | frek/hari | | 1 | | | |
| - Okupansi pengguna | % | | 1,5 | | | |
| - Jumlah orang | Orang | | 1,374 | | | |
| Konsumsi Air | L/hari | 10,363 | 5,182 | | 5,182 | |

Mardiaman dan Tirto Amsal Victorio Siahaan, Evaluasi Efisiensi Air Gedung Perkantoran Pada Musim Kering Pada Perencanaan Bangunan Gedung Hijau

| F. MAKE-UP WATER COOLING TOWER | Satuan | Standard | Desain | PersentaseJumlah | Keluaran Air |
|---|-------------------------|---------------|---------------|------------------|---------------|
| Make-up water | % | 2,0% | 0,0% | | 0 |
| Water cooled AC (YN) | Y/N | | N | | |
| Kapasitas AC | TR | | | | |
| Jumlah jam operasional AC | Jam | | 10 | | |
| Konsumsi air | L/hari | 0 | 0 | | 0 |
| G. SIRAM TANAMAN (IRIGASI) | Satuan | Standard | Desain | PersentaseJumlah | Keluaran Air |
| Standard Konsumsi Siram Taman | L/m ² | 5 | 5 | 100% | 3,780 |
| - Frek siram taman | frek/hari | | 1 | | |
| - Luas Lahan | m ² | | 756 | | |
| Konsumsi Air | L/hari | 3,780 | 3,780 | | 3,780 |
| H. WC - KLOSET / FLUSHING | Satuan | Standard | Desain | PersentaseJumlah | Keluaran Air |
| Spek Fitur merk A | L/flush | 6 | 4 | 100% | 10,363 |
| | | | | 0% | 0 |
| | | | | 0% | 0 |
| | | | | 0% | 0 |
| Penggunaan | | | | 100% | |
| - Frek pakai/hari.org | frek/hari | | 1,3 | | |
| - Okupansi pengguna | % | | 1,5 | | |
| - Jumlah orang | Orang | | 1,374 | | |
| Konsumsi Air | L/hari | 15,545 | 10,363 | | 10,363 |
| KESIMPULAN | Satuan | Standard | Desain | | Keluaran Air |
| TOTAL KONSUMSI AIR/HARI: = A+B+C+D+E+F+G+H | L/hari | 83,153 | 43,359 | | 43,359 |
| TOTAL KONSUMSI PENGGUNAAN AIR/ORG | Liter/orang.hari | 61 | 32 | | 32 |

Sumber: Olahan perencanaan ulang fitur air Gedung WIKA pada lembar neraca air V10-2022, 2022

Fitur hemat air

Tabel 5 menjelaskan jenis dan jumlah peralatan hemat air yang digunakan untuk setiap lantai bangunan Waskita Karya. Jumlah toilet duduk untuk semua lantai adalah 72, toilet jongkok 2, jet washer 72, urinoir 55, wastafel 71, wastafel 21, kran 19, dan shower 3.

Tabel 4. Fitur Hemat Air Pada Gedung WIKA.

| Floor | Closet Sitting | Squat Closet | Jet Washer | Urinal | Wastafel | Sink | Faucets | Shower |
|--------------|----------------|--------------|------------|--------|----------|------|---------|--------|
| Basement 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| Basement 2 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| Basement 3 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Basement 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1st floor UG | 6 | 0 | 6 | 3 | 5 | 0 | 1 | 3 |
| GF 1st floor | 6 | 0 | 6 | 3 | 4 | 1 | 1 | 0 |
| 2nd floor | 4 | 0 | 4 | 3 | 4 | 1 | 1 | 0 |
| 3rd floor | 4 | 0 | 4 | 3 | 4 | 4 | 1 | 0 |
| 4th Floor | 4 | 0 | 4 | 3 | 4 | 1 | 1 | 0 |
| 5th Floor | 4 | 0 | 4 | 3 | 4 | 1 | 1 | 0 |
| 6th floor | 4 | 0 | 4 | 3 | 4 | 1 | 1 | 0 |
| 7th floor | 4 | 0 | 4 | 3 | 4 | 1 | 1 | 0 |
| 8th floor | 4 | 0 | 4 | 3 | 4 | 1 | 1 | 0 |
| 9th floor | 4 | 0 | 4 | 3 | 4 | 1 | 1 | 0 |
| 10th floor | 4 | 0 | 4 | 3 | 4 | 1 | 1 | 0 |
| 11th floor | 4 | 0 | 4 | 3 | 4 | 1 | 1 | 0 |
| 12th floor | 4 | 0 | 4 | 3 | 4 | 1 | 1 | 0 |
| 13th floor | 4 | 0 | 4 | 3 | 4 | 1 | 1 | 0 |
| 14th floor | 4 | 0 | 4 | 3 | 4 | 1 | 1 | 0 |
| 15th floor | 4 | 0 | 4 | 3 | 4 | 1 | 1 | 0 |
| 16th floor | 4 | 0 | 4 | 3 | 4 | 1 | 1 | 0 |
| Total | 72 | 2 | 72 | 55 | 71 | 21 | 19 | 3 |

Sumber: data perencanaan fitur air dalam setiap lantai Gedung Wika, 2002.

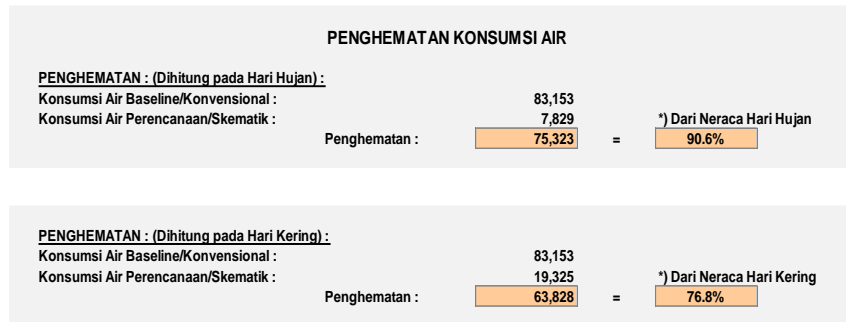
Volume air pada hari kering

Pada hari kemarau, sumber air hanya berasal dari PDAM dan hasil daur ulang. Volume air yang dibutuhkan sebesar 83.153 lt/hari. Pada hari kemarau, kebutuhan air bersih untuk kran 16.493 lt/hari, wudu 18.692 lt/hari, shower 6.185 lt/hari, urinoir 12.096 lt/hari, jet spray 10.363 lt/hari, WC 15.545 lt/hari, dan flush 3,76 lt/hari.

Dari Gambar 3, pada hari kering dan hujan konsumsi baseline adalah 83.153 lt/hari, namun setelah perencanaan sistematis dilakukan, Konsumsi menjadi 7.829 lt/hari sehingga penghematan menjadi $83.153 - 7.829 = 75.123$ lt/hari. Penghematan konsumsi air adalah $75.123 / 83.153 \times 100\% = 90,8\%$. Sementara itu, Pada hari kemarau, di mana tidak ada air yang berasal dari air yang diolah

dengan hujan, diperoleh konsumsi air dasar sebesar 19.325 lt/hari. Penghematan air adalah $((83.153 - 19.325) / 83.153) \times 100\% = 76,8\%$.

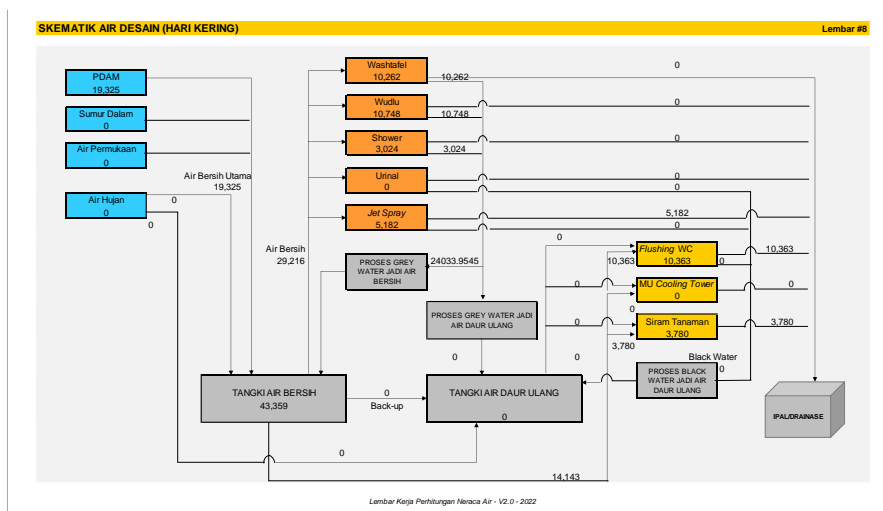
Hasil penelitian ini menjelaskan bahwa terdapat penghematan air pada interval 76,8-90,8% jika menggunakan fitur hemat air selama operasional gedung kantor. Dalam tiga studi bangunan sebelumnya, penghematan diperoleh antara 50% dan 90% dari total kebutuhan air bangunan (Sadi *et al.*, 2022).



Gambar 5. Penghematan air pada hari basah dan kering.

Sumber: Hasil Olahan data perencanaan ulang Gedung WIKA, 2022.

Hasil pengolahan data menggunakan software versi 2022.v2 yang dikeluarkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum RI yang disajikan pada Gambar 5 dan 6.



Gambar 6. Skema pasokan air dan konsumsi air di musim kemarau.

Sumber: Hasil olahan data fitur air Gedung WIKA, 2022.

SIMPULAN

Dalam sistem penyediaan air, sumber air dapat berasal dari PDAM, air permukaan, air tanah, air hujan, dan air daur ulang dari air abu-abu dan hitam.

Saat musim kemarau, sumber airnya berasal dari PDAM, daur ulang abu-abu, dan air hitam.

Volume air yang digunakan sebagai baseline adalah tanpa air hujan, greywater, dan black water. Ini berarti air hujan, greywater, dan blackwater segera dibuang. Volume air yang dibutuhkan adalah 83.153 lt/hari. Fitur keluaran air menggunakan yang standar.

Pemanfaatan air olahan dari manusia sebesar 11.496 lt/hari, grey Water sebesar 29.216 lt/hari, dan black water sebesar 14.143 lt/hari. Total air daur ulang sebesar 43.359 lt/hari. Semua produk air olahan dimasukkan ke dalam tangki air bersih untuk aliran lebih lanjut untuk digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arlisyah, F.N., Sukmawati, S. and Trisiana, A. (2020) 'Green Building Assessment Based on GreenShip Tools for New Buildings Version 1.2 Using Fuzzy Logic (Case Study: Postgraduate Building of the Faculty of Law, Jember University)', *Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure (JACEIT)*, 1(1), pp. 43–49.
- Fisabillah, amanda mutia (2020) *Analysis of plumbing system performance based on clean water needs Case Study : Amarnya View Apartment*. Universitas Negeri Semarang.
- Garg, R., Kumar, A. and Kamal, M.A. (2023) 'Determining Water Footprint of Buildings During Construction Phase: An Determining Water Footprint of Buildings During Construction Phase : An Activity-based Approach', *Civil Engineering and Architecture*, 11(2), pp. 773–783. Available at: <https://doi.org/10.13189/cea.2023.110218>.
- Hadryana, I.M.A.D., Arsana, I.G.N.K. and Suryantara, I.P.G. (2012) 'Water balance analysis in Tukad Sungai watershed, Tabanan Regency', *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil A Scientific Journal of Civil Engineering*, 19(2), pp. 99–107.
- Indonesia, R. (2011) *Presidential Regulation of the Republic of Indonesia Number 73 of 2011 concerning the Construction of State Building*. Indonesia.
- Kartika, S.A. (2019) 'Evaluation of the Implementation of Clean Water Saving Program in Office Buildings (Case Study of Clean Water Saving in PT TEPI Office Building)', *Jurnal teknologi terpadu*, 7(1), pp. 38–44.
- Krisnayanti, D.S., Yosafath, Y.T. and Pah, J.J.S. (2019) 'Efficient use of water with rainwater storage facilities in the homes of Kupang city residents', *Jurnal Teknik Sipil*, VIII(2), pp. 165–178.
- Lestari, D.W. (2022) *Implementation of the green building concept in the design of the Jakarta International Stadium building as a form of energy efficiency*. Universitas Kristen Indonesia.
- Mahendra, P.R., Wibowo, M.A. and Syarifudin (2011) 'Green building applications based on edge methods', *Wahana TEKNIK SIPIL*, 25(2), p. 98=111.
- Rengganis, H. and Seizarwati, W. (2015) 'Strategy and effort of umbulan water sources utilization for fresh water supply in east java province', *Jurnal Teknik Hidraulik*, 6(1), pp. 63–76.
- Rinka, D.Y., Sururi, M.O.H.R. and Wardhani, E.K.A. (2014) 'Planning of Wastewater Plumbing System with the Application of Green Building Concept in Panghegar Resort Dago Golf-Hotel & Spa Building', *jurnal institut teknologi nasional*, 2(2), pp. 1–12.
- Rizki, R. (2022) 'The effect of energy and water efficiency on buildings in the application of eco-green', *SINEKTIKA Jurnal Arsitektur*, 19(2), pp. 120–128.
- Sadi, S. *et al.* (2022) 'Development of Water Conservation Indicators for Office Buildings Using Delphi Method', *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*, 16(2), pp. 247–259.
- SAFIYANTI, A.D., PRATAMA, Y. and NURPRABOWO, A. (2018) 'Clean Water Plumbing Installation System Planning', *Reka Lingkungan Jurnal online Institut Teknologi Nasional*, 06(2), pp. 1–11.
- secretariat of state (2021) *Regulation of the minister of public works and public housing of the republic of indonesia number 21 of 2021 concerning Green building performance appraisal*. Indonesia.
- Secretariat of State (2002) *Law of the Republic of Indonesia number 28 of 2002 concerning building*. Indonesia.
- Sinambela, T., G, S.S. and Mardiaman (2023) 'Potential utilization of domestic and industrial wastewater recycling for raw water sources in Batam City', *e-Journal_Jurnal Rekayasa Teknik Sipil dan Lingkungan*, 4(1), pp. 54–66.
- Suhardiyanto (2016) 'Design of plumbing system for clean water and wastewater installation in the construction of a seven-storey office building', *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, 5(3), pp. 2–9.
- Yudo, S. (2018a) 'Clean Water Saving Efforts in Office Buildings (Case Study : Water Saving in BPPT Office Building)', *Jurnal Teknologi Lingkungan Vol.*, 19(1), pp. 97–106.
- Yudo, S. (2018b) 'Upaya Penghematan Air Bersih di Gedung Perkantoran Water Saving Efforts in Offices Building Case Study : Water Saving in BPPT Office Building', 19(1), pp. 97–106.