REFERENSI IPAL / MATERI LANJUT

Faktor pengembalian air limbah

Dari pemakaian air ke aliran yang kembali



Sumber asli · tabel · contoh hitungan · latihan dan pembahasan

Rumah belajar asepsofyan.info
PT Eco Edu Indonesia
Edisi 1 | 14 November 2026

Materi pembelajaran dan pra-rancangan. Angka sumber harus dibaca bersama konteks dan batas penggunaannya. Ilustrasi konseptual melalui Higgsfield; bukan gambar kerja.

Faktor pengembalian menghubungkan pemakaian air dengan air limbah domestik yang masuk jaringan. Nilai 0,80 berarti 80% air pada batas perhitungan yang ditetapkan kembali sebagai limbah domestik. Penjelasan yang baik harus menyebutkan air mana yang menjadi penyebut, aliran mana yang dihitung, dan periode pengamatannya.

1. Tujuan dan batas sistem

Setelah membaca, Anda dapat menurunkan faktor pengembalian dari neraca air, membedakannya dari infiltrasi/inflow, dan menguji dampak pemilihannya terhadap debit IPAL. Pembahasan berlaku untuk air limbah domestik yang benar-benar tersambung ke jaringan.

f = V_domestik_ke_jaringan / V_air_dipakai
Q_dom = N × q_air × f / 1.000

Perbandingan volume memakai periode yang sama dan tidak bersatuan. Q_dom bersatuan m^3/hari jika q_air dalam L/orang/hari. Nilai ini berbeda dari faktor puncak: faktor pengembalian menjelaskan neraca volume, sedangkan faktor puncak menjelaskan variasi laju aliran terhadap waktu.

Tetapkan penyebutnya. Air dari meter pelanggan, produksi instalasi air minum, dan pemakaian dalam bangunan bukan besaran yang otomatis setara. Kehilangan di jaringan air minum sebelum meter pelanggan tidak boleh dianggap sebagai air yang dipakai penghuni.

2. Sumber asli dan arti angkanya

Tabel 1. Ringkasan penulis dari sumber asli yang diperiksa. Tabel ini menyandingkan konteks sumber; bukan tabel persyaratan gabungan.

Sumber	Angka atau pendekatan dalam sumber	Konteks yang harus dipertahankan
R1 · Ministry of Housing and Urban Affairs, India (2023), jawaban Lok Sabha No. 1195, hlm. 1	Timbulan limbah kawasan municipal diperkirakan 80% air yang dipasok, dengan rujukan kepada manual CPHEEO.	Pernyataan resmi tentang pendekatan estimasi di India; bukan hasil pengukuran setiap permukiman Indonesia.
R2 · USEPA (1971), Design Guides for Biological Wastewater Treatment Processes, hlm. 10	Aliran kembali diperkirakan 60-70% pemakaian air ketika informasi lain tidak tersedia.	Rujukan historis yang memperlihatkan ketergantungan pada konteks; bukan rekomendasi universal terbaru.
R3 · USEPA (2002), Bagian 3.3, hlm. 3-2	Estimasi dari catatan pemakaian air perlu memisahkan pemakaian luar bangunan.	Metode membaca batas data; halaman tersebut tidak menetapkan satu faktor untuk seluruh lokasi.

Buka PDF R1, halaman 1 · Buka teks sumber R2 pada arsip EPA · Buka PDF R3, halaman 3-2

Batas verifikasi: PDF jawaban kementerian dan pernyataan 80%-nya telah diperiksa. Rujukannya kepada CPHEEO tidak berarti seluruh isi manual CPHEEO final telah diverifikasi di materi ini. Teks arsip penerbit EPA 1971 diperiksa untuk angka 60-70%; dokumen ini dipakai sebagai pembanding historis. PDF EPA 2002 diperiksa untuk metode batas pengukuran. Pemeriksaan dilakukan 14 November 2026.

Karena definisi dan cakupannya berbeda, angka dari beberapa sumber tidak boleh dirata-ratakan untuk menghasilkan faktor baru. Tidak ada angka pada materi ini yang dinyatakan sebagai ketentuan SNI/ISO yang belum diperiksa.

3. Susun neraca sebelum menghitung faktor

Tabel 2. Komponen neraca pembelajaran, disusun penulis.

Komponen	Masuk pembilang V_domestik?	Catatan pemeriksaan
Air mandi, cuci, dapur, dan kakus yang tersambung	Ya	Pastikan jalur pembuangannya benar-benar menuju sewer.
Penyiraman dan air yang menguap	Tidak, jika tidak menuju sewer	Pisahkan berdasarkan pengukuran atau neraca yang dapat dijelaskan.
Air sumur yang dipakai dan kemudian dibuang	Ya pada limbah; sertakan juga pada penyebut	Penyebut hanya dari PDAM dapat membuat rasio tampak terlalu besar.
Infiltrasi air tanah dan inflow hujan	Bukan limbah dari pemakaian domestik	Pisahkan saat menaksir faktor; tetap perhitungkan dalam debit inlet.
Aliran usaha/industri atau transfer dari wilayah lain	Perlu pemisahan sesuai lingkup	Jangan diam-diam mencampurnya dengan rasio domestik rumah tangga.

Pada periode dengan perubahan tampungan berarti, masukkan perubahan simpanan air dalam neraca. Pengurangan tidak boleh dilakukan dua kali: mengurangi pemakaian luar bangunan lalu menerapkan faktor yang sudah memuat pengurangan yang sama akan membuat debit terlalu rendah.

4. Contoh hitungan dari pengukuran

Data sintetis selama 30 hari: pemakaian air seluruh sumber 750 m^3, limbah domestik yang terukur menuju jaringan 600 m^3. Maka f = 600 / 750 = **0,80** dan debit domestik rata-rata = 600 / 30 = **20 m^3/hari**.

Jika alat ukur inlet juga menerima infiltrasi/inflow rata-rata 2 m^3/hari, volume inlet selama periode itu menjadi 660 m^3. Rasio inlet terhadap pemakaian air = 660 / 750 = **0,88**. Rasio tersebut tidak membuktikan faktor pengembalian domestik berubah menjadi 0,88; pembilangnya memuat komponen tambahan.

Hubungan neracanya, untuk basis waktu dan lingkup yang sama:

Q_inlet = Q_dom + Q_non-domestik + Q_I/I
Q_dom = Q_inlet - Q_non-domestik - Q_I/I

Pemisahan ini membutuhkan data yang memadai. Mengurangkan angka infiltrasi karangan hanya agar faktor menjadi 0,80 tidak menghasilkan estimasi yang sah.

5. Griya Asri dan sensitivitas

Kasus pembelajaran memakai 300 SR × 5 jiwa/SR = 1.500 jiwa dan pemakaian 125 L/orang/hari. Air yang dipakai = **187,5 m^3/hari**. Dengan f = 0,80, Q_dom = **150 m^3/hari**. Angka tersebut adalah asumsi latihan, bukan hasil survei Griya Asri.

Tabel 3. Perhitungan penulis pada pemakaian air yang tetap.

Skenario f	Q_dom (m^3/hari)	Perubahan dari f = 0,80
0,60	112,50	-25,0%
0,70	131,25	-12,5%
0,80	150,00	0%
0,90	168,75	+12,5%

Skenario ini bukan rentang standar. Pada volume bak tetap, debit lebih besar memperpendek waktu tinggal. Pemeriksaan desain seharusnya menilai kebutuhan ukuran unit setelah data diverifikasi; menurunkan f untuk menghilangkan status PERIKSA tidak memperbaiki data.

Studio IPAL menerima f lebih dari 0 sampai 1 untuk model domestik sederhana. Jika rasio ukur tampak melebihi 1, periksa perbedaan batas data, air sumur, aliran tambahan, perubahan tampungan, kesesuaian waktu, dan kesalahan meter; jangan langsung memasukkan rasio inlet itu sebagai f.

6. Cara menetapkan nilai proyek

Utamakan data volume air dan limbah dengan periode, penghuni, dan cakupan sambungan yang sebanding. Periksa variasi musim serta hari kerja/libur. Bila datanya belum tersedia, tulis faktor sementara, alasan pemilihannya, keterbatasan rujukan, dan hasil sensitivitas; rencanakan verifikasi lapangan.

Catatan keputusan minimal memuat **nilai f, penyebut air yang dipakai, aliran yang dikeluarkan dari pembilang, periode, sumber data, dan ketidakpastian**. Pemilihan satu angka tanpa definisi batas sistem tidak cukup untuk diperiksa.

7. Latihan dan pembahasan

Soal RET-01 · Neraca dua minggu

Selama 14 hari, air seluruh sumber yang dipakai tercatat 4.200 m^3. Volume di inlet 3.500 m^3, termasuk infiltrasi/inflow 140 m^3; tidak ada aliran non-domestik lain. Hitung faktor pengembalian domestik dan debit domestik rata-rata.

Buka pembahasan RET-01

V_dom = 3.500 - 140 = **3.360 m^3**. Faktor f = 3.360 / 4.200 = **0,80**. Q_dom = 3.360 / 14 = **240 m^3/hari**. Debit inlet rata-rata 250 m^3/hari memuat tambahan 10 m^3/hari, sehingga tidak dipakai langsung sebagai pembilang faktor domestik.

Soal RET-02 · Rasio lebih dari satu

Pemakaian air terukur 200 m^3/hari dan debit inlet 220 m^3/hari. Pemeriksaan menunjukkan 40 m^3/hari merupakan infiltrasi/inflow. Dengan asumsi tidak ada komponen lain dan basis waktunya sama, hitung rasio inlet serta faktor domestik. Apakah batas f ≤ 1 pada simulator berarti debit inlet mustahil melebihi pemakaian air?

Buka pembahasan RET-02

Rasio inlet = 220 / 200 = **1,10**. Q_dom = 220 - 40 = **180 m^3/hari**, sehingga f_dom = 180 / 200 = **0,90**. Debit inlet dapat melebihi pemakaian air karena aliran tambahan. Batas model f tidak boleh dibaca sebagai batas seluruh neraca jaringan. Dalam proyek, pastikan estimasi aliran tambahan berasal dari bukti, bukan selisih yang dipaksakan.

Latihan ini berupa diskusi mandiri dengan pembahasan; tidak menghasilkan nilai ujian. Review soal mencatat ID dan lokasi soal yang tepat.

8. Referensi asli dan batas penggunaan

R1. Government of India, Ministry of Housing and Urban Affairs. (9 Februari 2023). Waste Water Treatment, Lok Sabha Unstarred Question No. 1195, jawaban bagian (b) dan (c), hlm. 1. PDF resmi parlemen. Angka 80% diperiksa pada dokumen ini; manual CPHEEO yang dirujuk tidak diklaim sudah diverifikasi seluruhnya.

R2. U.S. Environmental Protection Agency. (1971). Design Guides for Biological Wastewater Treatment Processes. Water Pollution Control Research Series, 11010 ESQ 08/71, hlm. 10. Arsip resmi EPA. Dipakai sebagai konteks historis, bukan penetapan standar desain terbaru.

R3. U.S. Environmental Protection Agency. (2002). Onsite Wastewater Treatment Systems Manual, EPA/625/R-00/008, Bagian 3.3, hlm. 3-2. PDF Bab 3 pada situs pemerintah Indiana. Berguna untuk membaca data pemakaian dan batas estimasi limbah.

Disusun untuk rumah belajar asepsofyan.info / PT Eco Edu Indonesia. Edisi 1, 14 November 2026. Tabel perbandingan sumber, tabel neraca, contoh, dan latihan disusun penulis. Materi ini untuk pembelajaran dan pra-rancangan; penerapan proyek memerlukan data setempat dan pemeriksaan perencana.