

2 LANDASAN TEORI

2.1 Studi Literatur

Berdasarkan studi literatur yang dilakukan, beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji penerapan konsep *green building* dengan fokus pada aspek pengelolaan dan konservasi air.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Prabawati (2017) dengan judul "Analisis Pengelolaan Air Berdasarkan Konsep *Green building* pada Greenship", dianalisis sistem pengelolaan air di Gedung Raden Dewi Sartika, Universitas Negeri Jakarta, menggunakan perangkat Greenship GBCI. Metode yang digunakan adalah analisis deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan kebutuhan air gedung sebesar 148.128 liter/hari dan potensi daur ulang *grey water* sebesar 31,8% untuk kebutuhan *flushing*. Namun, dalam penilaian Greenship, gedung ini hanya memenuhi dua kategori, yaitu *recycle water* dan *potable water*.

Penelitian berikutnya oleh Utari (2021) berjudul "Penerapan Konservasi Air pada Gedung C Universitas Trisakti sebagai Upaya menuju *Green building*" bertujuan untuk mengevaluasi konservasi air di gedung tersebut. Melalui pendekatan deskriptif, penelitian ini menyimpulkan bahwa Gedung C FTSP hanya meraih 2 poin dari 20 poin maksimal pada aspek konservasi air. Sebagai solusi, direkomendasikan pemasangan meteran di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), penggunaan sistem filtrasi air minum, dan penerapan keran otomatis untuk penghematan air, serta menggunakan fitur keran auto stop yang dapat menghemat air 70% dari keran manual.

Penelitian yang dilakukan oleh Afrhiani *et al.* (2020) dengan judul "Potensi Penerapan Konservasi Air pada Gedung Dekanat Universitas X", tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi potensi penerapan konservasi air pada Gedung Dekanat yang direncanakan pembangunannya. Metode yang digunakan adalah analisis kuantitatif melalui pengumpulan data sekunder, perhitungan populasi gedung, analisis kebutuhan air, serta evaluasi penggunaan alat plambing hemat air dan pemanfaatan *grey water*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan konservasi air melalui penggunaan saniter hemat air dapat menghemat 1.233 liter/hari, sementara pemanfaatan air daur ulang *grey water* untuk *flushing* dapat

menghemat 9.256 liter/hari, sehingga total potensi penghematan air yang dapat dicapai adalah sebesar 10.489 liter/hari.)

Penelitian lain pada tahun 2024 oleh Manik dll. (2024) berfokus pada perancangan sumur resapan untuk bangunan hunian vertikal berdasarkan standar *GreenShip New Building v1.2*. Melalui metode observasi, pengukuran, dan analisis terhadap proyek apartemen di Dramaga, Bogor, penelitian ini merancang sumur resapan untuk air hujan dan air efluen STP. Hasil perhitungan menunjukkan diperlukan 34 unit sumur resapan air hujan dengan efektivitas 99,1% dan 44 unit untuk air efluen STP dengan efektivitas 100%.

Terakhir, pada tahun 2024, Najibah (2024) meneliti implementasi *green hospital* di Rumah Sakit Hermina Pasteur. Penelitian yang menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan evaluatif ini bertujuan untuk menganalisis kondisi eksisting dan memberikan solusi peningkatan. Hasilnya, dari 12 indikator penilaian, rumah sakit tersebut berhasil memperoleh skor 82,83 dari 98 poin, yang setara dengan persentase pencapaian sebesar 84,52%.

2.2 Bangunan Gedung

Pada peraturan menteri tentang penilaian kinerja bangunan gedung hijau bangunan gedung adalah wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, sebagian atau seluruhnya berada tempat kedudukannya, sebagian atau seluruhnya berada di atas dan/atau di dalam tanah dan/atau air, yang berfungsi sebagai tempat manusia melakukan kegiatannya, baik untuk hunian atau tempat tinggal, kegiatan keagamaan, kegiatan usaha, kegiatan sosial, budaya maupun kegiatan khusus (Kementrian PUPR RI, 2021).

2.2.1 Sistem Utilitas Pada Bangunan Gedung

Utilitas bangunan merupakan suatu kelengkapan fasilitas bangunan yang digunakan untuk menunjang tercapainya unsur kenyamanan, kesehatan, keselamatan, kemudahan komunikasi dan mobilitas dalam bangunan. Sistem utilitas pada bangunan gedung terdiri atas sistem plambing dan sanitasi, pencegahan kebakaran, pengudaraan/penghawaan, telepon, CCTV dan sekuriti, penangkal petir, tata suara, transportasi dalam bangunan, landasan helikopter, pembuangan sampah dan sistem alat pembersih bangunan (Fahirah, 2019).

2.3 Pengelolaan Air pada Bangunan

Sistem pengelolaan air merupakan salah satu aspek penting dalam sistem utilitas bangunan gedung yang mencakup penyediaan, distribusi, pengolahan, dan pembuangan air. Pengelolaan air yang efisien tidak hanya bertujuan untuk memenuhi kebutuhan operasional bangunan, tetapi juga mendukung prinsip keberlanjutan (*sustainability*) melalui konservasi air, pengurangan limbah, dan pemanfaatan sumber air alternatif.

2.3.1 Air Bersih

Air bersih merupakan air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari dan memiliki kualitas yang sesuai dengan standar kesehatan berdasarkan ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Air ini aman untuk dikonsumsi apabila telah melalui proses pengelolaan air bersih terlebih dahulu. (Asfiyati, 2019).

2.3.1.1 Sumber Air

Sumber air adalah sumber yang akan dipakai sebagai sumber bahan baku air dalam penyediaan air bersih. Sumber air tersebut terdiri sumber bahan baku air dalam penyediaan air bersih. Sumber air tersebut terdiri dari hal-hal berikut (Asfiyati, 2019):

1. Air Permukaan adalah air yang terkumpul di atas tanah yang terjadi karena berbagai aliran dan bisa kita lihat secara langsung. Berikut merupakan macam-macam air permukaan.
 - a. Sungai
 - b. Danau
 - c. Air Laut
 - d. Mata Air
 - e. Air Tanah
2. Air Hujan adalah air yang berasal dari langit karena proses penguapan Air hujan adalah air yang berasal dari langit karena proses penguapan (evaporasi) air laut, danau, sungai dan lainnya serta proses penguapan air dari tumbuhan (transpirasi) yang kemudian terjadi pengembunan

(kondensasi). tumbuhan (transpirasi) yang kemudian terjadi pengembunan (kondensasi). Sifat air hujan ini adalah bersih, tidak mengandung larutan garam dan mineral Sifat air hujan ini adalah bersih, tidak mengandung larutan garam dan mineral akan tetapi bersifat korosif

2.3.1.2 SNI Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing

Standar Nasional Indonesia (SNI) 8153:2025 merupakan standar yang mengatur tata cara perencanaan sistem plambing pada bangunan gedung. Standar ini diterbitkan sebagai pembaruan dari ketentuan sebelumnya dan memuat pedoman teknis mengenai perencanaan sistem penyediaan air minum, distribusi air bersih, pembuangan air limbah, serta aspek pendukung lainnya dalam sistem plambing. SNI 8153:2025 bertujuan untuk menjamin perencanaan sistem plambing yang aman, efisien, higienis, dan sesuai dengan kebutuhan fungsi bangunan. Salah satu ketentuan penting dalam standar ini adalah penetapan kebutuhan air minimum berdasarkan jenis atau peruntukan bangunan, yang digunakan sebagai dasar dalam menghitung kapasitas sistem penyediaan air. Tabel berikut menyajikan kebutuhan air minimum berdasarkan klasifikasi peruntukan bangunan sesuai dengan (Badan Standarisasi Nasional, 2025)

No.	Peruntukan Bangunan	Kode	Kebutuhan Air Minum	Satuan
1	Rumah mewah	-	250	Liter per orang per hari (L/orang/d)
2	Rumah sederhana	-	120 s.d. 250	L/orang/d
3	Apartemen	R-2	250	L/orang/d
4	Rumah susun	R-2	120 s.d. 180	L/orang/d
5	Rumah toko	-	100 s.d. 200	L/orang/d
6	Asrama/pondok pesantren	R-2	100 s.d. 150	L/orang/d
7	Hotel/penginapan			
	Tamu	R-1	250 s.d. 300	L/orang/d
	Pegawai		120 s.d. 250	L/orang/d
8	Sekolah dasar	E	40	L/orang/d
9	SMP	E	50	L/orang/d
10	SMA dan lebih tinggi	B	80	L/orang/d
11	Gedung kantor	B	50	L/orang/d
12	Pabrik/industri	F-1, F-2	60 s.d. 100	L/orang/d

No.	Peruntukan Bangunan	Kode	Kebutuhan Air Minum	Satuan
13	Toko serba ada/ <i>department store</i> /pasar luas lantai	M	3 s.d. 5	L/m ² /d
14	Stasiun/terminal	-	3	L/penumpang tiba dan pergi
15	Restoran	A-2	15	L/kursi
16	Gedung Pertunjukan, bioskop	A-1	10	L/kursi
17	Toko pengecer per luas lantai	M	5	L/m ² /d
18	Gedung peribadatan	A-3	5	L/orang/d (belum dengan wudhu)
19	Perpustakaan	A-3	25	L/orang/d
20	Perkumpulan sosial	A-3	30	L/orang/d
21	Gedung pertemuan	A-3	25	L/kursi
22	Laboratorium	-	100 s.d. 200	L/orang/d
23	Rumah sakit			
	Kelas A s.d. B	I-2	400 s.d. 450	L/tempat tidur/d
	Kelas C s.d. D	I-2	200 s.d. 300	L/tempat tidur/d
	Rawat Jalan	B	5	L/orang/d

Sumber : SNI 8153 -2025

Besarnya kebutuhan air bergantung pada jumlah penduduk, pola konsumsi yang sejalan dengan meningkatnya kesejahteraan penduduk, serta ukuran besarnya kota/desa. Menentukan debit air bersih yang dibutuhkan dengan mengalikan banyak pengguna Kebutuhan air bersih ditentukan dengan persamaan berikut (Noerbambang & Morimura, 2000):

$$Q_d = \text{Jumlah populasi} \times \text{standar kebutuhan air} \quad (2.1)$$

Keterangan :

Q_d = kebutuhan air bersih (liter/hari)

Standar kebutuhan air = sesuai (Badan Standarisasi Nasional, 2025)

2.3.2 Air Limbah

Air limbah adalah seluruh air buangan yang berasal dari hasil proses kegiatan sarana pelayanan masyarakat yang meliputi : air limbah domestik (air buangan kamar mandi, dapur, air bekas pencucian pakaian), air limbah klinis (air

limbah yang berasal dari kegiatan klinis rumah sakit, misalnya air bekas cucian luka, cucian darah dan lain-lain), air limbah laboratorium dan lainnya.

Ditinjau dari karakteristiknya, air limbah domestik dan klinis umumnya mengandung senyawa organik tinggi sehingga dapat diolah dengan proses biologis. Sebaliknya, air limbah laboratorium sering kali mengandung logam berat yang memerlukan pengolahan awal secara kimia-fisik sebelum dialirkan ke instalasi pengolahan air limbah, agar tidak mengganggu proses biologis. Jenis air limbah yang ada di fasilitas pelayanan kesehatan dapat dikelompokkan sebagai berikut (Mahyuddin *et al.*, 2023):

1. Air limbah domestik
2. Air limbah klinis
3. Air limbah laboratorium klinik dan kimia
4. Air limbah radioaktif (tidak boleh masuk ke IPAL, harus mengikuti petunjuk dari BATAN)

2.3.2.1 Jenis – Jenis Air Limbah

Air limbah domestik dikarakteristikan selaku *grey water* serta *black water*. *Grey water* merupakan air limbah domestik yang berasal dari air sisa cucian piring, air sisa mandi serta mencuci pakaian. *Black water* merupakan air limbah domestik yang dikeluarkan lewat wc, urinoir serta bidets. Bersumber pada kepentingan kesehatan warga, air limbah *grey water* serta *black water* hendaknya tidak digabung bersama. *Black water* oleh sebagian penduduk dibuang lewat tangki septik, tetapi sebagian dibuang langsung ke sungai, sebaliknya *grey water* nyaris sepenuhnya dibuang ke sungai- sungai lewat saluran (Mahyuddin *et al.*, 2023).

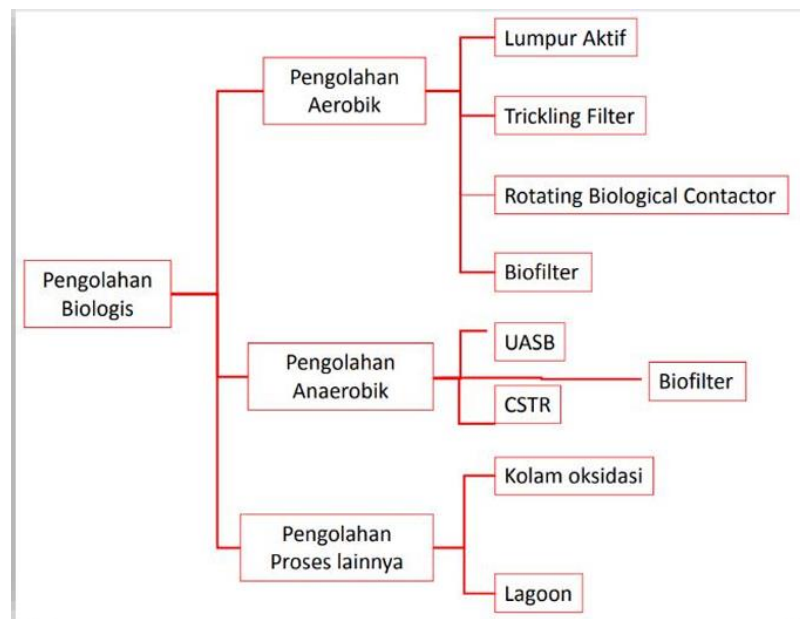
2.3.2.2 Fasilitas Pengelolaan Air Limbah

Pengelolaan air limbah adalah serangkaian proses yang bertujuan mengolah air limbah agar kandungan zat pencemar di dalamnya berkurang sehingga aman untuk dibuang ke lingkungan atau dapat digunakan kembali. Pengelolaan ini meliputi tahapan fisik, biologis, dan kimiawi, serta dapat dilakukan dengan berbagai metode sesuai karakteristik limbah dan kebutuhan.

Pada buku pengelolaan air limbah (Mahyuddin *et al.*, 2023) menyatakan banyak teknologi yang sudah diterapkan dalam mengelola air limbah.

1. Teknologi Pengelolaan Air Limbah Domestik Rumah Tangga Dan Non-Rumah Tangga

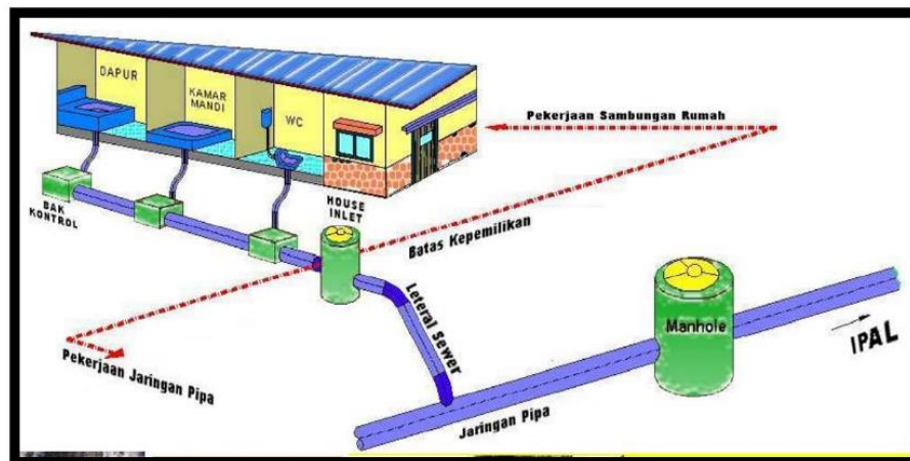
Teknologi pengelolaan air limbah domestik pada umumnya dilakukan secara biologi yaitu dengan memanfaatkan bakteri/mikroorganisme sebagai pengurai senyawa organik/zat racun yang terdapat pada limbah. Selain itu dapat juga dilakukan dengan cara teknologi lumpur aktif, Biofilter Anoerob-Aerob dan *Waste Water Garden*



Gambar 2.1 Teknologi Pengelolaan Limbah Air secara Biologi

Air limbah domestik adalah air buangan rumah tangga dan non rumah tangga yang bersumber dari toilet/WC (*black water*) dan dapur, mandi, cuci (*grey water*) yang mengandung zat kimia dan racun yang membahayakan bagi manusia dan lingkungan. Limbah domestik yang berbentuk cair apabila tidak diolah dengan baik dapat menimbulkan penyakit yang menular dan polusi pada air permukaan dan air tanah.

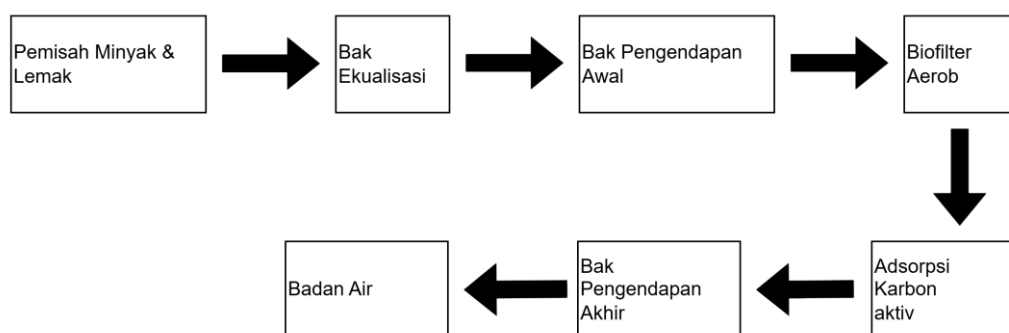
2. Teknologi Pengelolaan Air Limbah Industri



Gambar 2.2 Sistem IPAL

Industri (perusahaan dan pabrik) tidak boleh membuang secara langsung air limbah yang dihasilkan langsung ke muara, sungai dan laut, tetapi harus di proses melalui sistem instalasi pengelolaan air limbah (IPAL). Limbah cair yang berasal dari industri dan rumah tangga tidak langsung dialirkan ke sungai dan selokan tetapi diolah dengan menggunakan teknologi *Sewage Treatment Plant (STP)*.

Berikut Gambar 2.3 merupakan alur pengelolaan air limbah pada penelitian perencanaan instalasi pengelolaan air limbah (IPAL) pasar tradisional Langowan di kecamatan Langowan Timur kabupaten Minahasa (Kaawoan *et al.*, 2022).



Gambar 2.3 Diagram Pengolahan Air Limbah

Timbulan air limbah domestik dapat diperoleh berdasarkan data pemakaian air minum, dengan menggunakan dasar perencanaan timbulan air limbah domestik berkisar 60 – 80% pemakaian air minum.

Menghitung volume debit air limbah, harus diketahui jumlah penghuni/pengguna gedung dan konsumsi air setiap jiwanya, berikut persamaan untuk menentukan volume debit air limbah adalah sebagai berikut (Kementerian PUPR RI, 2017)

$$Q_{\text{air limbah}} = (60\%-80\%) \times Q_{\text{air bersih}} \quad (2.2)$$

$Q_{\text{air limbah}}$ = total air limbah yang dihasilkan (L/hari) atau (m^3/hari)

60% - 80% = faktor konversi air bersih ke air limbah

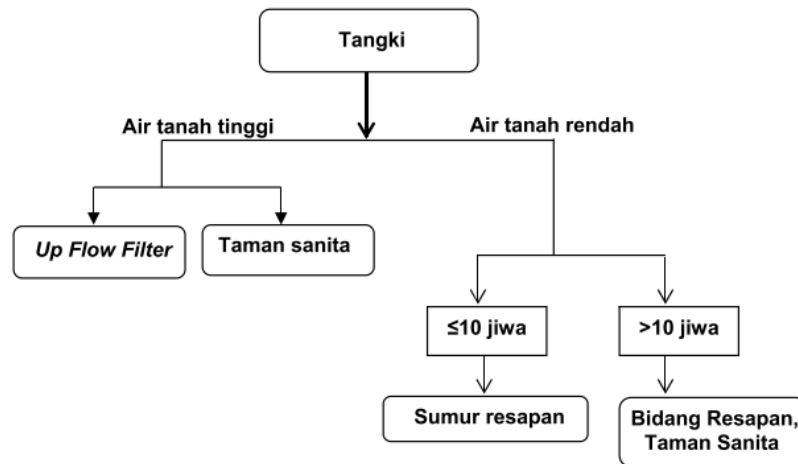
$Q_{\text{air bersih}}$ = kebutuhan air bersih harian (L/hari) atau (m^3/hari)

2.3.2.3 SNI Tata Cara Perencanaan Tangki Septik dengan Pengolahan Lanjutan

Standar Nasional Indonesia (SNI 2398:2017) merupakan standar nasional yang memberikan pedoman teknis untuk perencanaan tangki septik sebagai unit pengolahan primer air limbah domestik, termasuk ketentuan mengenai bentuk, dimensi, kapasitas, kompartemen, serta persyaratan unit pengolahan lanjutan setelah efluen keluar dari tangki septik. Standar ini menekankan bahwa tangki septik tidak berfungsi sebagai sistem pengolahan akhir, melainkan sebagai tahap awal (*preliminary - primary treatment*) yang harus diikuti dengan fasilitas lanjutan seperti bidang resapan, sumur resapan, *upflow filter*, atau kolam sanita, bergantung pada kondisi tanah, debit limbah, dan kebutuhan kualitas efluen. Terdapat 2 jenis pengolahan tangki septik berikut diantaranya:

1. Tangki septik sistem tercampur, tangki septik yang digunakan dari buangan air limbah rumah tangga yang meliputi mandi, cuci dan kakus.
2. Tangki septik terpisah, tangki septik yang digunakan hanya dari buangan kakus.

Pemilihan pengolahan lanjutan dari efluen tangki septik dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Alternatif Pengolahan Lanjutan Efluen Tangki Septik
Kriteria yang digunakan untuk merencanakan tangki septik sistem tercampur:

Waktu Detensi (td)	: 2 - 3 hari
Banyak Lumpur (QL)	: 30 - 40 hari
Periode Pengurasan (PP)	: 2 - 5 tahun
Pemakaian Air	: 20 L/orang/hari
Jumlah Pemakai	: n
Kapasitas	: VA + VL
Ruang Pengendapan (VA)	: QA × td
Ruang Pengendapan	: P × L × Tinggi Ruang Basah
Tinggi Ruang Basah	: $\frac{VA}{P} \times L$
Volume Lumpur (VL)	: QL × N × PP
Tinggi Ruang Lumpur	: $\frac{VL}{P} \times L$
Tinggi Total	: Tinggi ruang basah + tinggi lumpur + Ambang Batas

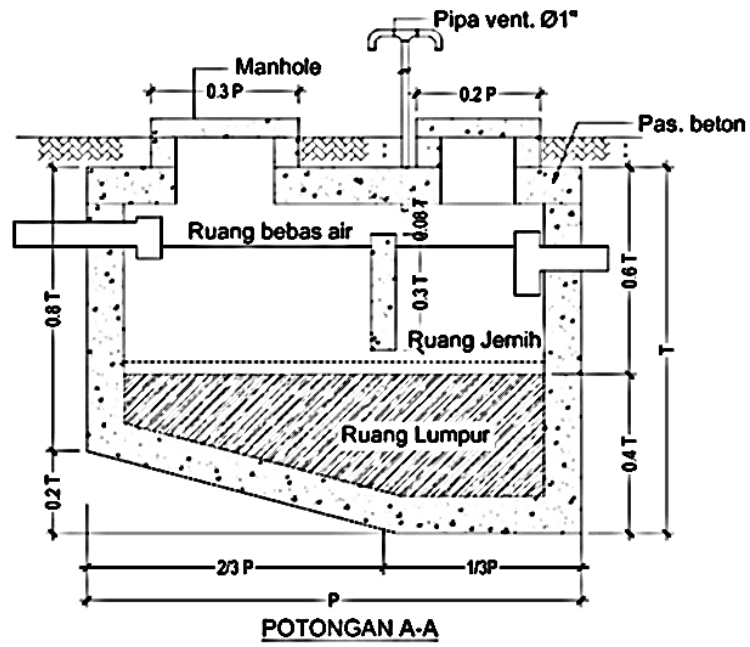
Efluen dari tangki septik tidak boleh langsung dibuang ke lingkungan, disyaratkan pengolahan lanjutan sebagai berikut:

1. Sistem Resapan
2. *Uplow Filter*

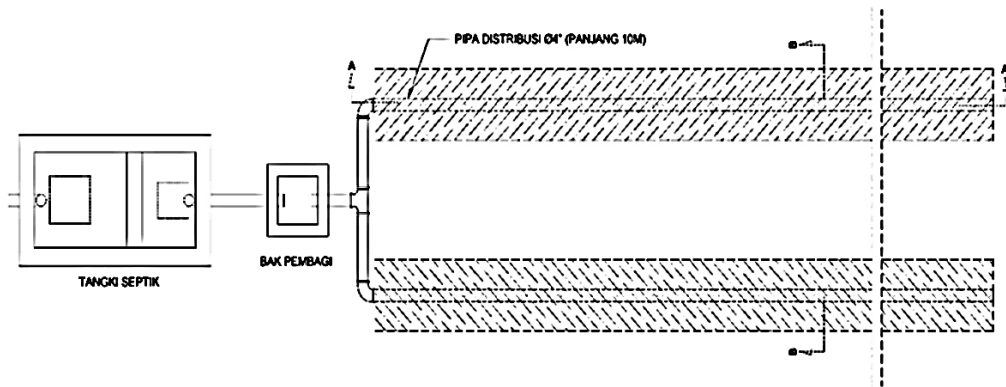
3. Kolam Sanita

Bidang resapan yang berfungsi menyerap dan memurnikan air limbah cair (efluen) dari tangki septik ke dalam tanah melalui proses filtrasi alami oleh tanah, kerikil, atau ijuk, menghilangkan patogen dan bahan organik, agar tidak mencemari lingkungan dan mengembalikan air ke dalam siklus hidrologi. Persyaratan bidang resapan sebagai berikut:

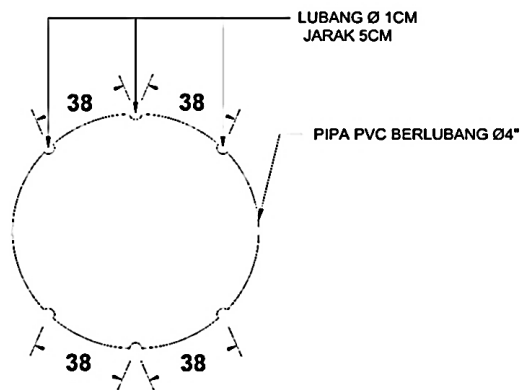
1. Lebar galian minimum 500 mm dan dalam galian efektif minimum 450 mm.
2. Panjang pipa resapan melebihi 15 m dibuat 2 jalur.
3. Jarak sumbu 2 jalur galian minimum 1,5 m.
4. Bidang resapan lebih dari satu jalur harus dilengkapi dengan bak pembagi dari tangki septik.
5. Pipa resapan dari bahan tahan korosi dengan diameter minimum 110 mm;
6. Pipa dipasang tanpa sambungan, dan celah antara dua pipa bagian atas harus ditutup. Bila pipa dipasang dengan sambungan, dibagian bawahnya harus diberi lubang dengan diameter (10-20) mm pada setiap jarak 50 mm.
7. Pipa dan bidang resapan dibuat miring sebesar 0,2 %.
8. Di bawah pipa resapan harus diberi lapisan kerikil berdiameter (15 – 50) mm dengan tebal 100 mm, dan di atas pipa resapan dengan tebal minimum 50 mm.
9. Ukuran bidang resapan sesuai dengan Tabel 4.
10. Bentuk bidang resapan sesuai dengan



Gambar 2.4 Denah tangki septik 2 kompartmen



Gambar 2.5 Bidang Resapan



Gambar 2.6 Detail Pipa Resapan

2.3.2.4 Aspek Kesehatan dan Kualitas Air Limbah

Air limbah domestik mengandung berbagai senyawa organik, anorganik, serta mikroorganisme patogen yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan apabila tidak diolah dengan baik. Pada Tabel 2.1 dari Peraturan Menteri LHK RI No. 68 Tahun 2016, parameter penting dalam menilai kualitas air limbah meliputi BOD, COD, TSS, pH, minyak dan lemak, serta total *coliform*. Air limbah yang tidak memenuhi baku mutu berpotensi mencemari sumber air tanah dan menyebabkan penyakit seperti diare, kolera, dan hepatitis A. Oleh karena itu, pengolahan air limbah menjadi langkah penting untuk menjaga kesehatan lingkungan dan penghuni, sekaligus mendukung prinsip keberlanjutan dalam bangunan hijau.

1. *Biological Oxygen Demand* (BOD) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk mengurai hampir semua zat organik yang terlarut dan tersuspensi dalam air buangan.
2. *Chemical Oxygen Demand* (COD) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik dalam air limbah menggunakan kalium dikromat sebagai sumber oksigen. Angka COD adalah ukuran pencemaran air yang disebabkan oleh bahan organik, yang secara alami dapat teroksidasi melalui proses biologis dan mengurangi jumlah oksigen terlarut di dalam air.
3. Zat anorganik disebut *Total Suspended Solid* (TSS). Secara fisika, zat ini menyebabkan kekeruhan pada air. Tidak boleh membuang limbah cair yang mengandung zat tersuspensi tinggi langsung ke badan air karena selain dapat menyebabkan pendangkalan, juga dapat menghalangi sinar matahari masuk ke dalam dasar air sehingga proses fotosintesis mikroorganisme terhambat.

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Domestik Tersendiri

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6-9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
Minyak dan lemak	mg/L	5
Amoniak	mg/L	10
Total Coliform	Jumlah/100mL	3000
Debit	L/orang/hari	100

Sumber: Peraturan Menteri LHK RI No. 68 Tahun 2016

2.3.3 Air Daur Ulang

Daur ulang air limbah adalah upaya pemrosesan air buangan yang berasal dari rumah tangga, kelompok pengguna dalam jumlah besar, hotel, rumah sakit, industri dan penggunaan air lainnya sehingga dapat digunakan kembali sesuai keperluan, Penggunaan air berulang adalah pemanfaatan kembali air yang pernah dipakai untuk berbagai kegiatan.

Water treatment (water recycling) adalah pemanfaatan kembali air limbah industri menjadi bahan baku penunjang proses industri, yaitu air limbah beberapa industri yang berada dalam kawasan industri ditampung dalam satu kolam (IPAL) (komunal), kemudian limbah tersebut diolah, bisa dengan kimiawi maupun biologi. Setelah melalui proses pengolahan di IPAL, hasilnya dijadikan air baku dalam penunjang proses industri, seperti untuk mencuci peralatan industri, dan lain sebagainya, tetapi bukan sebagai air baku industri (Pangaribuan *et al.*, 2017).

Sumber air daur ulang dapat berasal dari *greywater* (air limbah dari wastafel, mandi, dan cucian) maupun *blackwater* yang telah melalui proses pengolahan lengkap. Menurut Permen PUPR No. 21 Tahun 2021, air daur ulang merupakan komponen penting dalam kriteria kinerja bangunan gedung hijau untuk mencapai efisiensi penggunaan air. Air daur ulang limbah domestik, dapat dimanfaatkan untuk berbagai penggunaan diantaranya adalah untuk:

1. Siram tanaman, penggunaan air untuk siram taman ini cukup besar, dapat mencapai antara 5-10 liter per m² . Secara umum kualitas air limbah domestik tidak bermasalah bila langsung dipergunakan untuk penyiraman tanaman. Namun perlu diwaspadai akan bahaya bila meresap dan mencemari air sumur dangkal.

2. Pencucian kendaraan, untuk air kategori ini tidak memerlukan kualitas air bersih atau air minum. Yang terpenting air tidak terkontaminasi minyak, garam atau zat kimia lain yang dapat menimbulkan kera.
3. *Flushing* atau penggelontoran toilet, kualitas air yang digunakan untuk *flushing toilet* tidak perlu setara dengan air bersih. Dalam penerapan sistem air daur ulang untuk keperluan tersebut, jaringan perpipaan antara air daur ulang dan air bersih harus dipisahkan. Oleh karena itu, bangunan baru sebaiknya sudah dirancang dengan sistem perpipaan terpisah agar dapat memanfaatkan air daur ulang sebagai langkah antisipasi terhadap potensi krisis air di masa mendatang.

Standar kualitas air untuk keperluan *higienie* dan sanitasi, berdasarkan (Peraturan Menteri Kesehatan RI No.22 tahun 2023)

Tabel 2.2 Parameter Air untuk Keperluan *Higienie* dan Sanitasi

No	Jenis Parameter	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Satuan
	Mikrobiologi		
1	Escheria coli	0	CFU/100 ml
2	Total Cloriform	0	Cfu/100ml
	Fisik		
3	Suhu	Suhu udara ± 3	$^{\circ}\text{C}$
4	Total <i>Dissolve Solid</i>	<300	mg/L
5	Kekeruhan	<3	NTU
6	Warna	10	TCU
7	Bau	Tidak berbau	-
	Kimia		
8	pH	6,5 - 6,8	mg/L
9	Nitrat (sebagai NO ₃) (terlarut)	20	mg/L
10	Nitrit (sebagai No ₂) (terlarut)	3	mg/L
11	Kromium valensi 6 (Cr ⁶⁺)	0,01	mg/L
12	Besi (Fe) (terlarut)	0,2	mg/L
13	Mangan (Mn) (terlarut)	0,1	mg/L

2.3.4 Air Hujan

2.3.4.1 Intensitas Air Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah air hujan yang jatuh dalam area tertentu dalam jangka waktu yang relatif sangat singkat dinyatakan dalam mm/dtk, mm/mnt atau mm/jam. Intensitas curah hujan biasanya dinotariskan dengan huruf I dengan satuan mm/jam, yang artinya tinggi/ kedalaman yang terjadi adalah sekian mm dalam periode waktu satu jam (Novialisae *et al.*, 2021).

Pengaruh intensitas hujan terhadap limpasan permukaan sangat tergantung pada laju infiltrasi. Jika intensitas hujan melebihi laju infiltrasi, maka akan terjadi limpasan permukaan sejalan dengan peningkatan intensitas curah hujan. Namun demikian, peningkatan limpasan permukaan tidak selalu sebanding dengan peningkatan intensitas hujan karena adanya penggenangan di permukaan tanah. Intensitas hujan berpengaruh pada debit maupun volume limpasan .

2.3.4.2 Limpasan Air Hujan

Limpasan permukaan (*runoff*) merupakan sebagian dari air hujan yang mengalir di atas permukaan tanah menuju sungai, danau atau laut. *Runoff* terjadi apabila tanah tidak mampu lagi menginfiltrasikan air di permukaan tanah karena tanah sudah dalam keadaan jenuh. *Runoff* juga dapat terjadi apabila hujan jatuh di permukaan yang bersifat *impermeable* seperti beton, aspal, keramik, dan lain-lain (Wirasembada *et al.*, 2017).

Tabel 2.3 Koefisien Limpasan

No	Deskripsi Lahan/Karakter Permukaan	Koefisien C
1.	Bisnis	
	- Perkotaan	0,70 - 0,95
	- Pinggiran	0,50 - 0,70
2.	Perumahan	
	- rumah tunggal	0,30 - 0,50
	- multiunit terpisah, terpisah	0,40 - 0,60
	- multiunit, tergabung	0,60 - 0,75
	- perkampungan	0,25 - 0,40
- apartemen	0,50 - 0,70	
3.	Industri	
	- Ringan	0,50 - 0,80

No	Deskripsi Lahan/Karakter Permukaan	Koefisien C
	- Berat	0,60 - 0,90
	Perkerasan	
	- Aspal dan beton	0,70 - 0,95
	- batu bata, paving	0,50 - 0,70
	atap	0,75 - 0,95
	Halaman, tanah berpasir	
	datar 2%	0,05 - 0,10
	rata-rata 2-7%	0,10 - 0,15
	curam 7%	0,15 - 0,20
	Halaman, tanah berat	
	datar 2%	0,13 - 0,17
	rata-rata 2-7%	0,18 - 0,22
	Curam 7%	0,25 - 0,35
	Halaman Kereta Api	0,10 - 0,35
	Taman Tempat bermain	0,20 - 0,35
	Taman, perkuburan	0,10 - 0,25
	Hutan	
	datar 0 - 5%	0,10 - 0,40
	bergelombang 5 - 10%	0,25 - 0,50
	berbukit 10 - 30%	0,30 - 0,60

Untuk menghitung beban limpasan air hujan (volume limpasan) yang akan masuk ke dalam kolam/wadah penampungan menggunakan rumus rasional merupakan hasil perkalian dari luas area (m^2), koefisien limpasan air hujan menurut Permen PUPR RI No.21 Tahun 2021.

$$\text{Volume Limpasan} = A \times C \times I \quad (2.3)$$

Keterangan

A = Luas bidang tadah (m^2)

C = Koefisien limpasan

I = Intensitas hujan (mm/jam)

Menghitung volume penanganan air hujan yaitu volume total dari bak penampung air hujan dan/atau sumur resapan.

$$\text{Air hujan yang harus ditangani} = \frac{\text{Kapasitas}}{\text{Volume limpasan}} \times 100\% \quad (2.4)$$

2.3.4.3 Pengelolaan Air Hujan

Rain Water Harvesting, Pemanenan air hujan (PAH) ini merupakan salah satu upaya dalam melakukan konservasi air untuk mengatasi berbagai permasalahan penyediaan air bersih. Pemanenan air hujan atau PAH ini digunakan untuk mengumpulkan dan menyimpan air hujan dari atap rumah maupun gedung, serta permukaan tanah saat hujan. Pemanenan air hujan dapat bermanfaat dalam mengatasi permasalahan kelangkaan air bersih, mengurangi volume limpasan air hujan dan mengisi air tanah terutama pada perkotaan yang mengalami penurunan debit air tanah akibat konsumsi berlebihan yang diperparah dengan mengurangi lahan penangkapan air hujan akibat lahan terbuka yang berubah fungsi menjadi bangunan (Arminto & Nasirudin, 2024).

Untuk menunjang keberhasilan dan keberlanjutan pengembangan sistem panen hujan diperlukan kajian komprehensif secara kuantitatif tentang penentuan kriteria rancang bangun (*design criteria*) sistem panen hujan untuk keperluan rumah tangga. Ada tiga komponen dasar yang harus ada dalam sistem pemanenan air hujan yaitu (Arminto & Nasirudin, 2024):

1. *Catchment*, yaitu penangkap air hujan berupa permukaan atap.
2. *Delivery system*, yaitu sistem penyaluran air hujan dari atap ke tempat penampungan melalui talang.
3. *Storage reservoir*, yaitu tempat penyimpanan air hujan berupa tong, bak atau kolam. Selain ketiga komponen dasar tersebut, dapat dilengkapi dengan komponen pendukung seperti pompa air untuk memompa air dari bak atau kolam penampung.

2.4 *Green building*

Green building merupakan salah satu bentuk pembangunan berwawasan lingkungan dan berkelanjutan (*Sustainable development*) yang memfokuskan pada penghematan lahan, material, energi, air, kualitas udara dan manajemen pengelolaan limbah di sepanjang siklus hidup bangunan tersebut, mulai dari pemilihan tempat sampai desain, konstruksi, operasi, perawatan, renovasi, dan peruntuhan (Achmadi & Okita Rosari, 2021).

Pengertian bangunan gedung hijau di Indonesia memiliki perbedaan dengan konsep *Green building* yang diterapkan di negara-negara yang ada di bagian Eropa dan Amerika. Menurut Badan *Protection Agency – US EPA*) dalam Syarif Hidayat (2017) menyebutkan bahwa dari berbagai sumber literatur, bangunan gedung hijau disejajarkan atau disetarakan dengan bangunan berkelanjutan (*sustainable building*), namun di Indonesia bangunan gedung hijau dikenal dengan istilah bangunan ramah lingkungan (*environmenral friendly building*), berkonotasi bahwa bangunan harus dapat mengurangi dampak terhadap lingkungan. Istilah bangunan ramah lingkungan digunakan oleh Kementerian Lingkungan Hidup mengenai bangunan gedung hijau (Achmadi & Okita Rosari, 2021).

2.4.1 Tujuan dan Manfaat *Green building*

Konsep *green building* pada dasarnya bertujuan untuk menghemat pemakaian energi pada bangunan bertingkat komersial secara umum. Pada skala nasional, pemerintah mendorong pemilik bangunan komersial untuk menggunakan bangunan ramah lingkungan, menghemat energi untuk mendukung program *green building* (Pangaribuan *et al.*, 2017).

Manfaat dari penerapan konsep *Green building* antara lain; meningkatkan hidup yang berkualitas, menghemat sumber daya air, mengurangi biaya operasional, mengurangi jejak karbon, pemanfaatan bangunan lebih awet dan tahan lama (Farah Eka Putri Ramadaniati & Munawar Ali, 2024).

2.4.2 Elemen – elemen *Green building*

Green building merupakan konsep bangunan yang memfokuskan pada penghematan lahan, material, energi, air, kualitas udara dan manajemen pengelolaan limbah. Elemen – elemen *Green building* antara lain (Widiati, 2019) :

1. Lahan: Pembangunan lahan yang tepat guna tidak menggunakan seluruh lahan yang ada untuk bangunan melainkan menyediakan 30% dari total lahan untuk daerah resapan.
2. Material: Material diperoleh secara lokal untuk mengurangi biaya transportasi. Material dipakai menggunakan *Green Specification* yang termasuk ke dalam daftar *life cycle analysis* seperti energi yang dihasilkan,

daya tahan material, memineralisasi limbah, penggunaan kayu bersertifikat, dan kemampuan untuk dapat didaur ulang.

3. Energi: Perencanaan dalam pengaturan sirkulasi udara yang optimal untuk mengurangi penggunaan AC dengan cara mengoptimalkan cahaya matahari sebagai penerangan di siang hari. *Green building* juga menggunakan tenaga surya dan turbin angin sebagai penghasil listrik alternatif.
4. Air: *Green building* mengurangi penggunaan air dengan menggunakan *Sewerage Treatment Plant* (STP) untuk mendaur ulang air dari limbah rumah tangga sehingga bisa digunakan kembali untuk toilet, penyiraman tanaman dan lainnya. *Green building* juga menggunakan peralatan penghemat air seperti *Shower* bertekanan rendah, kran otomatis (*self-closing* atau *spay tubs*), dan tangki toilet yang *low-flush* toilet yang intinya dapat mengatur penggunaan air dalam bangunan sehemat mungkin.
5. Udara: *Green building* menggunakan material dan produk-produk non-toxic yang akan meningkatkan kualitas udara dalam ruangan dan mengurangi tingkat asma, alergi dan *Sick Building Syndrome*. *Green building* menggunakan material yang bebas emisi dan tahan untuk mencegah kelembaban yang menghasilkan spora dan mikroba lainnya. Kualitas udara dalam ruangan juga harus didukung dengan menggunakan sistem ventilasi yang efektif dan bahan-bahan pengontrol kelembaban yang memungkinkan bangunan untuk bernapas.
6. Limbah dan Manajemen Lingkungan: *Green building* juga meliputi aspek manajemen lingkungan dan pengolahan limbah secara lokal. Beberapa kriteria desainnya antara lain penggunaan material kayu.

2.5 Regulasi dan Standar *Green building* di Indonesia

2.5.1 Green building Council Indonesia (GBCI)

Selain regulasi yang dikeluarkan oleh pemerintah, penerapan konsep bangunan hijau di Indonesia juga didukung oleh lembaga independen Green building Council Indonesia (GBCI). Lembaga ini merupakan organisasi nirlaba yang berdiri sejak tahun 2009 dan berfokus pada pengembangan serta penerapan prinsip keberlanjutan dalam sektor bangunan. GBCI tidak berstatus sebagai

regulator, melainkan berperan sebagai lembaga sertifikasi sukarela nasional yang menilai dan memberikan pengakuan terhadap kinerja bangunan hijau melalui sistem *GreenShip Rating Tools*.

Sistem GreenShip dikembangkan oleh GBCI untuk mendorong penerapan prinsip efisiensi sumber daya, mencakup aspek energi, air, material, serta lingkungan dalam tahap perencanaan, konstruksi, hingga operasional bangunan. Melalui sistem ini, GBCI membantu mengukur sejauh mana sebuah bangunan menerapkan prinsip keberlanjutan dan efisiensi lingkungan, sehingga dapat berkontribusi dalam mendukung pencapaian tujuan Bangunan Gedung Hijau (BGH) yang diatur dalam Peraturan Menteri PUPR RI Nomor 21 Tahun 2021. Sistem GreenShip dikembangkan sebagai standar teknis dan alat penilaian terhadap kinerja bangunan berdasarkan enam kategori utama, yaitu:

1. *Appropriate Site Development (ASD)*,
2. *Energy Efficiency and Conservation (EEC)*,
3. *Water Conservation (WAC)*,
4. *Material Resources and Cycle (MRC)*,
5. *Indoor Health and Comfort (IHC)*, dan
6. *Building Environment Management (BEM)*.

GBCI berperan penting sebagai mitra strategis pemerintah dalam mempercepat penerapan konsep Bangunan Gedung Hijau di Indonesia. Meskipun bersifat sukarela, penerapan standar GreenShip banyak dijadikan acuan oleh berbagai instansi dan pengembang karena sejalan dengan arah kebijakan nasional yang diatur dalam Peraturan Menteri PUPR RI Nomor 21 Tahun 2021 tentang Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Hijau.

2.5.2 Peraturan Menteri PUPR RI nomor 21 tahun 2021

Menteri PUPR RI membuat regulasi atau peraturan untuk ketentuan bangunan hijau yaitu Permen PUPR RI No.21 Tahun 2021 tentang penilaian kinerja bangunan gedung hijau dengan tujuan untuk mendorong pembangunan yang berkelanjutan. Pengelolaan air limbah pada BGH dimaksudkan untuk mengurangi beban air limbah yang dihasilkan dan mencegah timbulnya penurunan kualitas lingkungan di sekitar bangunan (Roshaunda *et al.*, 2019). Bangunan gedung yang

dikenakan persyaratan bangunan gedung hijau mengikuti klasifikasi bangunan gedung sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan tentang persyaratan teknis bangunan gedung.

1. Bangunan gedung baru dengan kategori wajib (*mandatory*).
2. Bangunan gedung baru dengan kategori disarankan (*recommended*).
3. Bangunan gedung yang sudah ada kategori wajib (*mandatory*).
4. Bangunan gedung yang sudah ada kategori disarankan (*recommended*).
5. H2M dengan kategori disarankan (*recommended*).
6. Kawasan Hijau baru dengan kategori disarankan (*recommended*) dan
7. Kawasan Hijau yang sudah ada dengan kategori disarankan (*recommended*).

Permen PUPR RI No.21 Tahun 2021 tentang penilaian kinerja bangunan gedung hijau, menetapkan 7 aspek penilaian pada tahap perencanaan teknis untuk bangunan gedung baru, dengan total nilai maksimum 165 :

1. Pengelolaan Tapak
2. Efisiensi Penggunaan Energi
3. Efisiensi Penggunaan Air
4. Kualitas Udara dalam Ruangan
5. Penggunaan Material Ramah Lingkungan
6. Pengelolaan Sampah
7. Pengelolaan air limbah

Peraturan pemerintah membuat penilaian kinerja bangunan hijau menjadi suatu kewajiban, terutama untuk proyek-proyek besar, sehingga cakupannya menjadi lebih luas dan mengikat, peraturan pemerintah berfungsi sebagai landasan hukum yang kuat, memastikan bahwa semua bangunan mematuhi standar minimum yang ditetapkan. Ini memberikan kepastian hukum dan memaksa seluruh sektor konstruksi untuk bergerak menuju praktik yang lebih berkelanjutan.

Dalam perencanaan bangunan gedung, pengelolaan tapak merupakan aspek penting yang berpengaruh terhadap keberlanjutan lingkungan dan efisiensi pemanfaatan sumber daya, termasuk air. Pengelolaan tapak tidak hanya berkaitan dengan penataan massa bangunan, tetapi juga mengatur proporsi antara area terbangun dan area terbuka yang berfungsi sebagai ruang resapan air. Dalam

konteks penerapan konsep *green building*, pengaturan tapak yang tepat menjadi salah satu upaya untuk mendukung konservasi air, mengurangi limpasan air hujan, serta menjaga keseimbangan lingkungan sekitar bangunan.

Parameter yang umum digunakan untuk mengendalikan intensitas pemanfaatan tapak antara lain Koefisien Dasar Bangunan (KDB), Koefisien Dasar Hijau (KDH), dan Koefisien Lantai Bangunan (KLB). Ketiga parameter ini berfungsi sebagai instrumen pengendalian perencanaan yang menentukan batasan luas bangunan, penyediaan ruang terbuka hijau, serta intensitas aktivitas bangunan (Peraturan Pemerintah RI, 2021).

1. Koefisien Dasar Bangunan

Koefisien Dasar Bangunan yang selanjutnya disingkat KDB adalah angka persentase berdasarkan perbandingan antara luas seluruh lantai dasar Bangunan Gedung terhadap luas lahan.

$$KDB = \frac{\text{Luas Tapak Gedung Utama}}{\text{Luas Lahan}} \times 100\% \quad (2.5)$$

2. Koefisien Daerah Hijau

Koefisien Daerah Hijau yang selanjutnya disingkat KDH adalah angka persentase perbandingan antara luas seluruh ruang terbuka di luar Bangunan Gedung yang diperuntukkan bagi pertamanan/penghijauan terhadap luas lahan.

$$KDH = \frac{\text{Luas Area Hijau}}{\text{Luas Lahan}} \times 100\% \quad (2.6)$$

3. Koefisien Lantai Bangunan

Koefisien Lantai Bangunan yang selanjutnya disingkat KLB adalah angka persentase perbandingan antara luas seluruh lantai Bangunan Gedung terhadap luas lahan.

$$KLB = \frac{\text{Total seluruh lantai bangunan}}{\text{Luas Lahan}} \times 100\% \quad (2.7)$$

2.6 Parameter Penilaian *Green building*

2.6.1 Konservasi Air

Salah satu kategori dalam sistem Greenship adalah *Water Efficiency* (WE) atau efisiensi penggunaan air, yang bertujuan untuk mendorong bangunan mengurangi konsumsi air bersih dari sumber primer (PDAM atau air tanah) dan meningkatkan pemanfaatan sumber air alternatif seperti air hujan serta air daur ulang (*grey water*). GBCI menetapkan bahwa bangunan dikategorikan efisien apabila penggunaan air bersih dari sumber utama tidak melebihi 80% dari total kebutuhan air gedung. Dengan demikian, setidaknya 20% dari kebutuhan air diharapkan dapat dipenuhi melalui sistem konservasi dan pengelolaan air internal (GBCI, 2016).

Tabel 2.4 Nilai *Occupants* dan *Factors* Fitur Air

<i>Fixture Type</i>	<i>Occupants</i>	<i>Factors</i>	<i>Units</i>
<i>WC uses male</i>	50%	0,3	<i>Average time per day/person</i>
<i>WC uses Female</i>	50%	2,3	<i>Average time per day/person</i>
<i>Urinal uses</i>	50%	2	<i>Average time per day/person</i>
<i>No urinals installed</i>	50%	2,3	<i>WC uses times per day/person</i>
<i>Hand Washing duration</i>	100%	0,15	<i>menut/use</i>
<i>Duration of shower</i>	5%	5	<i>minutes/person</i>
<i>Male Moeslim Occupancy</i>	25%	0,5	<i>50% Moeslim of 100% Male</i>
<i>Female Moeslim Occupancy</i>	25%	2,5	<i>50% Moeslim of 100% Famale</i>
<i>Male Occupancy</i>	100%	0,5	<i>Per day for male and female</i>
<i>Ablution (Wudhu)</i>	100%	2	<i>Minutes for male and female</i>
<i>Usage</i>	100%	2	<i>Times/day</i>
<i>Landscape Usage</i>	-	2	<i>Time showering/day</i>

Untuk mengetahui seberapa besar konsumsi air bersih pada bangunan berdasarkan jumlah pengguna serta frekuensi penggunaan setiap jenis perlengkapan sanitasi. Berikut tahap perhitungan efisiensi air menurut (GBCI, 2016) :

1. Menghitung Jumlah *Flush*

$$Flush = \text{Jumlah Pengguna} \times \text{Occupants} \times \text{Factors} \quad (2.8)$$

Flush = frekuensi penggunaan peralatan

2. Menghitung Jumlah Konsumsi Air berdasarkan *water flow rate*

$$\begin{aligned} \text{Flush Standar} &= \text{Jumlah Flush} \times \text{Water Flow Rate} \\ \text{Flush Purposed} &= \text{Jumlah Flush} \times \text{Water Flow Rate} \end{aligned} \quad (2.9)$$

3. Menghitung Penghematan Air Bersih

$$\text{Penghematan} = \frac{\text{Konsumsi Air Purposed}}{\text{Konsumsi Air Baseline}} \times 100\% \quad (2.10)$$

2.6.2 Efisiensi Penggunaan Air

Pada Permen PUPR RI No.21 Tahun 2021 efisiensi penggunaan air pada BGH dimaksudkan untuk mengoptimalkan penggunaan air bersih pada Bangunan Gedung, Untuk Bangunan Gedung dengan kategori wajib (*mandatory*) dan disarankan (*recommended*) tidak diperkenankan menggunakan air tanah, kecuali belum ada layanan jaringan perpipaan air bersih fasilitas kota, terdiri dari beberapa kriteria untuk memenuhi parameter penilaian pada efisiensi penggunaan air.

Tabel 2.5 Daftar Simak Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Hijau Efisiensi Penggunaan Air

Parameter Penilaian Kinerja		Poin
Efisiensi Penggunaan Air		22
1.	Sumber Air	13
	a. Air PDAM atau perusahaan air minum lainnya	1
	b. Air Permukaan (air sungai, air danau, air laut) yang dioleh dengan izin	3
	c. Air hujan daur yang diolah	2
	Air daur ulang :	
	1) Air daur ulang dari air bekas (<i>grey water</i>)	2
	Apabila dilengkapi meter air diberi nilai tambahan 1	1
	2) Air daur ulang air kotor (<i>black water</i>)	3
	Apabila dilengkapi meter air diberi nilai tambahan 1	1
2.	Pemakaian Air	4
	a. Direncanakan meter air dipasang di setiap sistem keluaran air tanah	2
	b. terdapatnya perhitungan rencana penghematan konsumsi air dalam bentuk neraca air	2
3.	Penggunaan Peralatan saniter Hemat air (<i>water fixture</i>)	5
	<i>pilih salah satu</i>	
	a. Direncanakan bangunan gedung menggunakan paling sedikit 25% produk <i>fixture</i> hemat air dari total rencana pengadaan produk <i>fixture</i>	3

Parameter Penilaian Kinerja		Poin
Efisiensi Penggunaan Air		22
b.	Paling sedikit 50% dari total pengadaan produk <i>fixture</i>	4
c.	Paling sedikit 75% dari total pengadaan produk <i>fixture</i>	5

1. Sumber Air

Sumber air merupakan asal penyediaan air untuk memenuhi kebutuhan air bersih pada Bangunan Gedung. Perencanaan sumber air perlu memperhatikan ketersediaan pasokan air baik dari PDAM maupun dari penyedia air lainnya dan menghindari pemakaian air tanah sebagai sumber primer.

2. Pemakaian air

Pemakaian air merupakan seberapa besar sumber air digunakan untuk memenuhi kebutuhan harian penghuni atau pengguna Bangunan Gedung. Kebutuhan air bersih merupakan komponen penting dalam penerapan konsep *Green building* karena berkaitan dengan efisien sumber daya dan keberlanjutan lingkungan. Penentuan jumlah kebutuhan air di hitung berdasarkan jumlah yang terdapat pada gedung, dengan mengetahui rata-rata per orang per hari maka akan diketahui jumlah kebutuhan air bersih dalam sehari (Rinka, 2017). Persamaan yang digunakan untuk menghitung kebutuhan air bersih (Noerbambang & Morimura, 2000).

3. Penggunaan peralatan Saniter Hemat air (*Water Fixture*)

Penggunaan peralatan saniter hemat air (*water fixture*) merupakan salah satu usaha untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air pada Bangunan Gedung. *Water fixture* pada BGH meliputi kloset, kran air, urinal, pancuran air (*Shower*), bidet, dan lain-lain. Penggunaan peralatan saniter hemat air (*water fixtures*) harus memiliki kapasitas penghematan air yang diperhitungkan minimum mengikuti tabel sebagai berikut:

Tabel 2.6 Kapasitas Penghematan Air pada peralatan Saniter (*Water Fixture*)

No.	Perangkat Sambungan Air	Kapasitas Maksimum	Satuan
1	WC, <i>flush valve</i>	6	liter/ <i>flush</i>
2	WC, <i>flush tank</i>	6	liter/ <i>flush</i>
3	Urinal <i>flush</i>	4	liter/ <i>flush</i>

No.	Perangkat Sambungan Air	Kapasitas Maksimum	Satuan
4	Shower mandi	9	liter/menit
5	Keran tembok	8	liter/menit
6	Keran <i>washtafel/alavtory</i>	8	liter/menit

2.6.3 Parameter Pengelolaan Air Limbah

Permen PUPR RI No.21 Tahun 2021 pengelolaan air limbah pada BGH dimaksudkan untuk mengurangi beban air limbah yang dihasilkan dan mencegah timbulnya penurunan kualitas lingkungan di sekitar bangunan.

Tabel 2.7 Daftar simak penilaian kinerja Bangunan Gedung Hijau Pengelolaan Air Limbah

Parameter Penilaian Kinerja		Poin
1.	Penyediaan Fasilitas Pengelolaan Air Limbah Sebelum Dibuang ke Saluran Pembuangan Kota	7
a.	Bangunan Gedung yang terletak di daerah pelayanan sistem jaringan air limbah kota atau komunal dapat-memanfaatkan jaringan tersebut:	
	<i>Pilih salah satu</i>	
1)	Jaringan pipa langsung terhubung tanpa pra pengolahan	1
2)	Dilengkapi dengan pra pengolahan (bak kontrol, <i>grase trap</i> , <i>screen</i> , dan sebagainya)	2
b.	Daur Ulang air yang berasal dari air limbah domestik	
1)	Jenis Pengolahan:	
	<i>Pilih salah satu</i>	
a)	Hanya pra pengolahan	1
b)	Pra pengolahan dan pengolahan primer	2
c)	Pengolahan lengkap (pra pengolahan, pengolahan air limbah, dan pengolahan/penanganan lumpur)	3
2)	Rencana kualitas air olahan memenuhi baku mutu sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan	2
2.	Daur Ulang Air yang Berasal dari Air Limbah Domestik	5
a.	Menggunakan air hasil daur ulang untuk lebih dari satu fungsi:	
	<i>Pilih salah satu</i>	
1)	Penggunaan hanya untuk dua fungsi	2
2)	Penggunaan lebih dari dua fungsi	3
b.	Rencana kualitas air daur ulang untuk fungsi <i>cooling tower</i> atau penggelontoran/ <i>flushing</i> memenuhi standar baku mutu sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan	2

1. Penyediaan Fasilitas Pengolahan Air Limbah Sebelum Dibuang ke Saluran Pembuangan Kota.

Penyediaan fasilitas pengelolaan air limbah diperlukan sebelum dibuang ke saluran pembuangan kota atau badan air. Fasilitas ini diperlukan untuk menjaga kualitas air limbah yang dibuang agar sesuai dengan ketentuan atau standar air limbah yang berlaku.

2. Daur Ulang Air yang Berasal dari Air Limbah Domestik

Pada bangunan Gedung, air limbah yang dihasilkan, selain diolah untuk dapat memenuhi baku mutu air limbah sebelum dibuang ke lingkungan, juga dapat didaur ulang untuk dimanfaatkan kembali.

2.7 Penilaian Bangunan Gedung Hijau

Pada Permen PUPR 21/2021 mengenai Penilaian kinerja BGH dilakukan dengan menghitung total nilai poin yang diperoleh dari setiap parameter penilaian yang terpenuhi. Total nilai poin tersebut merupakan hasil penjumlahan poin dari masing-masing kriteria yang dinilai dan dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$P_n = K_1 + K_2 + K_3 + \dots + K_n \quad (2.11)$$

Keterangan :

P = Parameter (total poin)

n = jenis parameter/kriteria

K = kriteria (poin yang di dapat dari hasil analisis per kriteria)

Selanjutnya, untuk mengetahui tingkat pencapaian kinerja pada setiap parameter penilaian, dilakukan perhitungan persentase nilai dengan membandingkan skor yang diperoleh terhadap skor maksimum yang dapat dicapai. Persentase pencapaian masing-masing parameter dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$P_n = \frac{\sum \text{skor } P_n}{\text{skor maksimum } K_n} \times 100\% \quad (2.12)$$

Hasil penilaian kinerja Bangunan Gedung Hijau kemudian dinyatakan dalam bentuk persentase terhadap total nilai maksimum. Persentase nilai tersebut

digunakan untuk menentukan kategori atau peringkat BGH sesuai dengan ketentuan yang berlaku, yaitu BGH Pratama, BGH Madya, dan BGH Utama. Penentuan kategori ini bertujuan untuk menunjukkan tingkat penerapan prinsip bangunan gedung hijau pada bangunan yang dinilai. Tabel berikut menyajikan persyaratan poin dan batas nilai capaian untuk masing-masing kategori BGH berdasarkan parameter penilaian yang ditetapkan

Tabel 2.8 Sistem Penilaian Kinerja Tahap Perencanaan Teknis BGH untuk Bangunan Gedung Baru

No	Persyaratan Poin BGH Pratama	Poin	BGH Pratama	BGH Madya	BGH Utama
A	Pengelolaan Tapak	38	45% s.d. 65%	Lolos SLF	Lebih dari 65% s.d. 80% sesuai Parameter Permen PUPR Penilaian Kinerja BGH
B	Efisiensi Penggunaan Energi	46			
C	Efisiensi Penggunaan Air	22			
D	Kualitas Udara dalam Ruangan	19			
E	Penggunaan Material Ramah Lingkungan	21			
F	Pengelolaan Sampah	7			
G	Pengelolaan Air Limbah	12			
	TOTAL	165			Lebih dari 80% s.d. 100% Sesuai parameter Permen PUPR Penilaian Kinerja BGH