

Rancangan Sumur Resapan pada Bangunan Hunian Vertikal sebagai Implementasi kriteria Greenbuilding

Ayu Sartika Imia Manik¹, Satyanto Krido Saptomo¹ dan Yudi Chadirin^{1*}

¹ Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia, 16680

* penulis koresponden: yudi@apps.ipb.ac.id

Abstrak: Perubahan tata guna lahan akibat pembangunan terus meningkat sehingga berdampak terhadap penurunan daerah infiltrasi dan peningkatan limpasan air permukaan. Salah satu solusi untuk mengurangi limpasan air permukaan adalah dengan menerapkan konsep *green building* menggunakan sumur resapan. Penelitian ini bertujuan merancang sumur resapan berdasarkan *greenship new building* versi 1.2 untuk mengurangi volume limpasan air hujan dan air limpasan *effluen sewage treatment plant* (STP) yang telah memenuhi baku mutu pada bangunan hunian vertikal (apartemen) dan melakukan penilaian *green building* kategori tepat guna lahan pada tahap pengakuan desain. Hasil perencanaan sumur resapan air hujan sesuai dengan *greenship new building* versi 1.2 menunjukkan bahwa perlu dibuat sumur resapan berbentuk lingkaran dengan diameter 1,5 m dan kedalaman 5 m, dibutuhkan 34 unit dengan nilai efektifitas sebesar 99,1%, sedangkan sumur resapan untuk air efluen STP diperlukan sebanyak 44 unit dengan efektifitas 100%. Hasil penilaian *green building* pada perencanaan bangunan hunian vertikal tersebut pada kategori tepat guna lahan mencapai 64% (11 dari 17 poin)

Diterima: 22 Desember 2023

Diperbaiki: 18 April 2024

Disetujui: 23 April 2024

Kata kunci: *green building*; hunian vertikal; sumur resapan

1. Pendahuluan

Urbanisasi di dunia merupakan fenomena utama dalam perkembangan suatu kota. Urbanisasi dipicu adanya perbedaan pertumbuhan atau ketidakmerataan fasilitas-fasilitas dari pembangunan, khususnya antara daerah perdesaan dan perkotaan. Akibatnya, wilayah perkotaan menjadi magnet yang menarik kaum urban untuk mencari pekerjaan(1). Peningkatan jumlah penduduk perkotaan akan menimbulkan berbagai permasalahan serta membawa konsekuensi dalam segala aspek kehidupan di perkotaan. Banyak kota besar yang pada kenyataannya tidak mampu lagi menyediakan pelayanan-pelayanan seperti sanitasi, kesehatan, perumahan, transportasi, bagi sebagian penduduknya (2). Hadirnya bangunan-bangunan seperti apartemen, rumah susun dan kondominium merupakan titik terang bagi masyarakat Indonesia atas keterbatasan tanah untuk tetap memiliki tempat tinggal. Bangunan hunian vertikal seperti apartemen dan rumah susun semakin banyak dibangun di daerah sub-urban untuk memenuhi kebutuhan tempat tinggal bagi pekerja urban. Pelaksanaan suatu pembangunan apartemen tidak hanya menghasilkan sebuah gedung baru melainkan terdapat dampak yang selalu membersamainya. Penerapan prinsip *green building* kategori tepat guna lahan terhadap kriteria manajemen air limpasan menggunakan sumur resapan

dapat dilakukan sebagai upaya menjaga keseimbangan lingkungan ditengah berkurangnya lahan terbuka sebagai daerah infiltrasi. Aplikasi sederhana dalam manajemen air limpasan hujan yang dapat dilakukan yaitu dengan membuat sumur-sumur resapan yang tujuannya memasukkan air ke dalam tanah dari air hujan yang jatuh ke atap bangunan (3–5). Sama halnya dengan air hujan, air efluen *sewage treatment plant* (STP) yang telah memenuhi baku mutu pada apartemen juga dialirkan ke dalam sumur resapan. Upaya tersebut dilakukan untuk memelihara keberadaan dan mutu air tanah supaya tetap tersedia dalam kualitas dan kuantitas yang memadai guna memenuhi kebutuhan makhluk hidup baik di masa sekarang maupun di masa yang akan datang. Permasalahan kekurangan air bersih yang terjadi saat ini juga perlu diantisipasi untuk pemenuhan kebutuhan air pada bangunan hunian vertikal agar upaya penghematan air sehingga penggunaan air lebih efektif dan tidak berlebihan. Berdasarkan penelitian sebelumnya (6), upaya yang dapat dilakukan dalam penghematan penggunaan air serta persentase penghematan yang dihasilkan yaitu, dengan membangun unit daur ulang air limbah dapat menghemat pemakaian air sebesar 28,74%, pemanenan air hujan yang dapat menghemat 2,4% dan apabila diperbesar bak penampungnya dapat ditingkatkan menjadi sekitar 20%. Pembuatan sumur resapan dapat menjaga kesetimbangan hidrologi air tanah sehingga dapat mencegah intrusi air laut. Penelitian ini bertujuan merancang sumur resapan limpasan air hujan dan limpasan air efluen instalasi pengolahan limbah cair pada kawasan bangunan hunian vertikal yang berlokasi di wilayah Dramaga Bogor.

2. Metode

Penelitian ini dilakukan di salah satu proyek pembangunan bangunan hunian vertikal yang terletak di Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor dan secara geografis berada diantara garis 6°34'12" hingga 6°34'37,92" LS serta 106°44'49,92" hingga 106°45'15,84" BT. Luas kawasan bangunan hunian vertikal yang direncanakan sebesar 1,14 ha, terdiri dari tiga tower, yaitu tower hijau, tower merah dan tower biru. Selain itu, pada kawasan apartemen terdapat instalasi pengolahan limbah cair atau *sewage treatment plant* (STP) yang berfungsi untuk mengolah air limbah yang dihasilkan dari ketiga tower apartemen.

Data yang digunakan untuk perhitungan diantaranya berupa curah hujan rencana sebesar 50 mm/hari digunakan sebagai acuan sesuai dengan syarat dalam *greenship new building* versi 1.2 (7), koefisien permeabilitas tanah, kebutuhan air bersih apartemen dan harga satuan pekerjaan tertinggi upah dan bahan kota Bogor.

2.1. Penentuan Nilai Koefisien Permeabilitas

Permeabilitas digunakan untuk menyatakan kemampuan tanah dalam meloloskan zat cair (air hujan) baik secara lateral atau vertikal. Permeabilitas tanah penting untuk diukur karena faktor tersebut menentukan apakah tanah dapat dibangun sumur resapan atau tidak. Syarat permeabilitas tanah untuk dapat membuat sumur resapan adalah > 2 cm/jam (8). Penentuan permeabilitas tanah pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data hasil uji langsung yang dilakukan saat penyusunan analisa dampak lingkungan, yakni sebesar 6 cm/jam atau 1,44 mm/hari (9).

2.2. Perhitungan Tata Guna Lahan dan Koefisien Limpasan

Penentuan luas tutupan lahan menggunakan software Google Earth dan ArcGIS 10 dengan menghitung luas tutupan lahan per DTA. Koefisien limpasan (C) merupakan perbandingan antara limpasan dan curah hujan (10). Tutupan lahan di lokasi berupa taman, perkerasan dan atap sehingga nilai koefisien limpasan atau koefisien C digunakan nilai sebesar 0,25 untuk taman, 0,95 untuk perkerasan dan atap (11).

2.3. Desain sumur resapan

Volume andil banjir adalah volume air hujan yang jatuh ke bidang tadah, yang akan dilimpaskan ke sumur resapan air hujan (12). Volume andil banjir digunakan untuk menghitung kapasitas dan jumlah sumur resapan (13). Untuk perhitungan volume andil banjir dapat dilakukan berdasarkan SNI (8) dengan Persamaan 1.

$$V_{ab} = 0,85 \times C \times A \times R \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- V = Volume andil banjir (m³)
- C = Koefisien limpasan
- A = Luas daerah pengaliran (m²)
- R = Tinggi hujan harian rata-rata (mm/hari)

Untuk perhitungan kapasitas sumur resapan diperlukan volume daya resap tanah. Sehingga dapat diketahui kapasitas dan jumlah sumur resapan yang dibutuhkan. Untuk menghitung kapasitas dan jumlah sumur resapan dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan (2), (3), (4) , (5) dan (6).

$$V_{rsp} = \frac{t_e}{24} \times A \times K \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- V_{rsp} = Volume air hujan yang meresap (m³)
- t_e = Durasi hujan = $\frac{0,90R^{0,92}}{60}$ (jam)
- A = Luas permukaan sumur (m²)
- K = Koefisien permeabilitas tanah (m/hari)

(untuk dinding sumur yang kedap, dinilai K_v = K_h, untuk dinding tidak kedap diambil nilai K_{rata-rata})

$$K_{rata-rata} = \frac{t_e}{R} \times A_{total} \times K_v \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

- K_{rata-rata} = koefisien permeabilitas tanah rata-rata (m/hari)
- K_v = koefisien permeabilitas tanah pada dinding sumur (m/hari) = 2K_h
- K_h = koefisien permeabilitas tanah pada alas sumur (m/hari)
- A_h = luas alas sumur dengan penampang lingkaran = $\frac{1}{4} \cdot \mu \cdot D^2$ (m²)
- A_v = luas dinding sumur dengan penampang lingkaran = $\mu \cdot D \cdot H$ (m²)

$$V_{storasi} = V_{ab} - V_{rsp} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

- V_{storasi} = Volume penampungan (m³)
- V_{ab} = Volume andil banjir (m³)

$$H_{total} = \frac{v_{ab} - v_{rsp}}{A_h} \dots\dots\dots(5)$$

$$n = \frac{H_{total}}{H_{rencana}} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

H_{total} = Kedalaman total sumur resapan air hujan (m)

A_h = Luas dinding sumur dengan penampang lingkaran = $\mu \cdot D \cdot H$ (m²)

= Luas dinding sumur dengan penampang segi empat = $2 \cdot P \cdot L$ (m²)

n = Jumlah sumur resapan

H_{total} = Kedalaman total sumur resapan air hujan (m)

$H_{rencana}$ = Kedalaman yang direncana < kedalaman air tanah (m)

2.4. Perhitungan Konsumsi Air Bersih dalam Bangunan

Kebutuhan air bersih dihitung berdasarkan jumlah populasi yang terdapat pada bangunan hunian vertikal dan berdasarkan alat *plumbing* yang digunakan. Jika pemakaian air rata-rata per orang per hari diketahui maka akan diketahui jumlah kebutuhan air bersih dalam sehari. Menurut Noerbambang dan Morinaga (14) untuk menghitung kebutuhan air bersih dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan 7 :

$$\text{Kebutuhan air (orang } \frac{\text{liter}}{\text{hari}}) = \text{jumlah populasi (orang)} \times \text{pemakaian air bersih (} \frac{\text{liter}}{\text{hari}}) \dots\dots\dots (7)$$

2.5. Perhitungan Air Limbah

Volume air limbah pada apartemen dapat dihitung berdasarkan kebutuhan air bersih apartemen. Jika kebutuhan air bersih apartemen per orang per hari diketahui maka volume air limbah akan diperoleh dengan asumsi 80% dari volume pemakaian air bersih. Selanjutnya volume air limbah yang telah dihitung akan menjadi input bagi STP sehingga diperoleh laju aliran efluen yang keluar dari STP untuk dimasukkan dan diresapkan ke dalam sumur resapan.

Perangkat yang digunakan untuk melakukan penilaian kesesuaian rancangan bangunan hunian vertikal ini dengan konsep *green building* GBCI ialah *green ship rating tools* untuk gedung baru versi 1.2 (7), khususnya aspek tepat guna lahan (ASD), yang juga mengacu pada peraturan-peraturan lain yang disyaratkan pada kategori tersebut. Asesment ini merupakan penilaian pada tahap rekognisi rancangan (design recognition). Setelah dilakukan analisis kesesuaian dan penilaian rancangan bangunan hunian vertikal terhadap konsep *green building* pada *rating tools* tersebut, dilakukan proses perolehan nilai pada kategori tepat guna lahan

Pada penelitian ini perhitungan RAB dilakukan dengan mengacu pada SNI 6897-2008 dan SNI 7394-2008 (15,16).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Volume Andil Banjir

Volume andil banjir adalah volume air hujan yang jatuh ke bidang tadah yang akan dilimpaskan ke sumur resapan air hujan. Volume andil banjir digunakan untuk menghitung dimensi sarana penampungan sumur resapan. Faktor-faktor yang mempengaruhi volume andil banjir yaitu curah hujan, luas bidang tadah dan koefisien limpasan (C). Curah hujan yang digunakan sebesar 50 mm/hari sesuai dengan syarat pada penilaian bangunan hijau dari *Green building Council Indonesia* (GBCI) *green ship new building* kategori tepat guna lahan dalam perencanaan sumur resapan. Sedangkan penentuan nilai C yang digunakan dalam perhitungan tergantung pada karakter permukaan tadah. Jenis permukaan tadah yang terdapat pada lokasi penelitian yaitu tadah berupa taman, perkerasan dan atap dengan nilai C pada jenis tadah taman, perkerasan dan atap secara berurut sebesar 0,25; 0,95 dan 0,95 (11) sehingga diperoleh C gabungan sebesar 0,63. Hasil perhitungan volume andil banjir dapat dilihat pada

Tabel 1.

Tabel 1 memperlihatkan bahwa volume andil banjir yang dihasilkan dari taman sebesar 166,07 m³, perkerasan sebesar 77,03 m³ dan atap sebesar 63,94 m³. Sehingga diperoleh volume andil banjir total kawasan hunian bangunan vertikal tersebut sebesar 307,03 m³. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin luas bidang tadah maka semakin besar pula volume andil banjir yang dihasilkan. Begitu juga dengan nilai koefisien limpasan dan besarnya curah hujan, semakin tinggi nilai C dan R maka semakin besar nilai volume andil banjirnya.

Tabel 1. Hasil perhitungan volume andil banjir

Tadah	Luas (m ²)	Curah Hujan (mm)	C	C _{gab}	V _{ab} (m ³)
Taman	6.166	50	0,25	0,63	166,07
Perkerasan	2.860	50	0,95	0,63	77,03
Atap	2.374	50	0,95	0,63	63,94
Total	11.400				307,03

3.2. Air Limbah Apartemen

Penentuan volume air limbah rencana apartemen diperoleh dengan analisis total kebutuhan air bersih apartemen. Analisis kebutuhan air bersih dilakukan dengan menggunakan metode jumlah penghuni dan luas lantai. Hasil analisis kebutuhan air bersih pada ketiga tower apartemen disajikan pada

Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis kebutuhan air bersih apartemen

	<i>Tower Hijau</i>	<i>Tower Merah</i>	<i>Tower Biru</i>
Luas tiap lantai (m ²)	670	807	807
Total lantai (lantai)	15	18	20
Luas total lantai (m ²)	10.050	14.526	16.140
Luas lantai efektif (m ²)	6.030	8.715,6	9.684
Jumlah penghuni gedung (orang)	1.206	1.743	1.937
Jumlah penghuni tiap lantai (orang)	80	96	96
Pemakaian air rata-rata (liter/hari)	120.600	174.312	19.3680

Tower hijau terdiri atas 15 lantai memiliki total luas lantai sebesar 10.050 m², tower merah terdiri atas 18 lantai memiliki total luas lantai sebesar 14.526 m² dan tower biru terdiri atas 20 lantai memiliki luas total lantai 16.140 m². Melalui luas total lantai tersebut maka diperoleh luas lantai efektif tower hijau, merah dan biru secara berurutan sebesar 6.030 m²; 8.715,6 m² dan 9.684 m². Luas lantai efektif diperlukan dalam menentukan jumlah penghuni pada setiap lantai sehingga pemakaian air rata-rata gedung dapat ditentukan. Jumlah pemakaian air rata-rata diperoleh dari jumlah penghuni terhadap kebutuhan air bersih per penghuni. Perhitungan kebutuhan air bersih mengacu pada SNI 03-7065-2005 tentang tata cara perencanaan sistem plambing (17). Kebutuhan air bersih yang digunakan pada rumah susun adalah sebesar 100 liter/penghuni/hari sehingga diperoleh besar kebutuhan air bersih pada tower hijau sebesar 120,6 m³/hari, tower merah sebesar 174,3 m³/hari dan tower biru sebesar 193,7 m³/hari. Volume kebutuhan air bersih dari ketiga tower digunakan untuk menentukan volume air limbah. Volume air limbah yang diperoleh ketiga tower diperkirakan 80% dari penggunaan air bersih gedung. Berdasarkan hasil analisis, total air limbah yang dialirkan menuju STP sebesar 391 m³/hari dengan debit air limbah yang mengalir menuju STP sebesar 0,00452 m³/detik seperti yang disajikan pada **Tabel 3.**

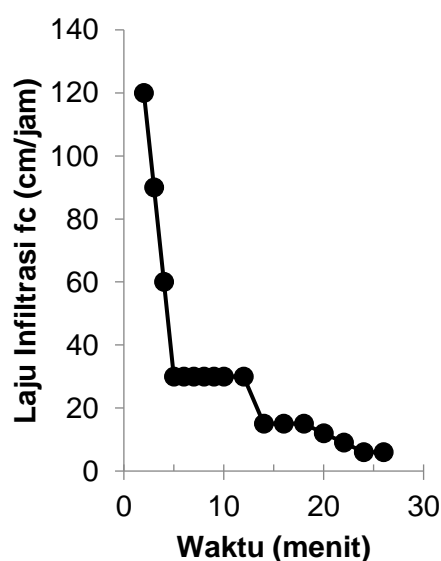
Tabel 3. Analisis volume air limbah

Sumber air limbah	Kebutuhan Air Bersih/Tower (liter/hari)	Total Air limbah/ Tower (liter/hari)	Total Air Limbah (liter/hari)	Volume Air Limbah (m ³ /hari)
Tower Hijau	120.600	96.480		
Tower Merah	174.312	139.449,6	390.873,6	391
Tower Biru	193.680	154.944		

Pada **Tabel 3** diperoleh total air limbah sebesar 391 m³, sedangkan berdasarkan dokumen perencanaan gedung, perencanaan kapasitas tampungan STP pada kawasan hunian vertikal sebesar 500 m³. Hal tersebut menunjukkan bahwa kapasitas tampungan STP lebih besar dibandingkan volume air limbah yang telah dianalisis. Dengan demikian STP yang didesain dapat menampung jumlah limbah yang dihasilkan. Selain itu, perhitungan volume air limbah menggunakan metode jumlah penghuni dan luas lantai dapat digunakan untuk menduga timbulan limbah cair. Air efluen STP yang telah memenuhi baku mutu tidak langsung dibuang keluar apartemen melainkan ditahan dan diresapkan menggunakan sumur resapan. Namun, air tidak dapat dialirkan secara gravitasi menuju sumur resapan sehingga dibutuhkan pompa untuk mengalirkan air dari STP menuju sumur resapan.

3.3. Permeabilitas Tanah

Berbagai jenis tanah memiliki sifat dan karakteristik yang berbeda, bahkan satu jenis tanah yang sama dengan lokasi berbeda dapat menyebabkan sifat tanah menjadi berbeda pula. Bentuk dan sifat fisik tanah terutama ukuran ruang pori setiap jenis tanah berbeda, perbedaan ini erat hubungannya dengan komposisi bahan penyusun tanah. Tanah sebagai satu sistem yang heterogen, tersusun dari berbagai partikel, mineral, perlapisan, dan terdiri dari butir-butir anorganik maupun organik. Besarnya kapasitas infiltrasi sangat dipengaruhi oleh jenis tanah yaitu kemampuan tanah dalam meresapkan air hujan kedalam tanah. Kapasitas infiltrasi curah hujan dari permukaan tanah ke dalam tanah sangat berbeda-beda tergantung pada kondisi tanah ditempat yang bersangkutan(18). Penentuan permeabilitas tanah pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data hasil uji langsung yang telah dilakukan sebelumnya (9) pada lokasi penelitian. Grafik laju infiltrasi dapat dilihat pada **Gambar 1**.

**Gambar 1.** Grafik laju Infiltrasi

Grafik laju infiltrasi pada **Gambar 1** menunjukkan bahwa laju infiltrasi tanah (f_c) di lokasi penelitian mencapai konstan pada menit ke-4 hingga menit ke 12 namun mengalami penurunan lagi pada menit ke-26 menjadi sebesar 6 cm/jam dan cenderung konstan. Dapat disimpulkan bahwa nilai permeabilitas tanah (k) di lokasi penelitian sebesar 6 cm/jam atau 1,44 m/hari. Nilai permeabilitas tanah tersebut termasuk dalam golongan sedang yang memiliki rentang permeabilitas sebesar 2 - 6,25 cm/jam (19). Dengan demikian nilai permeabilitas di lokasi penelitian telah sesuai dengan syarat permeabilitas tanah yang dapat digunakan untuk sumur resapan yaitu lebih besar dari 2 cm/jam (8).

3.4. Desain Sumur Resapan

Kawasan hunian vertikal tersebut memiliki halaman yang cukup luas sehingga memungkinkan untuk dibangun sumur resapan sesuai dengan persyaratan yang ada pada SNI 03-2453-2002. Sumur resapan yang direncanakan pada penelitian ini terdiri dari dua peruntukan yaitu sumur resapan untuk air hujan dan sumur resapan untuk air efluen STP yang telah memenuhi baku mutu. Perencanaan sumur resapan dari kedua sumber tersebut dilakukan secara terpisah. Perencanaan sumur untuk air hujan dihitung berdasarkan volume limpasan hujan, sedangkan sumur resapan untuk efluen STP dihitung berdasarkan volume limbah yang dihasilkan. Kedua aliran yang dihasilkan dari masing-masing sumber akan dialirkan dan bertemu pada saluran air buangan campuran, selanjutnya dialirkan menuju sumur resapan. Hasil perhitungan jumlah sumur resapan untuk air hujan yang dibutuhkan pada kawasan hunian vertikal tersebut dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Hasil perhitungan sumur resapan untuk air hujan

Tadah	V_{ab} (m ³)	$D_{rencana}$	V_{rsp} (m ³)	$V_{storasi}$ (m ³)	H_{total} (m)	$H_{rencana}$ (m)	n_{sumur}
Taman	166,07	1,5	0,83	165,23	93,6	5	18
Perkerasan	77,03	1,5	0,83	76,19	43,1	5	9
Atap	63,94	1,5	0,83	63,10	35,7	5	7
Total		307,03		304,53	172,42		34

Kedalaman total (H_{total}) merupakan kedalaman yang diperlukan agar sumur resapan mampu menampung air hujan, sedangkan kedalaman rencana ($H_{rencana}$) merupakan kedalaman sumur resapan yang akan digunakan sebagai desain sumur resapan. Kedalaman rencana yang digunakan tidak boleh melebihi kedalaman muka air tanah (MAT) agar sumur tidak terisi dengan air tanah (8). Kedalaman MAT di lokasi penelitian pada akuifer tidak terkekang sebesar 6-25 m dibawah muka tanah.

Sumur resapan yang direncanakan berbentuk lingkaran dengan diameter sebesar 1,5 m dan kedalaman sebesar 5 m sehingga diperoleh luas alas sumur sebesar 1,76 m², luas dinding sumur sebesar 23,55 m², luas permukaan total sebesar 25,31 m² dan didapatkan volume resapan sebesar 0,83 m³. Hasil perhitungan jumlah sumur resapan air hujan pada **Tabel 4** memperlihatkan bahwa volume penampungan total sumur yang dibutuhkan untuk menampung limpasan hujan pada kawasan hunian vertikal tersebut sebesar 304,52 m³ dengan kedalaman sumur total 172,42 m. Berdasarkan dimensi sumur yang telah direncanakan, maka jumlah sumur resapan yang dibutuhkan untuk menampung limpasan hujan pada kawasan tersebut adalah 34 sumur resapan. Sedangkan hasil perhitungan kebutuhan sumur resapan untuk air efluen STP dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Hasil perhitungan sumur resapan untuk air efluen STP

Sumber	D rencana (m)	$V_{storasi}$ (m ³)	H total (m)	H rencana (m)	Jumlah Sumur
STP	1,5	391	221,4	5	44

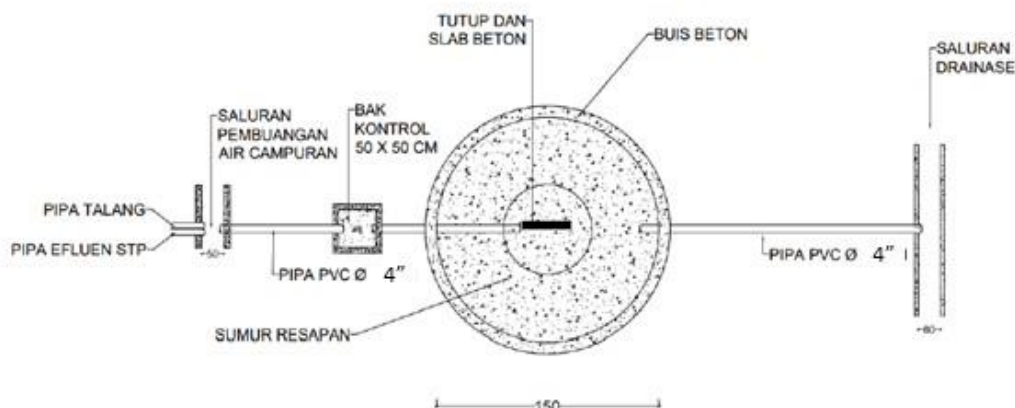
Hasil perhitungan kebutuhan sumur resapan untuk air efluen STP pada **Tabel 5** memperlihatkan bahwa volume penampungan total sumur yang dibutuhkan untuk menampung air efluen STP sebesar

391 m³ dengan kedalaman sumur total sebesar 221,4 m. Berdasarkan dimensi sumur yang telah direncanakan, maka jumlah sumur resapan yang dibutuhkan untuk menampung dan meresapkan limpasan air efluen STP adalah 44 sumur resapan, sehingga total sumur resapan yang perlu dibangun pada kawasan hunian vertikal tersebut adalah 78 unit sumur resapan.

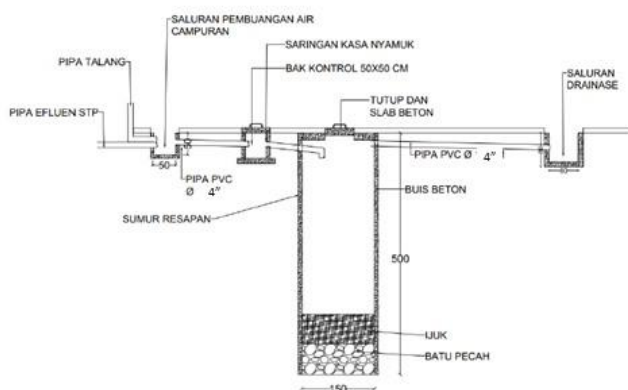
Perencanaan bagian-bagian sumur resapan meliputi penutup sumur, dinding sumur, pengisi sumur dan bak kontrol. Penutup sumur dibuat dari plat beton bertulang dengan tebal 10 cm. Direncanakan sumur resapan akan ditimbun dengan tanah sejauh 10 cm dari permukaan tanah. Penutup sumur resapan akan dilengkapi dengan lubang kontrol berbentuk persegi dengan panjang sisinya 50 cm. Lubang kontrol penting dibuat agar kondisi sumur resapan dapat dilihat, dan dapat diperbaiki jika terjadi kerusakan.

Dinding sumur resapan digunakan berupa buis beton berporus (*porous chamber*) dengan tebal 8 cm. Pemilihan *porous chamber* sebagai bahan untuk dinding sumur resapan karena selain memiliki kekuatan yang cukup baik untuk menahan kuat tekan tanah, porous chamber juga memiliki sifat dapat meloloskan air. Porous chamber dapat memiliki kuat tekan mencapai 177 kg/cm² sehingga dapat menahan kuat tekan tanah yang terjadi (20). *Porous chamber* merupakan beton dengan porositas tinggi sehingga beton tersebut baik digunakan untuk meloloskan air (21). Konstruksi untuk pengisi sumur bagian bawah digunakan batu pecah ukuran 10-20 cm dan ijuk sebesar 25% dari kedalaman sumur. Hal ini difungsikan untuk meredam energi aliran air yang mengalir dari saluran sehingga tidak merusak konstruksi bangunan sumur. Pengaliran air dari saluran ke dalam sumur resapan digunakan pipa PVC berdiameter 4 inch atau 114 mm. Selain itu, perancangan sumur resapan juga dihubungkan melalui pipa penyalur ke saluran drainase untuk membuang kelebihan air apabila air hujan dari atap tidak mampu ditampung oleh sumur resapan.

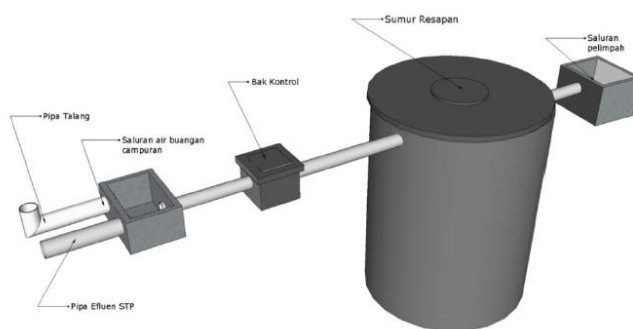
Penentuan letak sumur resapan harus dilakukan sesuai dengan syarat penentuan jarak antara sumur resapan terhadap bangunan disekitarnya berdasarkan SNI 03-2453-2002. Penentuan letak dan jarak sumur resapan perlu diperhatikan untuk tetap menjaga keberlangsungan fungsi dari masing-masing konstruksi bangunan. Berdasarkan SNI 03-2453-2002, jarak antar sumur resapan minimal 3 m, jarak sumur resapan terhadap pondasi bangunan minimal 1 m, dan jarak sumur resapan terhadap tangki septik minimal 5 m. Hasil perencanaan sumur resapan dapat dilihat pada **Gambar 2** sampai **4**.



Gambar 2. Denah Sumur Resapan



Gambar 3. Potongan Melintang Sumur Resapan



Gambar 4. Sumur resapan dalam 3 dimensi

3.5 Biaya konstruksi

Hasil perhitungan RAB menunjukkan biaya yang dibutuhkan untuk membuat sumur resapan pada kawasan hunian vertikal di lokasi penelitian untuk membuat 78 unit sumur resapan adalah Rp373.955.848,00. Biaya yang diperlukan untuk membuat 1 unit sumur resapan adalah Rp4.794.306,00. Biaya tersebut sudah termasuk biaya bahan dan tenaga kerja yang terdiri dari pekerjaan galian, resapan dan pipa. Kisaran harga pembuatan 1 unit sumur resapan dari beberapa sumber perencana memiliki rentang harga sebesar Rp700.000,00-Rp6.700.000,00 (13,22–24). Berdasarkan referensi tersebut maka perkiraan anggaran biaya pembuatan 1 unit sumur resapan pada kawasan hunian vertikal tersebut termasuk dalam kategori mahal. Perbedaan harga tersebut dapat terjadi karena adanya perbedaan jenis konstruksi yang digunakan, perbedaan volume pekerjaan yang dibutuhkan serta perbedaan harga satuan bahan dan upah pada suatu wilayah yang direncanakan.

Tabel 6. Perhitungan RAB sumur resapan

No	Item Pekerjaan	Jumlah Harga (Rp)
I	Pekerjaan galian tanah	172.452.677
II	Pekerjaan resapan	163.205.093
III	Pekerjaan pipa	38.298.078
Total		373.955.848

3.6. Efektifitas Sumur Resapan

Efektifitas sumur resapan merupakan nilai yang menunjukkan kemampuan sumur resapan dalam mengurangi beban limpasan pada suatu kawasan (25). Efektifitas sumur resapan sangat ditentukan oleh luas tadah air hujan pada suatu kawasan. Jenis tadah hujan yang terdapat pada kawasan Apartemen Jasmine Park berupa taman, perkerasan dan atap. Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan curah hujan rencana sebesar 50 mm/hari, diperoleh volume andil banjir total kawasan

apartemen sebesar 307,03 m³. Sedangkan adapun sumur resapan yang direncanakan pada penelitian ini yaitu sumur resapan berbentuk lingkaran dengan diameter 1,5 m dan kedalaman 5 m sebanyak 34 unit yang dapat menampung volume limpasan hujan sebesar 304,53 m³. Dengan demikian efektifitas pengurangan limpasan menggunakan sumur resapan yang direncanakan mencapai 99,1%. Efektifitas sumur resapan pada studi ini lebih tinggi dibandingkan studi lainnya ((26) karena sumur resapan yang dirancang 3 m lebih dalam. Sumur resapan juga sangat efektif dalam mengurangi resiko banjir dan kekeringan sebagai dampak dari perubahan iklim ((27). Penggunaan sistem sumur resapan juga memberikan berdampak signifikan terhadap siklus air regional dan mengurangi intrusi air asin ke akuifer pesisir (5).

3.7. Rekomendasi Teknis Operasional

Setelah dilakukan perencanaan dan pembangunan, dalam operasional sumur resapan perlu dilakukan pemeliharaan secara berkala. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 12 Tahun 2009 tentang Pemanfaatan Air Hujan, pemeliharaan dapat dilakukan dengan membersihkan bak kontrol dan sumur resapan dengan mengangkat filter yang berupa ijuk dan batu pecah pada setiap menjelang musim penghujan atau disesuaikan dengan kondisi tingkat kebersihan filter. Selain itu, perlu dilakukan analisis laboratorium untuk mengetahui kualitas air yang masuk ke dalam sumur resapan apabila terdapat unsur-unsur tercemar. Parameter analisa air tanah dapat mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan No. 416 Tahun 1990 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air.

3.8. Penilaian Green building Kategori Tepat Guna Lahan

Kategori tepat guna lahan merupakan salah satu dari enam kategori yang terdapat pada standar penilaian green ship untuk gedung baru. Kategori ini memiliki 1 kriteria prasyarat dan 7 kriteria tolok ukur. Poin maksimum yang dapat diambil pada kategori ini adalah 17 poin. Berdasarkan hasil penilaian terhadap kriteria-kriteria pada kategori tepat guna lahan menunjukkan bahwa kawasan hunian vertikal di lokasi penelitian ini telah memenuhi 11 dari 17 poin atau 64% dari kriteria yang ditetapkan green ship. Hasil ini menunjukkan bahwa bangunan hunian vertikal ini telah menerapkan *green building* kategori ASD. Kategori ini sangat penting karena terkait pemanfaatan lahan, serta kondisi bangunan itu sendiri, sehingga diperlukan strategi yang baik dalam mengimplementasikan kategori ini.

4. Kesimpulan

Sesuai dengan aturan dalam *green ship new building* versi 1.2 untuk menerapkan prinsip *green building* pada kawasan bangunan hunian vertikal tersebut, perlu direncanakan sumur resapan berbentuk lingkaran kedalaman sebesar 5 m. Jumlah sumur resapan air hujan yang dibutuhkan sebanyak 34 sumur resapan sedangkan sumur resapan untuk limpasan air efluen STP dibutuhkan sebanyak 44 sumur resapan. Nilai efektifitas yang dihasilkan dari perencanaan sumur resapan air hujan pada kawasan Apartemen Jasmine Park Dramaga mencapai 99,1% (memenuhi syarat dalam *green ship new building* versi 1.2) sedangkan nilai efektifitas dari sumur resapan air efluen STP direncanakan sebesar 100%.

Rekomendasi teknis operasional yang wajib dilakukan adalah melakukan pemeliharaan sumur resapan dengan membersihkan bak kontrol dan sumur resapan dengan mengangkat filter setiap menjelang musim penghujan atau disesuaikan dengan kondisi tingkat kebersihan filter. Selain itu, perlu dilakukan analisis laboratorium untuk mengetahui kualitas air yang masuk ke dalam sumur. Hasil penilaian *green building* pada perencanaan Apartemen Jasmine Park kategori tepat guna lahan mencapai 64% (11 dari 17 poin). Perlu dilakukan kajian yang lebih rinci dari setiap tolok ukur yang terdapat dalam aspek tepat guna lahan yang telah ditetapkan untuk mewujudkan *green building* di Apartemen Jasmine Park Dramaga. Pada penilaian berikutnya disarankan memahami terlebih dulu data-data yang dibutuhkan pada setiap tolok ukur sehingga data yang dibutuhkan dapat terpenuhi. Perencanaan sumur resapan dibutuhkan pengukuran serta perhitungan yang lebih detail. Dalam

melakukan penilaian sebaiknya konsultasi terlebih dahulu kepada GBCI untuk memastikan penilaian yang dilakukan benar.

Daftar Pustaka

- [1] Harahap FR. Dampak Urbanisasi Bagi Perkembangan Kota Di Indonesia. Society. 2013;1(1):35–45.
- [2] Haryono TJS. Dampak Urbanisasi Terhadap Masyarakat Di Daerah Asal. Masyarakat, Kebudayaan dan Politik. 1999;12(4):67–78.
- [3] Kusnaedi. Sumur Resapan untuk Pemukiman Perkotaan dan Perdesaan. Jakarta: Penebar Swadaya; 2011.
- [4] Kalwa F, Binder M, Händel F, Grüneberg L, Liedl R. Biological and Physical Clogging in Infiltration Wells: Effects of Well Diameter and Gravel Pack. Groundwater. 2021;59(6):819–28.
- [5] Gabr M, El-Ghandour H, Elabd S. Rainwater Harvesting from Urban Coastal Cities Using Recharging Wells: A Case Study of Egypt. Port-Said Eng Res J. 2022;0(0):0–0.
- [6] Yudo S. Upaya Penghematan Air Bersih di Gedung Perkantoran Studi Kasus : Penghematan Air di Gedung Kantor BPPT. J Teknol Lingkungan. 2018;19(1):97.
- [7] [GBCI] GBCI. Greenship Rating Tools untuk Gedung Baru Versi 1.2. 2010.
- [8] [BSN] Badan Standarisasi Nasional. SNI 03-2453-2002:Tata Cara Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan. 2002.
- [9] Hilman. Analisis Dampak Lingkungan Jasmine Park Apartemen. PT Baruna Bangun Sentosa; 2017.
- [10] Raji P, Uma E, Shyla J. Rainfall-runoff analysis of a compacted area. Agric Eng Int CIGR J. 2011;13(1):1–7.
- [11] Suripin. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Yogyakarta: Andi; 2004.
- [12] Rachman RA, Suhardjono, Juwono PT. Studi Pengendalian Banjir di Kecamatan Kepanjen dengan Sumur Resapan. J Tek Pengair. 2014;5(1):79–90.
- [13] Rofiqoh R, Noerhayati E, Rachmawati A. Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan Pada Perumahan The Araya Cluster Jasmine Valley Malang. J Rekayasa Sipil. 2019;18–25.
- [14] Noerbambang, S.N and Morinaga T. Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing. Jakarta: PT Prandya Paramita; 1996.
- [15] [BSN] Badan Standarisasi Nasional. SNI 6897-2008 :Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Dinding untuk Konstruksi Bangunan Gedung dan Perumahan. 2008.
- [16] [BSN] Badan Standarisasi Nasional. SNI 7394-2008: Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton untuk Konstruksi Bangunan Gedung dan Perumahan. 2008.
- [17] [BSN] Badan Standarisasi Nasional. SNI 03-7065-2005: Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing. 2005.
- [18] Sosrodarsono S. Hidrologi untuk Pengairan. Jakarta: PT Pradya Paramita; 1987.
- [19] Arsyad S. Konservasi Tanah dan Air Tanah (edisi revisi). Bogor: IPB Press; 2010.
- [20] Bayuaji R. Studi Kuat Tekan Beton Porus sebagai Material Alternatif Batu Bata dengan Metode Taguchi. J Apl Tek Sipil. 2014;12(1):57.
- [21] Desmaliana E, Hazairin H, Herbudiman B, Lesmana R. Kajian Eksperimental Sifat Mekanik Beton Porous dengan Variasi Faktor Air Semen. J Tek Sipil. 2020;15(1):19–29.
- [22] Damayanti WD. Sumur Resapan Air Hujan Sebagai Salah Satau Usaha Pencegahan Terjadinya Limpasan Pada Perumahan Graha Sejahtera 7, Boyolali. e-Journal MATRIKS Tek SIPIL. 2019;1(1):189–200.
- [23] Iramaulana A. Rencana Anggaran Biaya untuk Sumur Resapan Masjid Besar Kota Banjarbaru. Info Tek. 2014;15(2):239–54.
- [24] Muliawati DN, Mardyanto MA. Perencanaan Penerapan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan (Eko-Drainase) Menggunakan Sumur Resapan Di Kawasan Rungkut. J Tek ITS. 2015;4(1):D16–20.
- [25] Nugraha A. Analisis dan desain bangunan resapan air hujan di sekitar jalan Meranti-Tanjung kampus

- IPB Dramaga, Bogor [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor; 2014.
- [26] Silvia CS, Ikhsan M, Gusmilia TP. Analysis and design of integrated rainwater harvesting with infiltration wells as a sustainable groundwater conservation. AIP Conf Proc. 2023;2629(1).
- [27] Aztrianto Y, Maarif S, Kurniawan L, Pramono SA, Management D, Program S, et al. Analysis Of The Effectiveness Of Infiltration Wells In Disaster Risk Reduction: Literature Study. Int Humanit Humanit. 2024;3(5):2361–8.