JURNAL ARSITEKTUR LANSEKAP Vol. 12 No. 2, Oktober 2026, Halaman 178-187
DOI: https://doi.org/10.24843/JAL.2026.v12.i02.p03

Jurnal Arsitektur Lansekap

Beranda: https://ejournal1.unud.ac.id/index.php/lanskap

eISSN: 2442-5508

Artikel riset

Analisis perbandingan limbah batu hitam sanggah dengan agregat 1-2 cm ex. Karangasem pada penerapan hardscape infrastruktur hijau

I Nyoman Dinton Vicky Budi Laksana[1*] Ida Ayu Cri Vinantya Laksmi[2] Ni Made Diah Ayu Kendran[1]

1. Program Studi Arsitektur Lanskap, Fakultas Pertanian, Universitas Udayana
2. Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Universitas Warmadewa

**E-mail: dintonlaksana@unud.ac.id*

Info artikel:
Diajukan: 31-03-2026
Diterima: 28-09-2026

***Keywords**: absorption, aggregate 1-2 Ex. Karangasem, green infrastructure, sanggah stone waste, specific gravity.*

Abstract

The growing demand for infrastructure development—particularly regarding the application of hardscape concepts within green infrastructure—necessitates innovation in the selection of eco-friendly construction materials. Hardscape refers to the non-vegetative elements of a landscape, such as walkways, paving blocks, and aesthetic features, which play a crucial role in creating sustainable open spaces. A key challenge in implementing green infrastructure is the use of materials with a low carbon footprint. Test results conducted in accordance with the SNI 1969:2016 standard revealed that "sanggah" (traditional shrine) waste stone aggregate (size 1–2) had an average specific gravity of 1.914 and an absorption rate of 8.128%, whereas Karangasem aggregate (size 1–2) showed an average specific gravity of 2.567 and an absorption rate of 2.094%. This study aims to demonstrate the viability of using "sanggah" waste stone aggregate as a substitute material in green infrastructure applications—such as rainwater management optimization, urban heat island mitigation, and the filtration layers of rooftop gardens. A quantitative research method with an experimental approach was employed to analyze the samples; primary data derived from laboratory testing underwent descriptive processing. The use of materials characterized by low specific gravity (lightweight) and high absorption (porous nature) is fundamental to green infrastructure efficiency, as this combination offers significant technical and ecological advantages in both rainwater management and construction.

Intisari

Peningkatan kebutuhan pembangunan infrastruktur, khususnya pada penerapan konsep hardscape dalam infrastruktur hijau, menuntut adanya inovasi dalam pemilihan material konstruksi yang ramah lingkungan. Hardscape merupakan elemen non-tanaman pada lanskap, seperti jalan setapak, paving block, dan elemen estetika yang berperan penting dalam menciptakan ruang terbuka berkelanjutan. Salah satu tantangan dalam penerapan infrastruktur hijau adalah penggunaan material dengan jejak

karbon rendah. Data analisis pengujian hasil sesuai metode uji SNI 1969:2016, agregat 1-2 batu bekas sanggah diperoleh berat jenis rata-rata = 1,914 , dengan absorption 8,128 % sedangkan untuk agregat 1-2 ex.karangasem diperoleh berat jenis rata-rata = 2,567 , dengan absorption 2,094%, Tujuan penelitian ini adalah membuktikan bahwa untuk agregat batu bekas sanggah dapat digunakan sebagai bahan pengganti infrastukktur hijau seperti optimalisasi pengelolaan air hujan, urban heat Island, Rooftop garden pada bagian filter. Metode penelitian yang digunakan adalah secara kuantitatif dengan pendekatan secara experimental untuk menganalisis sampel, data primer meliputi data hasil pengujian yang dilakukan pada laboratorium dan Pengolahan data, informasi yang diperoleh pada tahap pengumpulan data diolah dengan analisis deskriptif, Penggunaan material dengan berat jenis kecil (ringan) dan penyerapan besar (berpori/poros) merupakan pondasi utama dalam efisiensi infrastruktur hijau, kombinasi ini memberikan keunggulan teknis dan ekologis yang signifikan dalam pengelolaan air hujan dan efisiensi konstruksi.

Kata kunci: *: infrastuktur hijau, limbah batu sanggah, agregat 1-2 ex. karangasem, berat jenis, penyerapan.*

1. Pendahuluan

Gunung Agung merupakan salah satu gunung berapi yang ada di Indonesia. Sebelum letusan besar yang terjadi pada tahun1963, Gunung Agung juga mengalami letusan beberapa kali seperti pada tahun 1710-1711, 1808, 1821 dan 1843 yang tercatat. Letusan Gunung Agung dimulai pada tanggal 18 Februari 1963, pada saat itu masyarakat yang tinggal di sekitar Gunung Agung berguncang dan mendengar bunyi dentuman keras yang diikuti dengan semburan abu panas dan gas yang keluar dari kawah Gunung Agung setinggi 20.000 meter. Material tersebut sampai menutupi dan mengurangi sinar matahari dan yang membuat suhu udara di lapisan stratosfer bumi sampai turun 6°C atau (10.8 °F.) pada Tahun 1963 sampai dengan tahun 1966 rata-rata suhu dibumi mengalami penurunan bagian utara bumi turun 0.4°C. Abu yang terhempas dari letusan Gunung ini berterbangan ke seluruh dunia dan sampai terlihat sebagai abu sulfur acid di lapisan es Greenland Zen, M. T.; Hadikusumo, Djajadi (1964). Dibalik meletusnya Gunung Agung yang telah terjadi, masyarakat dan kabupaten di ujung Timur Bali mendapatkan berkah, Kabupaten Karangasem yang merupakan kabupaten yang terletak di timur Pulau Bali terkenal kondisi geografinya gersang dan tandus, dengan kekayaan material yang melimpah akibat letusan Gunung Agung seperti pasir, kerikil, dan batu lahar. Batu lahar atau batu hitam dari Letusan Gunung Agung, menjadi material dasar dalam pembuatan berbagai pelinggih tempat suci di Bali. Pura Besakih yang megah ini merupakan bangunan yang dibangun dari batu lava letusan Gunung Agung Jana. I M., dkk. (2020).

Pengolahan batu lahar, baik di lokasi penambangan maupun yang dilakukan di pabrik pemotongan menimbulkan serpihan-serpihan kecil dan abu batu, inilah yang selanjutnya kita sebut sebagai limbah. Limbah yang ditimbulkan sering hanya dibuang saja yang pada akhirnya dipergunakan sebagai bahan urugan, namun ada juga dibiarkan berserakan sehingga dmengganggu kondisi tanah asli terutama yang dipergunakan sebagai lahan perkebunan. Kondisi terdampak adalah jika limbah ini dibiarkan menggunung kemudian di musim hujan hanyut ke parit atau saluran pembuangan yang akhirnya dapat menyumbat aliran air dan menurangi kinerja saluran (wibawa,2023). Menurut Intara. I W., dkk., (2013), bahwa jika limbah yang dibiarkan masuk ke aliran saluran akan dapat menutup atau mengurangi luas penampang basah efektif dari saluran, dan hal ini dapat mengganggu kinerja saluran serta jika dibiarkan terus menerus akan dapat menyebabkan kerusakan lingkungan yang lebih luas..

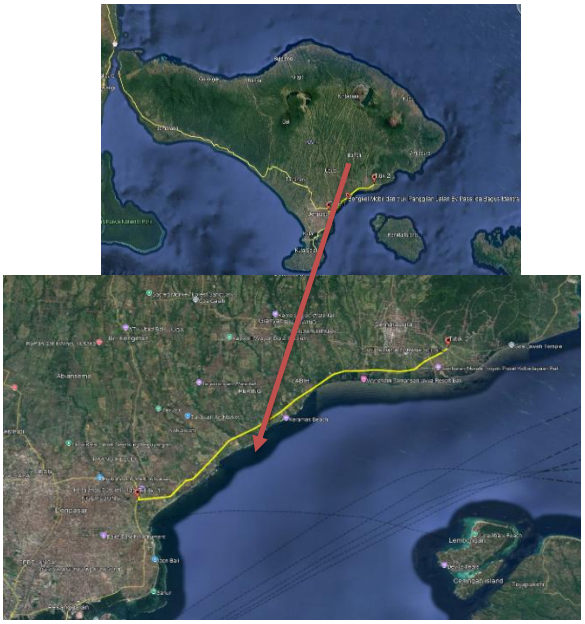
Berdasarkan pemaparan di atas mengenai dampak limbah dari pabrik pemotongan batu lahar, peneliti ingin memanfaatkan limbah bekas pemotongan batu lahar untuk dianalisis dan membandingkan limbah batu lahar dengan agregat 1–2 cm dari Karangasem, baik dari segi absortion, dan berat jenis. Hasil analisa ini diharapkan dapat memberikan solusi alternatif bahan bangunan yang tidak hanya ekonomis tetapi juga berkontribusi pada pengurangan limbah, penghematan sumber daya alam, dan penerapan prinsip *reduce,*

reuse, recycle dalam konstruksi berwawasan lingkungan. Dengan demikian, penelitian ini mendukung pemanfaatan bahan *hardscape* untuk implementasi infrastruktur hijau yang berkelanjutan di daerah Bali.

2. Metode

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi pemotongan batu lahar dan pengerajin *sanggah* banyak berada di daerah seputaran pintu masuk Baypass Prof. Ida Bagus Mantra dengan perbatasan Klungkung-Gianyar yang menjadi tempat pengambilan sampel limbah batu sanggah dan agregat 1-2 cm bersumber dari karangasem sesuai dengan gambar 1 lokasi tempat pengambilan sampel limbah di pengerajin sanggah batu hitam. Penelitian ini dilakukan selama 5 bulan dimulai pada bulan nopember 2025 sampai dengan bulan maret 2026.



Gambar 1. Lokasi tempat pembuatan sanggah dan pengambilan sampel (*google earth,2026*)

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang di gunakan selama penelitian ini yaitu oven, timbangan, cawan, ayakan, cetok, ember, cetok, saringan berat jenis, kamera *smartphone*, laptop, dan *Google Earth*. Sedangkan untuk bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah batu hitam dan agregat 1-2 cm dari Karangasem.

2.3 Metode

Penelitian ini menggunakan metode secara kuantitatif dengan pendekatan secara experimental untuk menganalisis sampel di laboratorium,menurut Creswell (2005/2014) : Menegaskan bahwa pendekatan eksperimental melibatkan pengujian ide (tindakan) dan observasi langsung untuk menentukan dampak perlakuan terhadap sampel. Pengujian fisik atau langsung dapat di lakukan melalui pengukuran atau pengujian langsung terhadap sampel yang dilakukan di laboratorium. Data primer meliputi data hasil pengujian yang dilakukan pada laboratorium, Data primer adalah sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data. peneliti mengambil data ini langsung dari subjek penelitian atau lokasi objek diteliti menggunakan instrumen seperti wawancara atau pengamatan Sugiyono (2020). Menurut Sugiyono (2014:21) metode analisis deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi**.** Pengolahan data dan informasi yang diperoleh pada tahap pengumpulan data diolah dengan analisis deskriptif, sehingga dapat diketahui perbandingan berat jenis dan penyerapan pada limbah batu sanggah denga agregat 1-2 cm karangasem dan hasil ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan *hardsacpe* pada penerapan konsep infrastruktur hijau untuk lapisan *drainage layer*.

2.4 Batasan Penelitian

Untuk mencegah ruang lingkup penelitian yang terlalu luas, penelitian ini mempunyai batasan penelitian agar lebih terukur dan tidak menyimpang dari tujuan penelitian. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

1. Mencari perbandingan berat jenis dan penyerapan terhadap limbah batu hitam bekas sanggah dan Agregat 1-2 Ex.Karangasem.
2. Penerapan limbah batu hitam bekas sanggah untuk bahan pengganti pada filter layer *Green Roofs dan Stormwater Management*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Persiapan sampel dan pengujian

Sampel limbah batu bekas sanggah dipecah-pecah menggunakan palu sehingga diperoleh ukuran 1-2 cm sebanyak 20-30 Kg dan Agregat 1-2 cm ex. Karangasem dipersiakan 20-30 Kg. Persiapan Contoh uji harus terlebih dahulu melalui pengujian bobot isi dengan metode uji sesuai dengan SNI 03-4804-1998. Campur agregat secara menyeluruh dan kurangilah sampai mendekati jumlah yang diperlukan dengan menggunakan prosedur yang sesuai dengan SNI 13-6717-2002. Pisahkan semua material yang lolos ayakan No. 4 dengan penyaringan kering, kemudian cuci secara menyeluruh untuk menghilangkan debu atau material lain dari permukaan agregat. Jika agregat kasar mengandung sejumlah bahan yang lebih halus dari ayakan No. 4 dalam jumlah yang substansial, (seperti agregat ukuran No. 8 dan ukuran No. 9 dalam Klasifikasi M43), gunakan ayakan No. 8 sebagai pengganti ayakan No. 4. Sebagai pilihan, pisahkan material yang lebih halus dari ayakan No. 4 dan ujilah material tersebut menurut SNI 1970:2016.

Dari hasil penimbangan benda uji di dalam air untuk gambar 2 dan 3 limbah batu sanggah pada sampel nomor I =512,4 gram, sampel nomor II = 926,3 gram, sedangkan penimbangan benda uji di dalam air untuk gambar 4 dan 5 agregat 1-2 ex karangasem pada sampel nomor I = 907,2 gram, sampel nomor II = 1319,3 gram.



Gambar 2. (sampel I. berat benda uji di air, limbah batu sanggah)



Gambar 3. (sampel II. berat benda uji di air, limbah batu sanggah)



Gambar 4. (sampel I. berat benda uji di air, agregat 1-2 cm ex.karangasem)



Gambar 5. (sampel II. berat benda uji di air, agregat 1-2 cm ex.karangasem)

Setelah masing-masing sampel selesai di timbang pindahkan sampel benda uji yang ada dalam air ke dalam lembaran kain penyerap air seperti karung goni dan dianginkan sampel benda uji sampai semua lapisan air yang ada di sampel benda uji hilang, Lakukann penebaran batu agregat secara merata yang di tunjukan pada gambar 6 dan 7.



Gambar 6. (sampel I & II. benda uji kondisi jenuh kering, limbah batu sanggah)



Gambar 7. (sampel I & II. benda uji kondisi jenuh kering, agregat 1-2 cm

Lakukan pekerjaan secara hati-hati untuk menghindari air meluap dari rongga pori-pori agregat dalam mencapai permukaan kondisi jenuh kering (SSD). Jika sampel benda uji terlalu kering melewati kondisi jenuh kering permukaan (SSD), Masukan benda uji selama kurang lebih 30 menit, lalu ulangi proses pengeringan permukaan sampel benda uji sampai mencapai kondisi jenuh kering permukaan (SSD). Penentuan berat sampel benda uji pada kondisi jenuh kering permukaan (SSD). Lakukan pencatatan beratnya sampel benda uji dengan ketelitian 1,0 gram atau 0,1 % dari berat contoh uji dan pilih nilai yang paling besar.



Gambar 8. (sampel I. benda uji kondisi jenuh kering, agregat 1-2 cm ex.karangasem)



Gambar 9. (sampel II. benda uji kondisi jenuh kering, agregat 1-2 cm



Gambar 10. (sampel I. benda uji kondisi jenuh kering, limbah batu sanggah)



Gambar 11. (sampel II. benda uji kondisi jenuh kering, limbah batu sanggah)

Hasil penimbangan untuk kondisi agregat kondisi jenuh kering (SSD) diperoleh hasil penimbangan pada gambar 8 untuk agregat 1-2 ex. karangasem pada sampel I = 1458,3 gram, gambar 9 agregat 1-2 ex. karangasem pada sampel II diperoleh hasil penimbangan sebesar = 2146,0 gram, gambar 10 untuk limbah batu sanggah pada sampel I benda uji kering memilik berat 996,9 gram sedangkan untuk gambar 11 limbah batu sanggah benda uji kondisi jenuh kering (SSD) pada sampel II dengan berat = 1782,1 gram.

Setelah mendapatkan hasil penimbangan, letakkan sampel uji yang dalam kondisi jenuh kering permukaan (SSD) tersebut di dalam cawan, lalu timbang beratnya didalam air dengan kerapatan (997±2) kg/m^3 pada suhu (23,0 ± 1,7)°C, lakukan pencatatan hasil timbangan ke dalam lembar form yang sudah disiapkan.Dalam melakukan usaha untuk menghilangkan udara pada sampel benda uji sebelum melakukan penimbangan dengan cara menggoyangkan wadah dalam posisi kondisi terendam di dalam air. Jaga kondisi ketinggian air dalam bak pada kedalaman meluap untuk menjaga ketinggian air yang tetap selama pengujian.



Gambar 12. (sampel I. benda uji setelah di oven, limbah batu sanggah)

Menghilangkan udara yang berada di dalam sampel sesuai dengan SNI 1969:2016, sebelum menentukan berat dengan cara menggoyangkan cawan dalam kondisi sampel benda uji terendam. Pertahankan ketinggian air dalam bak pada kedalaman meluap untuk menjaga ketinggian air yang tetap selama pengujian. Masukan semua sampel benda uji tersebut ke dalam oven yang sudah di siapkan dengan temperatur (110±5) °C selama 24 jam kurang lebih, dinginkan pada temperatur ruang selama 1 jam sampai dengan 3 jam, pada agregat yang telah di dinginkan pada suatu temperatur yang dapat dikerjakan (kurang lebih pada temperatur 50°C), kemudian timbang masing- masing cawan yang berisi sampel ke atas timbangan, dan lakukan pencatatan terhadap beratnya sampel tersebut.



Gambar 13. (sampel I. benda uji setelah di oven, limbah batu sanggah)



Gambar 14. (sampel II. benda uji setelah di oven, limbah batu sanggah)

Penimbangan pada gambar 12 sampel untuk benda uji setelah di lakukan oven selama 24-26 jam dengan suhu (110±5) °C atau sampai berat tetap diperoleh hasil sebesar 922,2 gram, sedangkan untuk sampel II benda uji setelah dilakukan oven diperoleh hasil berat sampel kering sebesar 1647,8 gram.



Gambar 15. (sampel I. benda uji setelah di oven, agregat 1-2 cm ex. Karangasem)



Gambar 16. (sampel II. benda uji setelah di oven, agregat 1-2 cm ex. Karangasem)

Setelahh melakukan penimbangan pada sampel limbah batu sanggah, dilanjutkan dengan pencatatan pada hasil penimbangan pada sampel agregat 1-2 cm ex. Karangasem, dari hasil penimbangan pada gambar 13 diperoleh hasil benda uji kering setelah di oven sebesar 1429,8 gram pada sampel I, sedangkan untuk sampel II memperoleh hasil penimbangan sebesar 2099,9 gram dapat dilihat pada gambar 14.di atas. Tahap untuk memperoleh data hasil pengujian untuk mencari berat benda uji kering oven, berat kondisi SSD di udara, dan berat benda uji diair selasai, selanjutnya memasukan data tersebut ke dalam perhitungan untuk mencari berat jenis (*specific gravity)* dan *absoprtion* sesua dengan data perhitungan pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Pengujian Berat Jenis *(Specific Gravity)*.

No	Percobaan	Agregat 1-2 Batu Sanggah		Rata-rata	Agregat 1-2 Ex. Karangasem		Rata-rata
		I	II		I	II	
1	Berat benda uji kering oven (BK) gram	922,2	1647,8		1429,8	2099,9	
2	Berat benda uji SSD diudara (BJ) gram	996,9	1782,1		1458,3	2146,0	
3	Berat benda Uji diair (BA) gram	512,4	926,3		907,2	1319,3	
4	*Bulk S.G* = BK/(BJ-BA)	1,903	1,925	**1,914**	2,594	2,540	**2,567**
5	*Bulk S.G* (SSD)=BJ/(BJ-BA)	2,058	2,082	2,070	2,646	2,596	2,621
6	*Apparent S.G* = BK/(BK-BA)	2,250	2,284	2,267	2,736	2,690	2,713
7	*Absorption* = ((BJ-BK)/BK)) x 100%	8,100	8,156	**8,128**	1,993	2,195	**2,094**

Ket: *S.G (Specific Gravity)*

Berdasarkan hasil analisis perhitungan dan pengujian yang dilakukan sesuai metode uji SNI 1969:2016 diperoleh untuk agregat 1-2 batu bekas sanggah dengan berat jenis (*specific gravity*) rata-rata = 1,914 , dan penyerapan (*Absorption*) = 8,128 % sedangkan untuk agregat 1-2 ex.karangasem diperoleh berat jenis (*Specific Gravity*) rata-rata = 2,567 , dengan penyerapan (*absorption*) 2,094%. Agregat batu limbah sanggah meiliki daya serap yang besar dan berat jenis kecil, sedangkan untuk material agregat 1-2 ex. Karangasem diperoleh hasil memiliki berat jenis yang lebih besar dari pada batu bekas sanggah dan meiliki daya serap kecil. Agregat ringan adalah agregat yang memiliki berat jenis kurang dari 2,0, penggunaan

material dengan berat jenis kecil (ringan) dan penyerapan besar (berpori/poros) merupakan pondasi utama dalam efisiensi infrastruktur hijau, kombinasi ini memberikan keunggulan teknis dan ekologis yang signifikan dalam pengelolaan air hujan dan efisiensi konstruksi.menurut g*reen building council* (GBC).

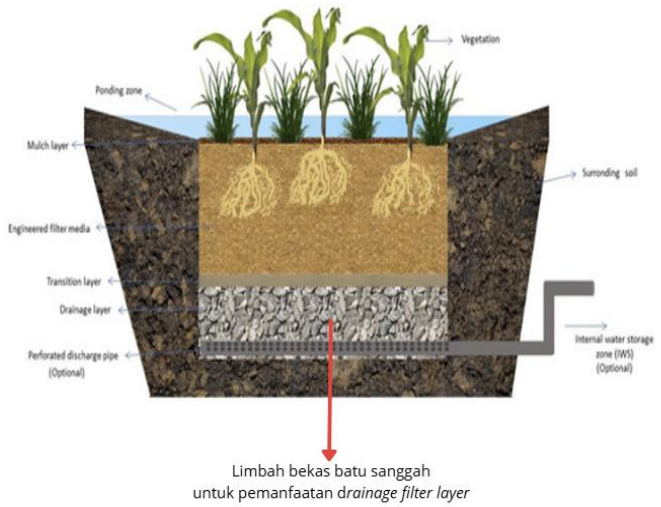
3.2 Penerapan Limbah Batu Sanggah Pada Konsep Infrastruktur Hijau

Pengertian penerapan infrastruktur hijau tentang merancang dan merencanakan sebuah wilayah kota hijau di Indonesia berkaitan dengan Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, serta Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Berdasarkan aturan perundang – undangan tersebut perlu kesadaran pemerintah bersama, perencana, pengembang, dan juga masyarakat atau orang yang tinggal dikota dalam melaksanakan kebijakan pembangunan bersinergi di seluruh kegiatan operasional yang dilakukan.Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, Konsep infrastruktur hijau pada hakekatnya adalah konsep, upaya, atau pendekatan untuk menjaga lingkungan yang berkelanjutan, hasil penelitian mengenai perbandingan limbah batu hitam sanggah dengan agregat 1-2 cm ex.karangasem pada penerapan hardscape infrastruktur hijau mampu mengurangi dampak limbah yang di akibatkan dari tempat pemotongan batu hitam pembuatan sanggah.

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium, berat jenis dan penyerapan antara limbah batu sanggah dengan agregat 1-2 cm ex. Karangasem diperoleh hasil untuk limbah batu sanggah memliki berat jenis yang kecil dan penyerapan besar, material *hardscape* ini sangat cocok digunakan sebagai bahan *drainage filter layer* untuk penerapan konsep infrastruktur hijau. Kombinasi ini memberikan keunggulan teknis dan ekologis yang signifikan dalam pengelolaan air hujan dan efisiensi konstruksi. Keunggulan utama dari karakteristik tersebut dalam infrastruktur hijau seperti optimalisasi pengelolaan air hujan *(stormwater management)* dan aplikasi berat jenis rendah mengurangi beban struktur untuk *green roofs.*

3.2.1 Penerapan Limbah Batu Sanggah Untuk Pengelolaan Air Hujan (Stormwater Management)

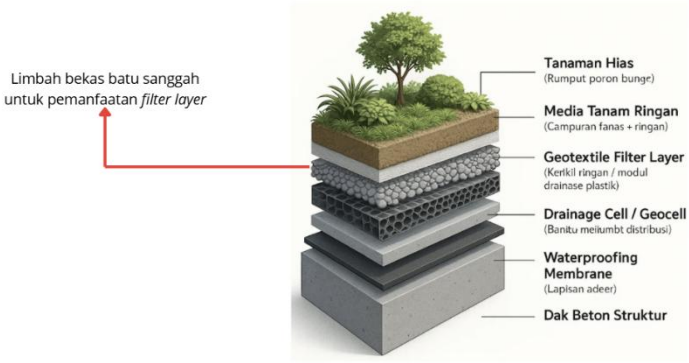
Material dengan penyerapan besar (poros) seperti beton berpori, bioswales, atau agregat ringan (*LECA/foam glass*) sangat efektif dalam mengurangi limpasan permukaan (*Runoff*) Air hujan langsung terserap dan masuk ke dalam tanah, mengurangi beban saluran drainase kota. Meningkatkan Infiltrasi material bertindak sebagai perantara yang memungkinkan air meresap kembali ke dalam tanah, mengisi ulang air tanah. Penyaringan air (filtrasi) material berpori mampu menyaring polutan dari air hujan sebelum air tersebut masuk ke sistem air tanah, dengan menggunakan limbah batu sanggah sebagai bahan pengganti agregat yang biasa digunakan dalam drainage layer karena karakteristik limbah batu sanggah memiliki daya serap tinggi dengan tekstur permukaan berpori. Pemanfaatan batu limbah sanggah ini berdampak dalam pengelolaan limbah dan memberikan solusi alternatif penggunan material *hardscape* yang tidak hanya ekonomis tetapi juga berkontribusi pada pengurangan limbah batu sanggah yang menjadi masalah selama ini di tempat pemotongan batu sanggah, penghematan sumber daya alam, dan konstruksi berwawasan lingkungan.



Gambar 17. *Schematic representation of a bioretention cell* (Nazarpour, 2023)

3.2.2 *Penerapan Limbah Batu Sanggah Pada Geotextile Filter Layer untuk Green Roofs*

Perbandingan analisis pengujian berat jenis rata-rata untuk limbah batu hitam = 1,914, dan berat jenis rata-rata untuk agregat 1-2 cm ex. Karangasem = 2,567. Pemanfaatan limbah batu sanggah untuk lapisan *Geotextile filter layer* sangat cocok untuk atap hijau (*green roofs*) karena memiliki berat jenis (*Specific Gravity)* yang kecil sebagai pengganti kerikil atau agregat yang ada di pasaran karena tidak memerlukan penguatan struktur bangunan secara berlebihan.



Gambar 18. Lapisan Green Roof
(https://www.gardenstyle.id/2025/06/jasa-pembuatan-taman-rooftop-ahli-roof.html)

Dapat dijelaskan pada gambar 18, beberapa lapisan dengan konsep desain atap bangunan yang ditutupi oleh lapisan vegetasi (tanaman) dan media tanam di atas sistem membran kedap air, untuk pembuatan *green roofs* diperlukan beberapa lapisan seperti *waterproofing, drainage cell/geocell, geotextile filter layer* (kerikil ringan/modul drainase pelastik), media tanam ringan dan tanaman hias.

4. Simpulan

Hasil analisis perhitungan dan pengujian yang dilakukan sesuai metode Uji SNI 1969:2016, pada tabel 1 pengujian sampel batu bekas sanggah diperoleh berat jenis rata-rata = 1,914 , dengan absorption 8,128 % sedangkan untuk agregat 1-2 ex.karangasem diperoleh berat jenis rata-rata = 2,567 , dengan absorption 2,094%, Hasil ini membuktikan bahwa untuk agregat batu bekas sanggah memiliki keunggulan dengan agregat yang biasa di gunakan dalam *drainage filter layer*, kelebihan ini dapat digunakan sebagai bahan pengganti agregat seperti optimalisasi pengelolaan air hujan, *urban heat Island, rooftop garden* pada bagian filter. Penggunaan material dengan berat jenis kecil (ringan) dan penyerapan besar (berpori/poros) merupakan pondasi utama dalam efisiensi infrastruktur hijau, kombinasi ini memberikan keunggulan teknis dan ekologis yang signifikan dalam pengelolaan air hujan dan efisiensi konstruksi.

5. Daftar Pustaka.

BSN. 2016. *SNI 1969:2016 Metode Uji Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional Indonesia.

Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Pendekatan Metode Kualitatif, Kuantitatif, dan Campuran*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Garden Style, "Taman Rooftop/Rooftop Garden – Solusi Hijau untuk Harian Modern", https://www.cakrawala.ac.id/berita/bisnis-startup-dan-konvensional, [30 Maret 2026].

Green Building Council Indonesia. (2016). GREENSHIP Existing Building: Version 1.1. Jakarta: Green Building Council Indonesia.

Intara. I W., dkk. 2013. Penggunaan Serbuk Batu Tabas sebagai Pengganti sebagian semen dalam Pembuatan Beton. Jurnal Spektran, Vol 1(1). https://doi.org/10.24843/SPEKTRAN.2013.v01.i01.p01

Jana. I M., dkk. 2020. Tradisi Dan Perubahan: Kajian Eksistensi Ornamen Pada Pelinggih Bangunan Suci (Pura) Yang Memanfaatkan Batu Hitam Gunung Agung, Tahun 2020 Pusat Penerbitan LP2MPP Institut Seni Indonesia Denpasar.

Kementerian PUPR. (2021). Naskah Akademis Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Cipta Karya ,Tahun 2018 Pedoman Perencanaan Ruang dan Infrastruktur Hijau. https://jdih.pu.go.id/detail-dokumen/2882/1

Nazarpour, S., Gnecco, I, & Palla, A. (2023). Evaluating the Effectiveness of Bioretention Cells for Urban Stormwater Management: A Systematic Review. *water*, *15*(5), 913. https://doi.org/10.3390/w15050913

Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Sugiyono, (2020). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D.* Bandung: Alfabeta

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang (2007). Jakarta: Sekretariat Negara

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (2009). Jakarta: Sekretariat Negara.

Wibawa, S., Maharani, S (2023). Limbah Batu Lahar Gunung Agung Sebagai Bahan Campuran Beton Dalam Upaya Kelestarian Lingkungan, *Ecocentrism*, Vol 3 (1) 2807-1085 https://doi.org/10.36733/jeco.v3i1

Zen, M. T., & Hadikusumo, Djajadi. (1964). "Preliminary report on the 1963 eruption of Mt. Agung in Bali (Indonesia)". Bulletin of Volcanology, 27 (1), 269–299.