

PERENCANAAN BIORETENSI DI KAWASAN GELORA BUNG KARNO, JAKARTA

Galih Sadewa, Feril Hariati², Nurul Chayati³, Nurcholis Salman⁴

^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Ibn Khaldun Bogor

⁴ Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya

Email: galihsdw.slcc@gmail.com¹, feril.hariati@uika-bogor.ac.id², nurulais12345@gmail.com³,
nurcholissalman@umtas.ac.id⁴

ABSTRAK

Salah satu upaya untuk mencegah intrusi air laut di kota Jakarta adalah pengisian ulang kembali air tanah dengan memanfaatkan limpasan air hujan. Upaya yang dapat dilakukan adalah membuat model bioretensi di kawasan Gelora Bung Karno (GBK) yang merupakan pusat kegiatan publik, dengan ruang terbuka hijau mencapai 70% dari luas kawasan. Air tanah di kawasan ini dapat ditemukan pada kisaran 20 m sampai 30 m. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh model bioretensi yang optimal untuk konservasi air tanah di Kawasan GBK. Analisis debit limpasan dengan metode rasional (Q_1) dilakukan pada 12 zona GBK, menghasilkan debit limpasan sebesar 32,63 m³/detik. Selanjutnya dilakukan analisis kapasitas drainase eksisting (Q_2) pada zona tersebut dengan persamaan Manning. Berdasarkan analisis perbandingan antara Q_1 dengan Q_2 diperoleh zona yang memerlukan bioretensi, yaitu zona A, zona F, zona I, zona J, zona K, dan zona L. Kapasitas bioretensi diperoleh berdasarkan data air yang melimpas dari drainase. Terdapat dua model bioretensi yaitu berukuran lebar 4 m dan 2 m, dengan Panjang bervariasi.

Kata Kunci: bioretensi, debit limpasan, drainase, konservasi air tanah.

ABSTRACT

One of the efforts to prevent seawater intrusion in Jakarta city is replenishing groundwater by utilizing rainwater runoff. Efforts to create a bioretention basin model in the Gelora Bung Karno (GBK) area which is the center of public activities, and has green open space reaching 70% of the area. Groundwater in this area can be found in the range of 20 m to 30 m. This study aims to obtain an optimal bioretention model for groundwater conservation in the GBK area. Analysis of runoff discharge (Q_1) using the rational method was carried out on 12 GBK zones, resulting in a runoff discharge of 32.63 m³/second. Furthermore, analysis of the existing drainage capacity (Q_2) in the zone is carried out using the Manning equation. Based on the comparative analysis between Q_1 and Q_2 , the zones requiring bioretention are zone-A, zone-F, zone-I, zone-J, zone-K, and zone-L. Capacity of bioretention is obtained based on existing drainage water overflow. The bioretention models proposed in this research has 2 meters and 4 meters width, with varied length.

Key words: bioretensi, run-off discharge, drainage, groundwater conservation.

1. PENDAHULUAN

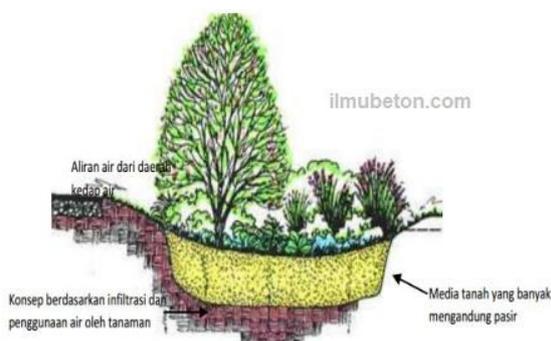
Jakarta merupakan kota dengan jumlah penduduk terpadat ke-9 di dunia (World Economic Forum, 2017). Penggunaan air tanah merupakan alternatif untuk mendapatkan air bersih. Akan tetapi, pengambilan air tanah tidak diimbangi dengan pengisian ulang air tanah. Akibatnya, tanah di Jakarta mengalami penurunan, dan berpotensi besar mengalami intrusi air laut. Salah satu upaya untuk mencegah intrusi air laut adalah pengisian ulang kembali air tanah dengan memanfaatkan limpasan air hujan. Kawasan Gelora Bung Karno (GBK) merupakan pusat kegiatan publik dan memiliki ruang terbuka hijau yang cukup luas mencapai 70% dari luas total kawasan. Air tanah di kawasan ini dapat ditemukan pada kisaran 20 m sampai 30 m, dan kemungkinan akan semakin dalam bila tidak ada upaya untuk melestarikan air tanah.

Bioretensi merupakan salah satu sarana pengelolaan limpasan air hujan lokal yang menghubungkan antara teknik mekanisme secara alamiah dengan dukungan konstruksi sederhana. Bioretensi itu sendiri nantinya berupa cekungan lahan yang ditanami vegetasi-vegetasi yang bertujuan untuk menampung limpasan air hujan yang nantinya limpasan tersebut akan meresap ke dalam media bioretensi. Selain untuk media resapan air, vegetasi-vegetasi yang ditanam pada permukaan bioretensi juga berperan sebagai komponen lanskap berupa taman yang menjadi penghias kawasan GBK itu sendiri, mengingat bahwa kawasan GBK merupakan kawasan komersial.

Bagaimana konsep bioretensi yang ideal untuk kawasan Gelora Bung Karno Jakarta (GBK)? Tujuan perencanaan ini untuk memperoleh kondisi drainase eksisting kawasan GBK terikini,

memperoleh besar limpasan aliran permukaan kawasan GBK, memperoleh zona yang memerlukan bioretensi dan untuk memperoleh model bioretensi kawasan Gelora Bung Karno sebagai salah satu upaya konservasi air tanah. Bioretensi adalah fitur lanskap yang mengumpulkan limpasan air hujan dari atap, jalan masuk dan permukaan aspal di daerah taman. Desain bioretensi sederhana pada dasarnya lebih dangkal atau berbentuk mangkuk dikelilingi oleh daerah yang ditanami tumbuhan. Dalam bioretensi, air hujan akan kembali ke tanah dalam beberapa jam, sehingga bioretensi tidak menciptakan air perembesan nyamuk. (Budinetto dkk, 2012) Pada bioretensi, kolam penahan dan memanen air hujan dirancang untuk kering setelah hujan. Bioretensi dapat dibuat dengan berbagai macam ukuran dan berkisar dari ukuran yang besar untuk kawasan komersial, bisnis dan taman-taman kota (Winogradoff, 2001). Bioretensi bersifat fleksibel dalam sebuah rancangan, memberi banyak kesempatan bagi perancangannya untuk berkreasi. Namun agar dapat berhasil dalam pembuatan bioretensi, perancang harus memahami beberapa permasalahan di lokasi seperti luasan lahan dan bentuk dari lahan itu sendiri. Integrasi area bioretensi di lokasi sangatlah penting agar dapat mengelola limpasan air hujan dengan maksimal. Setelah perancang menentukan jumlah area yang akan dijadikan sebagai area bioretensi, maka perancang dapat menghitung ukuran spesifik dari bioretensi tersebut (Winogradoff, 2001).

Lapisan bioretensi terdiri dari tanaman penutup (*plant material*) sebuah vegetasi riparian yang berfungsi untuk menangkap limpasan air hujan. Di lapisan kedua terdapat media tanam (*planting soil*) berupa tanah yang dapat menyediakan air dan menjaga tanaman agar tetap tumbuh. Pada lapisan tanah bagian atas dirancang untuk meningkatkan aktivitas biologis dan mendorong pertumbuhan akar. Di lapisan ketiga terdapat pasir (*sand layer*) yang berfungsi untuk memfiltrasi air yang masuk dari zat-zat yang di bawanya. Lapisan terakhir berupa batu (*gravel*) dan ditambahkan elemen pendukung berupa pipa berlubang (*perforated pipe*).



Gambar 1 Desain bioretensi sederhana
(sumber: Budinetto dkk, 2012)

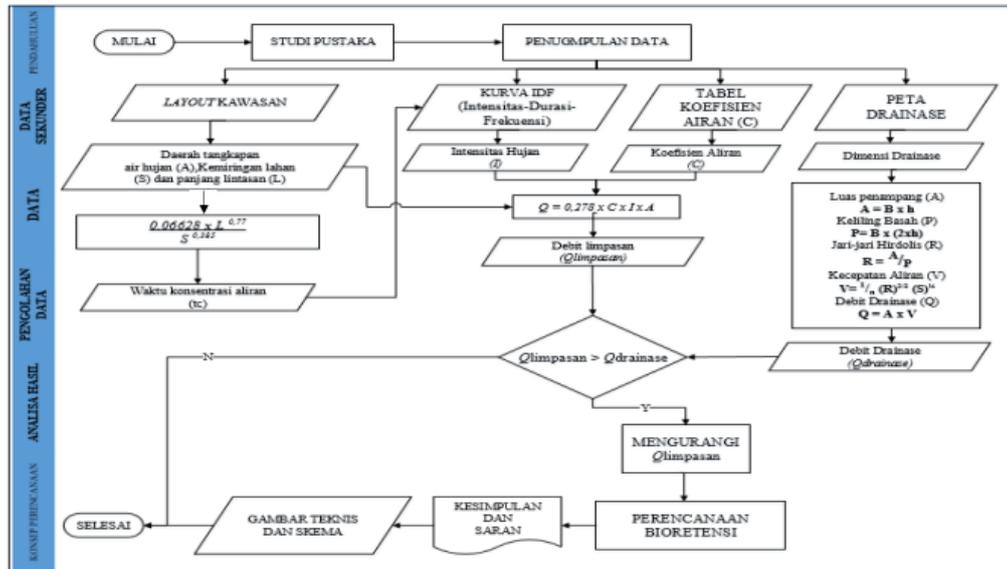
Proses utama yang ada pada bioretensi untuk air hujan lokal diawali dengan intersepsi yaitu proses tertangkapnya air hujan oleh daun tanaman serta lapisan penutup, sehingga memperlambat atau mengurangi terjadinya aliran permukaan. Proses kedua adalah infiltrasi, ini adalah proses utama yang ada di bioretensi, baik mempunyai saluran *underdrain* maupun yang tidak. Pengendapan akan terjadi akibat aliran lambat yang ada di dalam bioretensi, akibatnya partikel yang ada di air akan tertinggal di permukaan bioretensi. Absorpsi adalah proses penahanan air di ruang antara partikel tanah yang kemudian akan di serap oleh akar tanaman. Proses selanjutnya adalah evapotranspirasi yang terjadi di bioretensi dan akan mengubah sebagian air limpasan menjadi uap air. Terakhir, absorpsi yang terjadi adalah proses penyerapan kandungan kimia seperti metal dan nitrat yang terlarut di air oleh humus dan tanah (Winogradoff, 2001).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dibagi menjadi beberapa tahap dimulai dengan mengumpulkan data-data. Data yang pertama adalah layout eksisting kawasan Gelora Bung Karno, layout tersebut dianalisa dengan menggunakan software *AutoCAD* dari hasil analisa layout tersebut didapatkan data berupa luasan lahan, daerah tangkapan air hujan (A), kemiringan lahan (S), panjang lintasan lahan (L) dan disajikan dalam tabel. Data kemiringan lahan (S) dan panjang lintasan (L) digunakan untuk menghitung waktu konsentrasi (t_c) dengan rumus *Kirpich*. Data yang kedua adalah kurva IDF (intensitas durasi frekuensi), dari kurva tersebut didapatkan data intensitas hujan (I) berdasarkan nilai T_c yang didapatkan. Intensitas hujan merupakan salah satu komponen untuk menghitung debit limpasan (Q). Data pelengkap untuk menghitung debit limpasan (Q) adalah tabel koefisien limpasan (C). Debit limpasan (Q_i) dianalisa dengan metode *Rasional*. Data ketiga berupa peta drainase eksisting kawasan, Hasil perhitungan debit limpasan lahan (Q_1) dibandingkan dengan hasil perhitungan kapasitas drainase eksisting (Q_2), jika debit limpasan lahan lebih besar dari kapasitas drainasenya maka proses selanjutnya adalah membuat rencana bioretensi untuk mengelola kelebihan limpasannya tersebut. Perencanaan bioretensi dimulai dengan menghitung luas permukaan bioretensi berdasarkan selisih debit limpasan (ΔQ). Dari selisih tersebut dikalikan dengan waktu konsentrasi (t_c) yang sudah dikonversikan kedalam satuan detik, maka akan mendapatkan hasil volume genangan. Volume genangan yang sudah

didapatkan dikalikan dengan kedalaman rencana genangan di permukaan bioretensi, maka akan mendapatkan luasan permukaan bioretensi yang dapat menampung keseluruhan selisih debit limpasannya (ΔQ). Setelah mendapatkan luas permukaan bioretensi, tentukan panjang bioretensi

dengan melihat ke *layout* kondisi eksisting kawasan untuk menghitung ketersediaan lahan, dan kemudian luas permukaan bioretensi dibagi dengan panjang rencana bioretensi maka akan didapatkan lebar bioretensi. Tahapan penelitian diperlihatkan pada **Gambar 2**.



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Zonasi Kawasan GBK

Untuk perencanaan, kawasan GBK dibagi menjadi beberapa zona. Pada masing-masing zona dibagi kedalam tiga komponen tutupan lahan berupa lahan terbuka, perkerasan jalan, dan masa

bangunan. Pembagian tiga komponen tutupan lahan tersebut berdasarkan kondisi eksisting kawasan GBK, dengan tujuan untuk mendapatkan nilai koefisien aliran (c), karena setiap jenis tutupan lahan memiliki nilai koefisien aliran (c) yang berbeda. Pembagian zonasi Kawasan GBK diperlihatkan pada gambar 3.



Gambar 3 Pembagian zona perencanaan bioretensi (Sumber: data penelitian)

3.2 Debit Limpasan Lahan

Debit limpasan yang dihitung merupakan debit dari masing-masing daerah tangkapan di zona yang sudah ditentukan pada tabel 4.2. Persamaan yang

digunakan untuk menghitung debit limpasan yaitu menggunakan persamaan (2.2). Dengan Intensitas Hujan (I) sebesar 160 mm/jam yang didapat dari Kurva Intensitas – Durasi - Frekuensi (IDF) berdasarkan waktu konsentrasinya, nilai

koefisien C berdasarkan tabel 2.2 yang dibuat komposit berdasarkan luas daerah tangkapannya. Maka, debit limpasan (Q) pada masing – masing zona adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Debit limpasan lahan (Q_1)

Zona	C_{komp}	I	A	Q
		(mm/jam)	(km ²)	(m ³ /detik)
Zona A	0,97	160	0.052	2,22
Zona B	0,96	160	0.075	3,19
Zona C	0,97	160	0.076	3,26
Zona D	0,96	160	0.017	1,05
Zona E	0,97	160	0.018	1,03
Zona F	0,98	160	0.085	3,72
Zona G	0,98	160	0.076	3,31
Zona H	0,95	160	0.025	1,07
Zona I	0,98	160	0.078	3,49
Zona J	0,98	160	0.095	4,13
Zona K	0,96	160	0.067	2,86
Zona L	0,91	160	0.081	3,30

Sumber: Hasil perhitungan

Dengan:

- C_{komp} : Koefisien aliran komposit
 - I : Intensitas Hujan berdasar kurva IDF
 - A : Luas daerah tangkapan
 - Q : Debit limpasan
- $Q = 0,278 C I A$

3.2 Kapasitas debit drainase eksisting (Q_2)

Berdasarkan kondisi eksisting drainase terdapat dua tipe ukuran drainase yaitu 50x60 cm dan 100x80 cm. Untuk mengetahui kapasitas debit drainase eksisting tersebut maka perlu dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus *Maning* dan hasilnya ditampilkan dalam tabel 3.2

Tabel 2 Kapasitas debit drainase eksisting

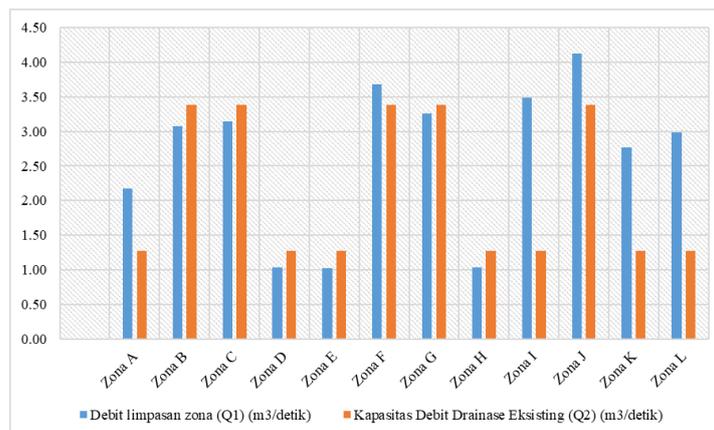
Zona	Kondisi drainase eksisting							Q (m ³ /detik)	Selisih ΔQ
	B (m)	h (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	n	V (m/detik)		
Zona A	0.5	0.6	0.3	0.6	0.5	0.012	4.23	1.27	-0.95
Zona B	0.8	1.0	0.8	1.6	0.5	0.012	4.23	3.39	0.20
Zona C	0.8	1.0	0.8	1.6	0.5	0.012	4.23	3.39	0.13
Zona D	0.5	0.6	0.3	0.6	0.5	0.012	4.23	1.27	0.22
Zona E	0.5	0.6	0.3	0.6	0.5	0.012	4.23	1.27	0.24
Zona F	0.8	1.0	0.8	1.6	0.5	0.012	4.23	3.39	-0.33
Zona G	0.8	1.0	0.8	1.6	0.5	0.012	4.23	3.39	0.08
Zona H	0.5	0.6	0.3	0.6	0.5	0.012	4.23	1.27	0.20
Zona I	0.8	1.0	0.8	1.6	0.5	0.012	4.23	3.39	-0.10
Zona J	0.8	1.0	0.8	1.6	0.5	0.012	4.23	3.39	-0.74
Zona K	0.5	0.6	0.3	0.6	0.5	0.012	4.23	1.27	-1.59
Zona L	0.5	0.6	0.3	0.6	0.5	0.012	4.23	1.27	-2.03

Sumber: Hasil Perhitungan

3.3 Perbandingan debit limpasan

Berdasarkan hasil perhitungan debit limpasan lahan (Q_1) dibuat perbandingan dengan kapasitas

drainase eksisting (Q_2) dan hasilnya ditampilkan pada grafik berikut.



Gambar 4 Grafik perbandingan debit limpasan (Q_1) dengan kapasitas drainase eksisting (Q_2) (sumber: hasil perhitungan)

Grafik di atas menunjukkan perbandingan debit limpasan dengan kapasitas drainase eksisting di setiap zona. Grafik berwarna biru merupakan debit limpasan pada setiap zona (Q_1) dan grafik yang berwarna orange merupakan kapasitas drainase eksisting (Q_2). Terlihat dalam perbandingan grafik tersebut ada beberapa grafik biru (Q_1) yang lebih tinggi dari pada grafik orange (Q_2), artinya di zona tersebut memiliki debit limpasan (Q_1) yang lebih besar dari pada kapasitas debit drainase eksisting (Q_2). Zona dimaksud adalah zona A, F, I, J, K dan L.

3.4 Perencanaan bioretensi

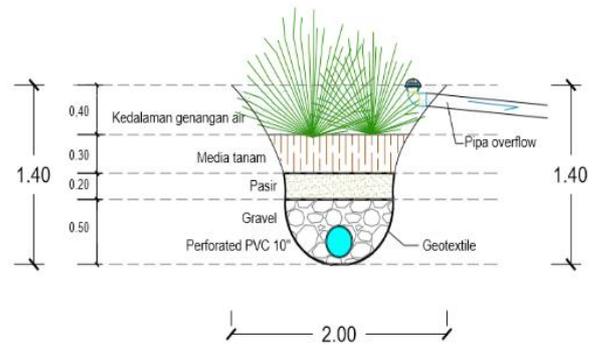
Berdasarkan gambar 4, maka hanya terdapat 6 (enam) zona yang memiliki kelebihan limpasan. Maka perencanaan bioretensi untuk zona-zona tersebut ditampilkan dalam tabel 3 berikut ini:

Tabel 3 Rencana dimensi bioretensi

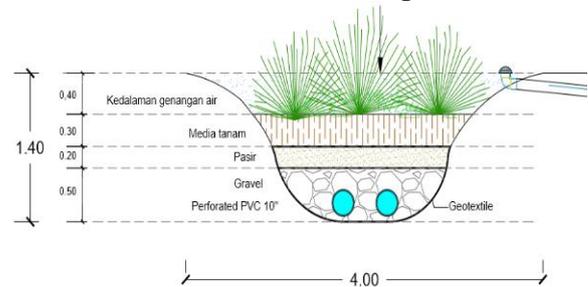
Zona	V (m ³)	D (cm)	A (m ²)	L (m)	B (m)
Zona A	1140,4	40	2851,1	700	4,0
Zona F	402,1	40	1005,2	500	2,0
Zona I	2668,6	40	6671,4	1600	4,0
Zona J	895,7	40	2239,4	1100	2,0
Zona K	1913,5	40	4783,8	1200	4,0
Zona L	2434,3	40	6085,7	1500	4,0

Sumber: Hasil Perhitungan

Data yang dibutuhkan untuk mencari luas permukaan bioretensi yaitu volume genangan yang didapat dari selisih debit limpasan dikali durasi hujan dalam satuan detik ($\Delta Q \times t$). Durasi hujan yang digunakan merupakan hasil dari penghitungan waktu konsentrasi (t_c) dengan metode *Kirpich* yaitu 20 menit (1200 detik). Bioretensi direncanakan untuk meresapkan limpasan air pada setiap zona dengan kedalaman air rencana pada permukaan bioretensi sebesar 40 cm. Maka untuk mendapatkan luas permukaan bioretensi yaitu dengan cara membagi volume limpasan air dengan kedalaman air rencana. Panjang rencana bioretensi disesuaikan dengan ketersediaan lahan dan juga kondisi tapak zona. Panjang rencana bioretensi disetiap zona diukur menggunakan *Software AutoCAD* berdasarkan denah eksisting kawasan Gelora Bung Karno. Lebar bioretensi ditentukan dengan persamaan (2.12). Hasil perencanaan dimensi bioretensi ditampilkan pada **Gambar 5** dan **Gambar 6**.



Gambar 5 Desain bioretensi dengan lebar 2 m.



Gambar 6 Desain bioretensi dengan lebar 4 m.

Tanaman penutup (*Plant material*) yang digunakan merupakan vegetasi riparian yaitu vegetasi yang dapat beradaptasi hidup di area tepian air. Media tanam (*planting soil*) yang digunakan untuk bioretensi merupakan tanah hasil galian bioretensi itu sendiri dengan tebal lapisan sebesar 30cm. Pasir (*sand filter*) yang digunakan sebagai media penyaring air didalam bioretensi adalah pasir *silica*. Pasir *silica* merupakan pasir khusus dan sangat sering digunakan pada filter-filter air. Tebal lapisan pasir dalam bioretensi sebesar 20 cm. Batu (*gravel*) yang digunakan sebagai lapisan terakhir bioretensi merupakan batu *split* dengan ukuran ± 3.5 cm. Tebal lapisan batu sebesar 50cm. *Underdrain* yang digunakan berupa pipa PVC Ø10" yang berlubang di sisi atasnya. Lubang tersebut berukuran 1.5 cm yang direncanakan untuk mengalirkan air hasil filtrasi bioretensi ke dalam *Ground water tank*. *Geotextile* diperlukan sebagai pemisah antara material lapisan untuk mencegah tercampurnya lapisan material yang satu dengan material yang lain. *Geotextile* yang digunakan adalah *Geotextile non-woven* yang dapat meloloskan air karena memiliki sifat *permeable* (tembus air) tetapi partikel tanah/pasir tertahan. *Geotextile non-woven* terbuat dari bahan *Polimer Polyester*.

4. KESIMPULAN

Kondisi drainase eksisting terkini di kawasan Gelora Bung Karno digunakan untuk mengalirkan limpasan dari 3 (tiga) jenis tutupan lahan yaitu atap bangunan, perkerasan, dan

lahan terbuka yang pada dasarnya merupakan sebuah tanah timbunan yang dipadatkan dengan nilai koefisien limpasan komposit (C_{comp}) sebesar 0,98. Dengan koefisien limpasan yang besar, daya resap tanah sangatlah sedikit, dan limpasan menjadi besar. Maka bioretensi diperlukan untuk membantu meresapkan limpasan kedalam tanah, dan membantu drainase agar tidak meluap.

Limpasan keseluruhan di dalam kawasan Gelora Bung Karno yang dianalisa menggunakan metode rasional adalah sebesar 32,63 m³/detik dengan luas kawasan ±76 Ha, yang terbagi dalam 12 zona (Zona A – Zona L).

Berdasarkan hasil perbandingan antara kapasitas drainase dengan besarnya debit limpasan di masing masing zona, terdapat beberapa zona yang memiliki debit limpasan yang lebih besar dari kapasitas drainase nya. Zona tersebut diantaranya adalah Zona A, Zona F, Zona I, Zona J, Zona K, Zona L. Maka di dalam zona-zona tersebut akan di bangun bioretensi.

Bioretensi di zona - zona tersebut direncanakan berbentuk memanjang mengelilingi zona, dan memiliki dua jenis lebar yaitu 2m, dan 4m. Lapisan bioretensi terdiri dari tanaman, media tanam, pasir, kerikil, yang masing masing lapisan nya di lapiasi oleh *geotextile non-woven* dan di lapisan kerikil terdapat perforated pipe sebagai *underdrain* untuk mengisi *ground water tank*.

DAFTAR PUSTAKA

Agustianto, D.A. (2014). Model hubungan hujan dan runoff. *Jurnal teknik sipil dan lingkungan*. Vol. 2 (2)

Annisa, N., Riduan, R., Prasetia, Hafiidz., (2016). Model Rain Garden untuk Penanggulangan Limpasan Air Hujan di Wilayah Perkotaan. *Jukung, Jurnal Teknik Lingkungan*, Vol. 2 (1). ISSN. 2540-9131.

Arsyad, S. (2010). Konservasi tanah dan air 2nd ed. IPB Press, Bogor.

Berhitu T.H.P., Mulyono R.M. (2014). Analisa Karakteristik Hidrologi dan Model

Dinamik DAS Wayhuru pada Kawasan Pesisir desa Galalan kota Ambon. *Jurnal Teknologi*. Vol.11 (2)

Budinetto, H.S., Fatchan, A.K., Sahid M.N. (2012) Pengendalian Aliran Permukaan Akibat Perubahan Tata Guna Lahan Dengan Konsep *Low Impact Development*, *Proceeding Seminar Nasional Teknik Sipil UMS 2012*.

Halief, K., K.R.D.P. Ningsih; Nuryanto. (2011). Pengelolaan Teknik Bioretention Dalam Mengatasi Limpasan Air Hujan. *Proceeding PESAT (Psikologi Ekonomi, Sastra, Arsitektur dan Sipil)*. Vol.4. ISSN:1858-255.

Juliastuti. (2007). Peranan bioretensi sebagai salah satu alternatif konservasi air tanah yang berkonsep *Low Impact Development (LID)*, *Jurnal Partisi* Vol.4 No.1, <http://eprints.binus.ac.id/13307/>

Kodoatie, R.J. & Syarief, Roestam. (2010). *Tata ruang air*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.

Mulyana, W.P., Permana, S., Farida, I. (2013) Pengaruh Curah Hujan terhadap Ketersediaan Air pada Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM) Sungai Cisanggiri kecamatan Cihurip, Kabupaten Garut. *Jurnal hidrologi*. Vol 11 (1).

Sallata, M. K. (2015). Konservasi dan Pengelolaan Sumber Daya Air Berdasarkan Keberadaannya Sebagai Sumber Daya Alam, *Balai Penelitian Kehutanan, Makasar*

Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.

Trevor, M. Daniell. Guillermo. Q. (2008) *Asian Pasific Friend Rainfall Intensity Duration Frequency (IDF)*. IHP-VII. No.2

Wilson, E.M. 1993. *Hidrologi Teknik*, 4th ed. ITB Bandung, ISBN 979-8001-88-5

Winogradoff, A. D., (2001). *The Bioretention Manual, Programs & Planing Division. Departement of Enviromental Resource Prince George's County, Maryland*.