

KAJIAN DRAINASE SISTEM BIOPORI DI KELURAHAN TANJUNGREJO KECAMATAN SUKUN KOTA MALANG

*I Wayan Mudra*¹⁾; *Sriliani Surbakti*¹⁾

¹⁾ Dosen Prodi. Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang

ABSTRAKSI

Wilayah Kelurahan Tanjungrejo, Kecamatan Sukun merupakan salah satu kawasan pemukiman yang cukup padat di Kota Malang. Akibat dari semakin padatnya pembangunan di kawasan ini, maka berdampak pada semakin tingginya limpasan air hujan yang biasanya menyebabkan banjir. Usaha yang dilakukan saat ini adalah peningkatan kapasitas sistem drainase kota yang ada. Melalui penelitian ini dicoba untuk dikaji pengembangan sistem drainase biopori untuk mengurangi tingginya limpasan air hujan. Sistem ini juga dimaksudkan untuk meningkatkan peresapan air hujan ke dalam tanah karena semakin berkurangnya ruang terbuka hijau.

Dalam studi ini, data curah hujan yang digunakan diambil dari 3 (tiga) stasiun penakaran hujan yang ada disekitar Kecamatan Sukun, yaitu Sukun, Universitas Brawijaya dan Blambangan, dalam 10 tahun pengamatan, yaitu dari tahun 2003 sampai dengan tahun 2012.

Curah hujan rancangan dengan kala ulang 10 tahundianalisa berdasarkan metode Ej Gumbel dan Log Person tipe III, kemudian dilakukan uji kesesuaian distribusi frekuensi dengan uji Smirnov Kolmogrof dan Chi Square. Dengan mengetahui besarnya curah hujan rancangan besarnya debit limpasan dari tiap saluran drainase menggunakan rumus Rasional. Dari proses analisa tersebut, besarnya debit laipasan yang terjadi berdasarkan Rumus Rasional mencapai 0,85 m³/detik. Debit limpasan yang tidak bisa di tampung oleh sistem drainase yang ada, di resapkan kedalam tanah melalui lubang resapan biopori yang direncanakan sebanyak 583 unit yang tersebar di wilayah kelurahan. Dengan kedalaman 1 meter dan diameter 1,5 meter, maka kemampuan peresapan debit limpasan mencapai 0,25 m³/detik. Diharapkan dari hasil penelitian ini adalah tindak lanjut pembuatan lubang-lubang resapan biopori di lapangan.

Kata Kunci: debit limpasan, sistem drainase, biopori.

PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya suatu kota, tentu memerlukan berbagai sarana dan prasarana perkotaan yang memadai. Salah satu prasyarat terciptanya lingkungan permukiman yang sehat dan layak huni, memerlukan

dukungan ketersediaan prasarana dan sarana permukiman yang memadai menurut standard kesehatan, antara lain penataan ruang wilayah perkotaan dan juga kebutuhan dasarnya seperti: penyediaan perumahan, jalan, kualitas sanitasi, pelayanan penyediaan air bersih, dan tidak kalah penting adalah penyediaan sarana dan prasarana drainase. Sistem drainase berkelanjutan merupakan suatu sistem drainase yang selain bertujuan untuk mengurangi permasalahan yang ditimbulkan oleh adanya limpasan air hujan di permukaan, juga bertujuan untuk mengurangi permasalahan polusi air (*aquatic*), mengkonversi sumber daya air dan meningkatkan nilai guna air terutama di lingkungan perkotaan (*urban*).

Kelurahan Tanjungrejo merupakan sebuah kelurahan di wilayah kecamatan Sukun, Kota Malang, Jawa Timur yang memiliki luas wilayah seluas 1.895 km² dengan jumlah penduduk sebesar 30.555 jiwa, dan kepadatan penduduk 16,124 jiwa/km². Akibat dari semakin padatnya pembangunan di kawasan ini, maka berdampak pada semakin tingginya limpasan air hujan yang biasanya menyebabkan banjir. Usaha yang dilakukan saat ini adalah peningkatan kapasitas sistem drainase kota yang ada. Melalui penelitian ini dicoba untuk dikaji pengembangan sistem drainase biopori untuk mengurangi tingginya limpasan air hujan. Sistem ini juga dimaksudkan untuk meningkatkan peresapan air hujan ke dalam tanah karena semakin berkurangnya ruang terbuka hijau. Melalui penelitian ini akan dianalisa berapa besarnya debit limpasan sesuai dengan periode ulang yang relevan dengan perencanaan sistem drainase perkotaan dan berapa persen terjadi peningkatan resapan air (infiltrasi) ke dalam tanah melalui sistem drainase biopori.

Berdasarkan indentifikasi permasalahan di lokasi studi, banjir di Kelurahan Tanjungrejo Kecamatan Sukun disebabkan oleh :

1. Adanya peningkatan debit limpasan yang diakibatkan karena tingginya curah hujan
2. Semakin sempitnya luasan lahan terbuka yang dapat meresapkan air hujan karena semakin rapatnya kawasan permukiman
3. Tidak lancarnya aliran debit limpasan menuju saluran drainase karena tersumbat/terganggunya *inlet*
4. Kurang berfungsinya saluran drainase secara optimal karena banyaknya sampah di saluran drainase.

Tujuan penelitian Kajian Drainase sistem Biopori di Kelurahan Tanjungrejo adalah sebagai berikut :

1. Menyusun kajian mengenai manfaat Drainase sistem Biopori guna meminimalkan resiko banjir dan resiko kekeringan air, khususnya pada lahan di Kelurahan Tanjungrejo Kecamatan Sukun Malang.
2. Memberikan wacana kepada masyarakat, khususnya masyarakat Kelurahan Tanjungrejo Kecamatan Sukun Malang mengenai

peningkatan kualitas tanah melalui teknologi drainase sistem Biopori tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam perencanaan system drainase kota tentu diawali dengan prediksi besarnya debit banjir atau debit limpasan yang yang berasal dari data hujan (berdasarkan pengamatan di beberapa stasiun hujan yang dianggap dapat mewakili kawasan rencana).

Debit Banjir Rencana

Untuk menghitung debit banjir rencana dalam perencanaan sistenm drainase dapt digunakan metode Rasional, (Suyono Sosrodarsono, 1983:144). Bentuk umum dari persamaan Rasional adalah:

$$Q = \left(\frac{1}{3,6} \right) C . I . A$$

Keterangan:

Q : debit banjir maksimum (m³/det)

C : koefisien pengaliran

I : intensitas hujan rerata selama waktu tiba banjir

A : luas daerah pengaliran (km²)

Untuk mendapatkan intensitas hujan selama waktu konsentrasi digunakan rumus *Mononobe* (Suyono Sosrodarsono,1983:145):

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{2/3}$$

Keterangan:

R₂₄ : curah hujan maksimum harian dalam 24 jam (mm)

I : intensitas hujan (mm/jam)

tc : waktu konsentrasi (jam)

Biopori

Biopori secara harfiah merupakan lubang-lubang (pori-pori makro) di dalam tanah yang dibuat oleh jasad biologi tanah. Lubang cacing tanah, lubang tikus, lubang marmut, lubang anjing prairi, lubang semut, rayap, dan lain-lain, termasuk lubang bekas akar yang mati dan membusuk, merupakan contoh-contoh dari biopori di dalam tanah. Lubang Resapan Biopori (LRB) adalah lubang silindris yang dibuat secara vertikal ke dalam tanah dengan diameter 10 – 30 cm dan kedalaman sekitar 100 cm atau dalam kasus tanah

dengan permukaan air tanah dangkal, tidak sampai melebihi kedalaman muka air tanah. Lubang diisi dengan sampah organik. Sampah berfungsi menghidupkan mikroorganisme tanah, seperti cacing tanah. Cacing ini nantinya bertugas membentuk pori-pori atau terowongan dalam tanah (biopori).

Bila jarak antar biopori tersebut 2 x 2 meter maka akan terdapat sebanyak 2.500 lubang biopori per hektar yang berarti dapat menampung tambahan air sebanyak 75 m³ atau setara dengan 75.000 liter air per hektar.



Gambar 1. Prinsip Pembuatan Biopori (Lubang Resapan Biopori)

Namun, secara spesifik jumlah Lubang Resapan Biopori yang sesuai pada suatu wilayah tertentu dengan luasan tertentu dan intensitas hujan tertentu pula, dihitung dengan persamaan :

$$N = \frac{I \cdot L}{v}$$

Keterangan :

- N : Jumlah Lubang Resapan Biopori
- I : Intensitas hujan terbesar dalam 10 tahun (mm/detik)
- L : Luas bidang kedap air (m²)
- V : Laju rembesan air rata-rata per lubang (m³/detik)

Saluran drainase adalah saluran yang berfungsi mengalirkan limpasan air hujan di wilayah tangkapannya menuju ke sungai yang selanjutnya akan menuju ke tampungan-tampungan alam atau buatan atau langsung mengalir ke laut. Besarnya debit yang mengalir dalam suatu

penampang saluran, sama dengan kecepatan pengaliran dikalikan dengan luas penampang basah.

Kecepatan pengaliran dalam Rumus Manning adalah sbb. :

$$Q = VA$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

$$Q = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} A$$

Keterangan :

- V = kecepatan aliran (m/det)
- n = koefisien kekerasan dinding (*manning*)
- R = jari – jari hidrolis (m)
- S = kemiringan dasar saluran
- Q = debit aliran (m³/det)
- A = Luas penampang (m²)

METODE PENELITIAN

Survei lokasi studi merupakan tahap pertama dalam pelaksanaan kegiatan penelitian ini, yang bertujuan untuk mengetahui kondisi sistem drainase eksisting. Sedangkan data sekunder merupakan data yang didapat dari pihak lain, antara lain peta topografi, data curah hujan serta data yang berkaitan dengan sistem drainase. Dari hasil data primer ini dilakukan analisa yang meliputi perhitungan hujan rencana, intensitas hujan dan debit banjir rencana serta perhitungan kapasitas saluran yang ada sesuai dengan dimensi hidrolis.

Potensi banjir dianalisa berdasarkan data hujan dengan metode Rasional. Kapasitas saluran drainase yang ada dianalisa berdasarkan persamaan debit yang merupakan fungsi kecepatan dan luas penampang basah. Dengan melihat besarnya potensi debit limpasan dan kapasitas saluran drainase yang ada, maka dapat dilihat besarnya debit limpasan yang tidak dapat ditampung oleh saluran eksisting. Kelebihan air inilah yang akan diresapkan melalui lubang-lubang biopori yang direncanakan. Jadi secara umum dalam melaksanakan analisa dan perencanaan akan digunakan metode-metode yang lazim digunakan berdasarkan referensi yang diacu sesuai dengan sumber pustaka yang ada.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Curah hujan rancangan dengan kala ulang 10 tahun dianalisa berdasarkan metode Ej Gumbel dan Log Person tipe III, kemudian dilakukan uji kesesuaian distribusi frekuensi dengan uji Smirnov Kolmogrof dan Chi Square. Dengan mengetahui besarnya curah hujan rancangan besarnya

debit limpasan dari tiap saluran drainase menggunakan rumus Rasional. Analisis Intensitas curah hujan adalah besarnya curah hujan rata-rata yang terjadi disuatu daerah dalam suatu satuan waktu tertentu sesuai dengan waktu konsentrasi pada periode ulang tertentu. Berdasarkan hasil perhitungan waktu konsentrasi di atas maka perhitungan besarnya intensitas hujan rancangan dengan rumus Mononobe adalah tertuang dalam tabel 1.

Tabel 1
Hasil perhitungan Intensitas curah hujan rencana

No	Blok	R ₂₄ (mm)	T _c (jam)	I(mm/jam)
	Kolom	1	2	3
1	A1	141,6719	0,1275	193,8516
2	A2	141,6719	0,0998	228,2678
3	A3	141,6719	0,0428	401,5130
4	A4	141,6719	0,0917	241,5293
5	B1	141,6719	0,1811	153,4256
6	B2	141,6719	0,0731	280,8879
7	B3	141,6719	0,2256	132,5394
8	C1	141,6719	0,1074	217,3124
9	C2	141,6719	0,0592	323,4800
10	C3	141,6719	0,0791	266,5058
11	C4	141,6719	0,1444	178,4086
12	Z	141,6719	0,1022	224,7577

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan kondisi di lokasi studi dan harga koefisien pengaliran maka besarnya debit aliran dapat dihitung dengan menggunakan Metode Rasional, yang hasilnya dituangkan dalam tabel 2. Sedangkan hasil analisa kapasitas saluran eksisting dapat diperiksa dalam tabel 3

Tabel 2
Perhitungan debit banjir rencana

No	Blok	F _k (1/3,6)	C	I (m/detik)	A (m ²)	Q(m ³ /detik)
1	A1	0,277777778	0,63920	0,0005	5109,0940	0,0489
2	A2	0,277777778	0,57390	0,000063408	2639,626	0,02668
3	A3	0,277777778	0,55455	0,000111531	3921,3209	0,06737
4	A4	0,277777778	0,62768	0,000067091	4025,581	0,04709
5	B1	0,277777778	0,58266	0,000042618	6176,4412	0,04260
6	B2	0,277777778	0,58299	0,000078024	3798,6547	0,04800
7	B3	0,277777778	0,53255	0,000036816	6096,7075	0,03320
8	C1	0,277777778	0,61544	0,000060365	4191,727	0,04326

9	C2	0,277777778	0,5213	0,000089856	2694,7533	0,03506
10	C3	0,277777778	0,6183	0,000074029	4011,0351	0,05099
11	C4	0,277777778	0,5641	0,000049558	312,6790	0,03115
12	Z	0,277777778	0,6078	0,000062433	183,8642	0,00194

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 3
Perhitungan kapasitas sistem drainase eksisting

No	Blok	Dimensi (m)	S	N	A (m ²)	P (m)	R (m)	V (m ³ /det)	Q _{eks} (m ³ /det)
1	A1	$\frac{b = 0,23}{h = 0,18}$	0,005	0,025	0,04	0,59	0,07	0,51	0,021185669
2	A2	$\frac{b = 0,23}{h = 0,18}$	0,006	0,025	0,04	0,59	0,07	0,56	0,023556955
3	A3	$\frac{b = 0,23}{h = 0,18}$	0,030	0,025	0,04	0,59	0,07	1,18	0,049024829
4	A4	$\frac{b = 0,23}{h = 0,18}$	0,011	0,025	0,04	0,59	0,07	0,74	0,030788458
5	B1	$\frac{b = 0,44}{h = 0,30}$	0,004	0,025	0,13	1,04	0,12	0,65	0,08614782
6	B2	$\frac{b = 0,44}{h = 0,30}$	0,009	0,025	0,13	1,04	0,12	0,96	0,127581169
7	B3	$\frac{b = 0,24}{h = 0,18}$	0,003	0,025	0,04	0,6	0,07	0,40	0,017569005
8	C1	$\frac{b = 0,16}{h = 0,15}$	0,006	0,025	0,02	0,465	0,05	0,45	0,01134505
9	C2	$\frac{b = 0,16}{h = 0,15}$	0,022	0,025	0,02	0,465	0,05	0,85	0,021185101
10	C3	$\frac{b = 0,28}{h = 0,30}$	0,005	0,025	0,08	0,88	0,09	0,61	0,051502729
11	C4	$\frac{b = 0,30}{h = 0,35}$	0,012	0,025	0,10	1	0,10	1,00	0,105727865
12	Z	$\frac{b = 0,26}{h = 0,30}$	0,010	0,025	0,07	0,86	0,09	0,84	0,065687859

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4
Perbandingan kapasitas saluran eksisting

No	Blok	Luas (m ²)	Dimensi (m)	Panjang (m)	slope (S)	Q _{saluran} (m ³ /det)	Q _{limpasan} (m ³ /det)
1	A1	5109,09	$\frac{b = 0,23}{h = 0,18}$	176	1	0,021	0,04
2	A2	2639,62	$\frac{b = 0,23}{h = 0,18}$	143	1	0,023	0,07
3	A3	3921,32	$\frac{b = 0,23}{h = 0,18}$	99	3	0,049	0,14
4	A4	4025,58	$\frac{b = 0,23}{h = 0,18}$	167	2	0,030	0,04

5	B1	6176,44	$\frac{b = 0,44}{h = 0,30}$	239	1	0,086	0,042
6	B2	3798,65	$\frac{b = 0,44}{h = 0,30}$	109	1	0,127	0,04
7	B3	6096,70	$\frac{b = 0,24}{h = 0,18}$	289	1	0,017	0,07
8	C1	4191,72	$\frac{b = 0,16}{h = 0,15}$	152	1	0,011	0,20
9	C2	2694,75	$\frac{b = 0,16}{h = 0,15}$	131	3	0,021	0,03
10	C3	4011,03	$\frac{b = 0,28}{h = 0,32}$	92	0,5	0,051	0,05
11	C4	7942,79	$\frac{b = 0,2}{h = 0,23}$	312	4	0,105	0,08
12	Z	4371,46	$\frac{b = 0,26}{h = 0,3}$	183	2	0,065	0,01

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil analisa kondisi eksisting maka lubang resapan biopori (LRB) direncanakan dibangun sebelum air dari jalan masuk ke saluran drainase dengan jarak 1 meter antar lubang dengan kedalaman tiap lubang 1 meter, dengan diameter lubang sekitar 0,10 meter.

Untuk menghitung banyaknya LRB akan dianalisa terlebih dahulu debit yang terserap oleh LRB seperti pada tabel 5.

Tabel 5
Hasil debit air yang terserap oleh Biopori

No	Blok	Jumlah (LRB)	Debit yang terserap (Q) oleh LRB (m ³ /s)
1	A2	61	0.026
2	A3	72	0.031
3	A4	34	0.014
4	B1	34	0.014
5	B3	61	0.026
6	C1	72	0.031
7	C3	124	0.054
8	C4	61	0.026
9	Z	64	0.028

Sumber : hasil perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan kapasitas saluran eksisting yang ada ternyata tidak mampu menampung debit rencana, hal ini tentu dapat menimbulkan banjir pada blok tersebut sehingga diperlukan Kajian ulang untuk mengatasi masalah banjir ataupun kelebihan air pada blok-blok tersebut. Untuk itu perlu di lakukan kajian perencanaan saluran drainase baru dengan sistem Biopori (Lubang Resapan Biopori) di lahan pekarangan rumah tangga atau di tepi jalan di permukiman Kelurahan Tanjungrejo Sukun Malang. Karena semakin banyaknya lahan terbangun dan kurangnya Ruang Terbuka Hijau (RTH) maka akan mengakibatkan berkurangnya kawasan resapan air bagi masyarakat khususnya di Kelurahan Tanjungrejo. Untuk peresapan air ke dalam tanah diperlukan pemanfaatan lubang resapan biopori (LRB) sebagai media konservasi air tanah juga sebagai suatu upaya pelestarian air tanah dan penanganan genangan air di kawasan perkotaan. Metode pendekatan yang digunakan yaitu metode dengan teknik analisis kualitatif untuk mengidentifikasi Lubang Resapan Biopori (LRB) eksisting, serta analisis kuantitatif untuk mengidentifikasi kebutuhan Lubang Resapan Biopori yang ideal dan untuk penentuan lokasi Lubang Resapan Biopori (LRB) yang tepat.

KESIMPULAN

Teknik biopori merupakan salah satu teknik pemanenan air yang tepat untuk diaplikasikan Kelurahan Tanjungrejo. Secara teknis sistem biopori dibuat dengan membuat Lubang Resapan Biopori (LRB). Saluran dan lubang dalam sistem peresapan biopori digunakan sebagai simpanan depresi untuk menampung dan meresapkan air melalui lubang lubang biopori alami yang dibuat dengan bantuan biodiversitas tanah. Di samping itu, saluran ini akan mengurangi air limpasan serta mencegah pencemaran sungai akibat pupuk yang terbawa air. Di lapangan, penerapan teknik sistem peresapan dengan teknik biopori harus memperhatikan beberapa aspek penting, terutama kemiringan tanah. Pada lahan datar lubang resapan biopori dapat dibuat pada tempat-tempat yang merupakan lokasi dimana air tergenang.

Satu unit LRB dapat menampung air sebanyak 0,03 m³ (30 liter). Bila jarak antar biopori tersebut 2 x 2 meter maka akan terdapat sebanyak 2.500 lubang biopori per hektar yang berarti dapat menampung tambahan air sebanyak 75 m³ atau setara dengan 75.000 liter air per hektar

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2010a. *Berat Isi Tanah Dan Berat Jenis Tanah* (<http://BlognyeAdekoer.wordpress.com>, diakses 24 Oktober 2011).
- Abdul Madjid. 2007. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya (<http://finalsense.com>, diakses 24 Oktober 2011)

- Asdak C, 2002, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- Brata, KR. 1995a. *Efektivitas Mulsa Vertikal sebagai Tindakan Konservasi Tanah dan Air pada Pertanian Lahan Kering di Latosol Darmaga*. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian IPB, Bogor.
- Brata, KR. 1995b. *Peningkatan Efektivitas Mulsa Vertikal sebagai Tindakan Konservasi Tanah dan Air pada Pertanian Lahan Kering dengan Pemanfaatan Bantuan Cacing Tanah*. J. Il. Pert. Indon. 5 (2): 69 – 75.
- Brata, KR. 2001. *Teknik Mulsa Vertikal pada Teras Gulud*. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian IPB, Bogor.
- Brata KR. dan Nelistya A., 2008. *Lubang Resapan Biopori*, Penebar Swadaya, Jakarta
- Brata. KR. dan Purwakusuma W. 2008. *Teknologi Peresapan Air Tepat Guna untuk Perbaikan Kualitas Lingkungan Perkotaan*. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian IPB, Bogor.
- Bambang Triatmodjo, 1993, *Hidrolika II*, Beta Offset, Yogyakarta
- Bambang Triatmodjo, 2008, *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta
- CD Sumarto, 1986, *Hidrologi Teknik*, Usaha Nasional, Surabaya
- Direktur PTS dan Tim, 1997, *Drainase Perkotaan*, Guna Dharma, Jakarta
- Darmawijaya, M. Isa. 1997. *Klasifikasi Tanah*. Yogyakarta, Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- Hakim ddk, 1986, *Dasar-dasar Ilmu Tanah*, Universitas Lampung, Lampung
- Hindarko, 2011, *Drainase Perkotaan*, ES-HA, Jakarta
- Harianja, AH, 2011. *Aplikasi Sistem Peresapan Biopori untuk Mencegah Aliran Permukaan dan Erosi serta Peningkatan Produksi Tanaman pada Tanah*
- HA Halim Hasmar, 2012, *Drainase Terapan*, UII Pres, Yogyakarta
- Kusnaedi, 2002, *Dranase Resapan untuk Pemukiman Perkotaan dan Pedesaan*, Penebar Swadaya, Depok
- Nugroho Hadisusanto, 2010, *Aplikasi Hidrologi*, Jogja Mediautama, Jogjakarta
- Putra RS, 2010. *Pengaruh Lubang Resapan Biopori terhadap Kandungan Nitrat Air*
- Suharto, 2006, *Kapasitas Simpan Air Tanah pada Sistem Tata Guna Lahan LPP Tahura Raja Lelo*, Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia Vol 8, Bengkulu
- Suripin, 2003, *Sistem Drainase Perkotaan yang berkelanjutan*, Andi, Yogyakarta
- TIM IPB. 2007. *Biopori Teknologi Tepat Guna Ramah Lingkungan-Alat dan Pemesanan Alat*. (Online). (<http://biopori.com>, diakses 31 Desember 2010).
- Ven Te Chow dan EV Nensi Rosalina, 1992, *Hidrolika Saluran Terbuka*, Erlangga, Jakarta