

# STUDI DESAIN KONSERVASI AIR DENGAN TEKNOLOGI BIOPORI DAN SUMUR RESAPAN PADA UNIVERSITAS ISLAM MAJAPAHIT

Erna Tri Asmorowati<sup>1</sup>

Universitas Islam Majapahit<sup>1</sup>

*e-mail: asmoro1221@gmail.com*

## **ABSTRACT**

*In the hydrological cycle, rain plays a very important role in the existence of water on earth. Rain becomes a source to recharge of groundwater through the infiltration and percolation processes. Often the process is hindered by the presence of waterproof areas. On the other hand, excessive extraction of groundwater can disturb the balance of the environment. One of the ways to help get water into the ground is to make bio pore holes and infiltration wells. In this study, the Log Pearson Type III method is used to calculate design rain and the rational method is used to calculate runoff discharge. This study aims to plan the needs of bio pore holes and infiltration wells at Islamic University of Mojopahit as an effort to conserve water in the built area. From the results of the analysis, the number of bio pore holes required is 1537 holes with the cost needed Rp.101.442.000,00. While infiltration wells are designed in the built area with a total of 124 pieces with the cost Rp. 372.000.000,00*

**Keyword:** *water conservation, rational method, biopore, infiltration wells*

## **ABSTRAK**

Dalam siklus hidrologi, hujan memegang peranan yang sangat penting bagi keberadaan air di permukaan bumi. Hujan menjadi sumber untuk mengisi kembali air tanah dengan proses infiltrasi dan perkolasi. Seringkali proses tersebut terhalang dengan adanya daerah kedap air. Di sisi lain pengambilan air tanah yang berlebihan dapat mengganggu keseimbangan lingkungan. Salah satu cara untuk membantu masuknya air ke dalam tanah adalah dengan membuat lubang biopori dan sumur resapan. Dalam penelitian ini metode Log Pearson Type III digunakan untuk menghitung hujan rancangan dan metode rasional digunakan untuk menghitung debit limpasan. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan kebutuhan lubang biopori dan sumur resapan pada Universitas Islam Majapahit sebagai upaya konservasi air pada daerah terbangun. Dari hasil analisa yang dilakukan didapatkan jumlah lubang biopori yang dibutuhkan sebanyak 1537 lubang dengan biaya pembuatan sebesar Rp. 101.442.000 Sedangkan sumur resapan didesain pada daerah terbangun dengan jumlah 124 buah dengan biaya sebesar Rp. 372.000.000,00.

**Kata kunci:** konservasi air, metode rasional, biopori, sumur resapan

## **PENDAHULUAN**

Air hujan yang jatuh ke permukaan bumi sebagian mengalir menjadi aliran permukaan dan sebagian lagi meresap ke dalam tanah sebagai infiltrasi dan perkolasi. Peristiwa infiltrasi dan perkolasi merupakan proses awal masuknya air hujan ke dalam tanah untuk selanjutnya mengalir ke akuifer menjadi air tanah. Proses tersebut dapat terhalang dengan adanya tutupan lahan yang bersifat *impermeable* pada daerah resapan air. Tutupan lahan yang bersifat *impermeable* dapat disebabkan karena adanya alih fungsi lahan dari lahan terbuka menjadi lahan tertutup. Dengan

berkurangnya infiltrasi dan perkolasi maka air hujan yang jatuh ke permukaan bumi akan menjadi aliran permukaan (limpasan). Hal ini dapat menyebabkan masalah genangan jika tidak tertangani dengan baik. Oleh karena itu, berdasarkan Permen PU no 11 tahun 2014 tentang Pengelolaan Air Hujan pada Bangunan Gedung dan Persilnya serta Permen LH no 12 Tahun 2009 tentang Pemanfaatan Air Hujan, maka semua pemilik bangunan wajib melakukan pemanfaatan air hujan. Hal tersebut bertujuan untuk menjaga siklus hidrologi, konservasi air dan mitigasi terhadap bencana banjir.

Beberapa usaha konservasi air hujan dalam pengelolaan air hujan adalah dengan menggunakan teknologi biopori dan sumur resapan. Dari analisa yang dilakukan oleh Ichsan,dkk, lubang resapan biopori (LRB) terbukti dapat meningkatkan infiltrasi tanah dari 4,5 cm/jam menjadi 38,5 cm/jam dan mereduksi limpasan sebesar 10,82% pada luasan lahan 100m<sup>2</sup>[1]. Sedangkan berdasarkan penelitian Kartika Eka Sari dkk, sumur resapan mampu mereduksi debit limpasan sebesar 29,86% sedangkan lubang biopori dapat mereduksi debit limpasan sebesar 39,3% [2]. Penggunaan teknologi lubang biopori merupakan teknologi yang mudah dan murah serta ramah lingkungan [3]. Lubang resapan biopori sangat berpengaruh terhadap laju infiltrasi air hujan kedalam tanah sehingga mampu meningkatkan daya resap air ke tanah.[4]

Universitas Islam Majapahit sebagai salah satu institusi pendidikan tinggi tentunya mempunyai kewajiban untuk mentaati peraturan pemerintah tersebut dengan membuat suatu perencanaan pemanfaatan air hujan dengan tujuan yang telah disebutkan pada peraturan tersebut. Kondisi yang ada saat ini pada Universitas Islam Majapahit, belum adanya pengelolaan air hujan untuk usaha konservasi. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perencanaan pengelolaan air hujan dengan menggunakan teknologi biopori dan sumur resapan dalam rangka upaya konservasi air di Universitas Islam Majapahit.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Lubang Biopori

Biopori sendiri adalah ruang atau pori didalam tanah yang dibentuk oleh makhluk hidup baik hewan maupun akar tanaman. Biopori dapat menyalurkan air dan udara secara efektif ke dalam tanah [5]. Sedangkan teknologi lubang biopori lubang yang dibuat secara tegak lurus vertikal ke dalam tanah dengan diameter 10-25 cm dan kedalaman sekitar 100 cm atau tidak melebihi kedalaman air tanah[6]. Manfaat lubang biopori tidak hanya dirasakan oleh manusia tetapi juga dirasakan oleh tumbuhan, tanah, organisme bawah tanah dan komponen lingkungan hidup yang lainnya . Jumlah lubang biopori yang dibutuhkan pada suatu kawasan dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Jumlah lubang biopori} = \frac{\text{Intensitas Hujan} \left(\frac{\text{mm}}{\text{jam}}\right) \times \text{Luas bidang kedap}(\text{m}^2) \dots \dots (1)}{\text{Laju resapan air per lubang} \left(\frac{\text{liter}}{\text{jam}}\right)}$$

### Sumur Resapan

Sumur resapan adalah lubang yang dibuat untuk memasukkan air hujan ke dalam tanah atau lapisan batuan pembawa air. Ada dua macam sumur resapan yaitu sumur resapan dangkal dan sumur resapan dalam. Sumur resapan dangkal dibuat pada area dimana muka air tanah lebih dari 0,5 m dan kedalaman konstruksi antara 0,5 sampai 10 m. Sedangkan sumur resapan dalam dibangun pada daerah-daerah dengan kondisi air tanah kritis dengan air tanah lebih dari 4 m. Kedalaman sumur resapan dalam disesuaikan dengan kondisi akuifer dalam yang ada.

## METODE

### Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Universitas Islam Majapahit yang beralamatkan di Jl. Raya Jabon km 07 Kabupaten Mojokerto. Dengan posisi geografis terletak pada 7°29'36,8"Lintang Selatan 112°27'48. 6"Bujur Timur. Dengan luas lahan kurang lebih 42000 m<sup>2</sup> atau 4,2 Ha. Penelitian dilakukan selama tiga bulan mulai bulan September 2019 sampai dari November 2019.

### Data dan Pengumpulan data

Data yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah data primer dengan melakukan survey primer di lapangan dan data sekunder dari instansi terkait. Adapun tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengumpulkan literatur yang terkait dengan penelitian yang dilaksanakan.
2. Pengumpulan data primer  
Data primer yang dikumpulkan dari hasil survey di lapangan adalah luas lahan terbangun dan luas lahan terbuka yang digunakan untuk menghitung koefisien pengaliran.
3. Pengumpulan data sekunder berupa : peta lokasi alat pengukur hujan dan data curah hujan 10 tahun dari tahun 2008 sampai dari 2018 yang didapatkan dari Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Kabupaten Mojokerto. Data permeabilitas tanah didapatkan dari Bapeda Kabupaten Mojokerto.

### Teknik Analisis data

1. Analisa Curah Hujan Harian Maksimum  
Analisa curah hujan harian maksimum menggunakan data dari stasiun Pasinan Kabupaten Mojokerto yang jaraknya sekitar 300m dari lokasi penelitian.
2. Analisa frekuensi hujan menggunakan metode Log Pearson type III untuk mendapatkan curah hujan rancangan dengan periode ulang 2,5, 10,25 dan 50 tahun yang selanjutnya akan digunakan untuk menghitung debit rencana.  
Persamaan metode Log Pearson Type III yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$X_{tr} = \bar{X} + k.S \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

- $\bar{X}$  = hujan rata-rata
- K = faktor frekuensi yang tergantung nilai kepercengan
- S = standar deviasi

3. Analisa intensitas hujan menggunakan metode Mononobe

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

$$tc = 0,01947L^{0,77}S^{-0,385} \dots\dots\dots(4)$$

dengan :

- R<sub>24</sub> = curah hujan rata-rata selama t jam (mm/jam)
- tc = waktu konsentrasi
- L = panjang maksimum perjalanan air (m)
- S = kemiringan daerah aliran sungai

4. Analisa debit limpasan dengan menggunakan rumus rasional

$$Q = 0,0278.C.I.A \dots\dots\dots(5)$$

Dimana :

- Q = debit limpasan (m<sup>3</sup>/dt)
- C = koefisien pengaliran
- I = intensitas hujan (mm/jam)
- A = luas daerah pengaliran(ha)

5. Analisa kebutuhan Biopori dengan menggunakan persamaan (1).

6. Analisa Sumur resapan menggunakan metode Sunjoto [2] dengan persamaan sebagai berikut :

$$H_{sumur} = \frac{Q_i}{F.K} \left( 1 - e^{-\frac{F.K.T}{\pi R^2}} \right) \dots\dots\dots(6)$$

$$Q_0 = F . K . H \dots\dots\dots(7)$$

$$V = \pi R^2 H \dots\dots\dots(8)$$

$$n_{sumur} = \frac{H_{sumur}}{H_{air tanah}} \dots\dots\dots(9)$$

dimana :

- H sumur = kedalaman sumur (m)
- Qi = debit masuk (m<sup>3</sup>/det)
- F = faktor geometrik
- T = durasi hujan (detik)
- R = jari-jari saluran (m)
- K = koefisien permeabilitas tanah (m/det)
- Q0 = debit resap sumur resapan (m<sup>3</sup>/det)
- V = volume sumur resapan (m<sup>3</sup>)
- R = jari-jari sumur resapan (m)
- Nsumur = jumlah sumur resapan
- Hair tanah = kedalaman air tanah (m)

7. Analisa rencana anggaran biaya.

Analisa harga satuan pekerjaan yang dipakai adalah analisa harga satuan pekerjaan Kabupaten Mojokerto tahun 2019.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebagai dasar perencanaan, curah hujan rancangan yang digunakan adalah curah hujan dengan kala ulang 2 tahun sesuai dengan ketentuan dari Kementrian Pekerjaan Umum sebesar 95,12 mm. Analisa distribusi frekuensi menggunakan uji Smirnov-Kolmogorof da uji Chi Square digunakan untuk mengetahui kesesuaian distribusi yang digunakan. Dari hasil uji tersebut Smirnov kolmogorof diketahui  $\Delta$ peluang maksimum adalah 22,67% lebih kecil dari  $\Delta$  kritis sebesar 39,6% sehingga hipotesa diterima. Sedangkan hasil Uji Chi Square didapatkan Chi kuadrat kritis 5,99 > Chi kuadrat hitungan 1,833 sehingga hipotesa diterima. Perhitungan debit limpasan dilakukan per area dimana biopori akan direncanakan. Panjang maksimum perjalanan air yang digunakan pada perhitungan waktu konsentrasi adalah panjang dari titik terjauh ke lubang biopori. Koefisien pengaliran yang digunakan disesuaikan dengan kondisi daerah penelitian yang berupa jalan tertutup paving dan ruang terbuka hijau berupa taman dan rerumputan. Perhitungan debit limpasan disajikan dalam tabel 1, dalam perhitungan tersebut tampak bahwa pada area dimana permukaan tanah tertutup mempunyai nilai limpasan yang lebih besar dibandingkan dengan area taman dan rerumputan.

Tabel 1. Perhitungan debit limpasan menggunakan metode Rasional

Area	luas area (m <sup>2</sup> )	L (m)	S	tc (menit)	I (mm/jam)	C	Q (m <sup>3</sup> /dt)
Lapangan upacara	2207	22	0,008	1,350	26,996	0,7	0,011595
Taman Korea	2694	60	0,008	2,923	16,130	0,2	0,002416
Taman Mini Wilwatika	3243	65	0,008	3,109	15,481	0,2	0,002791
Halaman Kantin Nawang wulan	2411	60	0,008	2,923	16,130	0,2	0,002162
Parkir sepeda motor mahasiswa	1809	60	0,008	2,923161226	16,130	0,7	0,005678

Sumber : Hasil Perhitungan,2019

Jumlah total lubang biopori yang dibutuhkan adalah 1537 untuk luas lahan sebesar 1,236 Ha ,sedangkan jumlah per area dapat dilihat pada tabel 3. Sumur resapan didesain untuk menampung air hujan dari atap melalui talang air. Perhitungan debit yang melimpas adalah debit pada luasan atap bangunan.

Tabel 2. Jumlah lubang biopori yang dibutuhkan per area

Area	luas area	I	laju resapan air	Jumlah lubang
	(m2)	(mm/jam)	(lt/jam)	
Lapangan upacara	2207	29,28969	144	449
Taman Korea	2694	17,50011	144	327
Taman Mini Wilwatika	3243	16,79563	144	378
Halaman Kantin Nawang wulan	2411	17,50011	144	293
Parkir sepeda motor mahasiswa	1809	17,50011	144	220

Sumber : Hasil Perhitungan,2019

Perhitungan sumur resapan menggunakan metode Sunjoto (1988) Dari perhitungan tersebut didapatkan jumlah sumur resapan yang dibutuhkan adalah 124 buah sumur dengan diameter 1 meter dan kedalaman 3m . Jumlah sumur untuk masing-masing area gedung dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Jumlah sumur resapan per area

Area	Luas Atap m <sup>2</sup>	C	I mm/jam	Q <sub>atap</sub> m <sup>3</sup> /dt	F	K m/dt	H m	H <sub>rencana</sub> m	Jumlah sumur
Graha Nuswantara	1900	1	139,7304	0,074	2,75	2,5 x10 <sup>-4</sup>	107	3	36
Gedung FE	1400	1	156,6888	0,061	2,75	2,5 x10 <sup>-4</sup>	88,5	3	30
Gedung FT	1008	1	156,6888	0,044	2,75	2,5 x10 <sup>-4</sup>	64	3	21
Gedung FAI	640	1	156,6888	0,028	2,75	2,5 x10 <sup>-4</sup>	40	3	13
Gedung Hajar Ibrahim	1115	1	156,6888	0,049	2,75	2,5 x10 <sup>-4</sup>	71	3	24
Jumlah Total	7230								124

Sumber : Hsil perhitungan,2019

Dari analisa rencana anggaran dan biaya, didapatkan biaya pembuatan satu lubang biopori adalah Rp.66.000,00 sehingga total biaya yang dibutuhkan untuk membuat 1537 lubang biopori adalah Rp. 101.442.000,00. Sedangkan biaya yang dibutuhkan untuk membuat satu sumur resapan dibutuhkan biaya sebesar Rp.3.000.000,00. Total pembuatan seluruh sumur resapan Rp. 372.000.000,00.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisa didapatkan kebutuhan lubang biopori adalah 1537 buah dengan biaya sebesar Rp. 101.442.000,00. Sedangkan biaya yang dibutuhkan untuk membuat satu sumur resapan dibutuhkan biaya sebesar Rp.3.000.000,00. Total pembuatan seluruh sumur resapan Rp. 372.000.000,00. Perlu dilakukan kajian tentang perencanaan sistem drainase yang berwawasan lingkungan dengan penggunaan teknologi selain biopori dan sumur resapan yang layak secara teknis dan ekonomis.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Ichsan and Z. Hulalata, "Analisa Penerapan Resapan Biopori Pada Kawasan," *J. Infrastructure Sci. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 33–46, 2018.
- [2] K. Sari Eka, "Pengendalian Air Limpasan Permukaan Dengan Penerapan Konsep Ekodrainase (Studi Kasus Kelurahan Oro-oro DOwo Kota Malang)," vol. 7, no. April, pp. 24–36, 2018.
- [3] D. Program *et al.*, "Jurnal SAINTEK UNSA, Volume 1, Nomor 2, September 2016 78," vol. 1, no. September, pp. 21–30, 2016.
- [4] B. Annisa, "Penerapan Model Horton Untuk Kuantifikasi Laju Infiltrasi," vol. 18, no. April, pp. 95–102, 2018.
- [5] Fachruddin, "Teknik Konservasi Air Tanah," 2012.
- [6] R. Indonesia, "Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 Tentang Pemanfaatan Air Hujan," vol. 53, no. 95, pp. 45–52, 2012.

