

ANALISIS RESAPAN AIR HUJAN MELALUI LUBANG RESAPAN BIOPORI SEBAGAI UPAYA MEREDUKSI BEBAN DRAINASE DI KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL BANDUNG

MUCHAMAD AGIL RAMADHAN RAMADHAN, FRANSISKA YUSTIANA

Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Bandung

Email : agilramadhan201@gmail.com

ABSTRAK

Institut Teknologi Nasional adalah salah satu perguruan tinggi di Kota Bandung yang memiliki visi "Gaya Hidup Berkelanjutan dari kampus Ramah Lingkungan" dengan program prioritas yaitu program energi bersih dan terjangkau serta penanganan perubahan iklim. Dalam mewujudkan visi tersebut dilakukan inovasi pemanfaatan ruang hijau terbuka dengan teknologi lubang resapan biopori sebagai upaya penanganan perubahan iklim. Lubang resapan biopori memberikan dampak baik bagi penyerapan air, terdapat perbedaan resapan air sebelum dan setelah adanya lubang resapan biopori. Berdasarkan hasil analisis laju infiltrasi dengan menggunakan Metode Horton dari 2 sampel, didapatkan laju infiltrasi sebelum adanya lubang pada lubang 1 37,5 mm/jam dan lubang 2 52,8 mm/jam serta laju infiltrasi setelah adanya lubang pada lubang 1 36,547 mm/jam dan lubang 2 515,643 mm/jam. Intensitas curah hujan rencana dengan menggunakan metode mononobe yaitu 33,63 mm/jam. Berdasarkan data laju infiltrasi dan data curah hujan, Lubang resapan biopori yang dapat diterapkan di kawasan kampus Institut Teknologi Nasional Bandung adalah 1 buah dengan tingkat reduksi 95%.

Kata kunci: metode horton, Institut Teknologi Nasional, laju infiltrasi, lubang resapan biopori.

1. PENDAHULUAN

Institut Teknologi Nasional Bandung adalah kampus yang berada ditengah Kota Bandung, yang memiliki visi "Gaya Hidup Berkelanjutan dari kampus Ramah Lingkungan". Program ini bertujuan agar lingkungan di dalam kampus, sekitar kampus dan wilayah di Kota Bandung tetap hijau. Beberapa program/aktivitas Institut Teknologi Nasional dalam mendukung program pengembangan berkelanjutan (PBB)/United Nations' Sustainable Development Goals (SDGs), difokuskan ke dalam program-program antara lain: pendidikan berkualitas, air bersih dan sanitasi layak, energi bersih dan terjangkau serta penanganan perubahan iklim.

Dalam mendukung program tersebut akan dilakukan pengembangan pada ruang hijau di kawasan Institut Teknologi Nasional sebagai sarana pengembangan teknologi ramah lingkungan yaitu teknologi lubang resapan biopori, dalam perkembangannya lubang biopori mampu menjadi suatu sistem berkelanjutan yang mampu mereduksi limpasan air hujan yang di akibatkan oleh resapan tanah yang tidak mampu tereduksi oleh tanah itu sendiri yang diakibatkan oleh curah hujan yang tinggi. Lubang resapan biopori tidak hanya mampu mereduksi limpasan air hujan akan tetapi mampu menjadi media pemanfaatan sampah organik menjadi pupuk kompos.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jenis Distribusi Probabilitas Kontinu

Jenis distribusi data hujan, terdapat beberapa macam distribusi yang umumnya sering digunakan untuk analisa hidrologi antara lain sebagai berikut :

1. Metode Gumbel

Perhitungan curah hujan rencana dengan metode gumbel dengan persamaan empiris sebagai berikut :

$$X_T = \bar{X} + \left[\frac{Y_T - Y_n}{S_n} \right] \times S \quad \dots (1)$$

Keterangan:

- \bar{X} = Nilai rata-rata (mm).
- X_T = Nilai X untuk kala ulang tertentu (mm).
- K_T = Faktor Frekuensi
- S = Standar deviasi.
- T = Periode ulang (tahun)
- Y_n = Nilai rata-rata dari reduksi data, nilainya tergantung dari jumlah data (n)
- S_n = Deviasi standar dari reduksi data, nilainya tergantung dari jumlah data (n)
- Y_t = Nilai reduksi data dari variabel yang diharapkan terjadi pada periode ulang tertentu

2. Metode Log Pearson Tipe III

Perhitungan curah hujan rencana dengan metode Log Pearson Tipe III dengan persamaan empiris sebagai berikut :

$$\text{Log } X = \overline{\text{Log } x} + (K \times \overline{S \log x}) \quad \dots (2)$$

Keterangan :

- $\text{Log } X$ = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang tahunan tertentu
- $\overline{\text{Log } X}$ = Nilai rata-rata hitung varian (mm).
- K = faktor frekuensi merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk menganalisis peluang
- $\overline{S \log x}$ = Standar deviasi dari Log X.

3. Metode Normal

Perhitungan curah hujan rencana dengan metode Log Pearson Tipe III dengan persamaan empiris sebagai berikut :

$$X_T = \bar{X} + K_T \times S \quad \dots (3)$$

Keterangan :

- \bar{X} = Nilai rata-rata hitung varian (mm)
- X_T = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang tertentu (mm)
- S = Standar deviasi nilai varian
- K_T = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari pada peluang atau periode ulang dan tipe model matematik dari distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

2.2 Uji Distribusi Kecocokan

Menentukan kecocokan (*the goodness of fittest*) distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan/mewakili distribusi frekuensi tersebut (Soewarno,1995).

1. Metode Chi-Kuadrat (Chi-Square)

Uji chi-kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis, dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut (Seowarno, 1995) :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad \dots (4)$$

Keterangan :

χ^2 = Parameter chi-kuadrat terhitung

N = Jumlah data pengamatan

O_i = Nilai yang diamati

E_i = Nilai yang diharapkan

2. Metode Smirnov Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov – Kolmogorof, sering disebut uji kecocokan non parametrik (*non-parametric test*), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu (soewarno,1995).

2.3 Laju Infiltrasi

Laju infiltrasi dipengaruhi secara langsung oleh tekstur tanah (*soil tekstur*) penutupan tanah (*soil cover*) kadar lengas di dalam tanah (*moisture content*), suhu tanah (*soil temperatur*), jenis presipitasi (*precipitation type*), dan intensitas hujan (*rainfall intensity*), (Indarto,2010). Perhitungan model persamaan kurva kapasitas infiltrasi yang dikemukakan oleh Horton adalah sebagai berikut :

$$f_t = f_c + (f_o - f_c) \times e^{-kt} \quad \dots (5)$$

$$k = -\frac{1}{t} \ln \left(\frac{f_t - f_c}{f_t - f_o} \right) \quad \dots (6)$$

Keterangan :

f_t = Laju infiltrasi nyata (mm/jam)

f_c = Laju infiltrasi tetap (mm/jam)

f_o = Laju infiltrasi awal (mm/jam)

k = Konstanta geofisik

t = Waktu (t)

e = 2,718281820

2.4 Jumlah Lubang Resapan Biopori

Menentukan jumlah LRB yang ideal adalah dengan menghitung dengan menggunakan rumus berikut ini (Brata dan Nelistya, 2008):

$$\text{Jumlah Lubang} = \frac{I \times A}{f} \quad \dots (7)$$

Keterangan

I = Intensitas hujan (m/jam)

A = Luas area (m²)

f = Laju Infiltrasi (m³/jam)

2.5 Reduksi Beban Drainase

Reduksi beban drainase akibat adanya LRB dapat dihitung dengan membandingkan pengaruh LRB terhadap debit hujan yang jatuh di seluruh wilayah (Meliala, 2015) dapat dituliskan pada rumus berikut ini:

$$\text{Reduksi Resapan} = \frac{Q_{\text{Serap}} - Q_{\text{wilayah}}}{Q_{\text{Serap}}} \times 100\% \quad \dots (8)$$

Keterangan :

Q_{Serap} = Debit yang dapat diserap oleh lubang resapan biopori (m^3/jam)

Q_{wilayah} = Debit hujan yang jatuh di seluruh wilayah penelitian (m^3/jam)

3. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder. Data primer yang diperoleh adalah data laju infiltrasi sebelum dan sesudah adanya lubang biopori, data diperoleh melalui proses praktikum di 2 titik percobaan yaitu titik pertama di depan cafetaria dan titik kedua samping lapangan tenis. Data sekunder yang diperoleh adalah data curah hujan yang didapatkan melalui Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Kota Bandung, serta data administrasi luas kawasan melalui Badan Keuangan Umum Institut Teknologi Nasional Bandung. Data yang telah diperoleh dari hasil praktikum dapat dihitung untuk mendapatkan laju infiltrasi nyata dengan menggunakan metode horton serta data curah hujan yang didapatkan dari data sekunder dapat dihitung untuk mendapatkan intensitas curah hujan rencana. Data tersebut dapat digunakan untuk mendapatkan jumlah lubang resapan yang dapat diterapkan serta dapat menghitung tingkat reduksi resapan.

4. ANALISI DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Hidrologi

Berdasarkan hasil perhitungan, curah hujan rencana pada periode 5 hingga 10 tahun menggunakan metode Log Pearson Tipe III disajikan pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Distribusi Sebaran Metode Log Pearson III

| Periode Ulang | P | W | z | Kt | LogXt | Xt |
|---------------|-----|------|------|------|--------|----------|
| 5 | 0,2 | 1,79 | 0,84 | 0,84 | 1,2556 | 18,01358 |
| 10 | 0,1 | 2,15 | 1,29 | 1,29 | 1,2961 | 19,77425 |

Uji keselarasan data curah hujan menggunakan metode Chi-Square dan Smirnov-Kolmogorov. Berdasarkan hasil perhitungan metode Chi-square dapat disimpulkan bahwa setiap distribusi dapat diterima karena nilai Chi-square lebih kecil dari pada Chi Kritis, Nilai Distribusi Gumbel ($1,00 < 5,991$), Nilai Distribusi Normal ($2,00 < 5,991$), Nilai Distribusi Log Pearson III ($2,00 < 5,991$). Berdasarkan hasil perhitungan metode Smirnov-Kolmogorov dapat disimpulkan bahwa setiap distribusi dapat diterima karena nilai $D_{\text{max}} < D_0$ Kritis dengan nilai setiap distribusi sebagai berikut Nilai Distribusi Gumbel ($0,07 < 0,41$), Nilai Distribusi Normal ($0,02 < 0,41$), Nilai Distribusi Log Pearson III ($0,00 < 0,41$).

4.2 Analisa Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan menggunakan rumus Mononobe mendapatkan hasil perhitungan yang ditunjukkan pada Tabel 4.2 berikut ini:

Tabel 4.2 Intensitas Curah Hujan

| R24 (mm) | | | |
|--------------|------------|----------|----------|
| t (menit) | t (jam) | R5 | R10 |
| | | 18,01 | 19,77 |
| 5 | 0,08 | 33,62921 | 36,91557 |
| 10 | 0,17 | 20,34592 | 22,3342 |
| 15 | 0,25 | 15,73318 | 17,27069 |
| 20 | 0,33 | 13,07477 | 14,35248 |
| 25 | 0,42 | 11,13295 | 12,22091 |
| 30 | 0,50 | 9,911285 | 10,87985 |
| 35 | 0,58 | 8,977553 | 9,854871 |
| 40 | 0,67 | 8,154427 | 8,951306 |
| 45 | 0,75 | 7,563726 | 8,30288 |
| 50 | 0,83 | 7,069541 | 7,760402 |
| 55 | 0,92 | 6,60062 | 7,245656 |
| 60 | 1,00 | 6,243718 | 6,853876 |

4.3 Analisis Laju Infiltrasi

Laju infiltrasi berdasarkan hasil uji lapangan yang dilakukan di lokasi penelitian disajikan dalam Tabel 4.3 berikut ini:

Tabel 4.3 Rekapitulasi Laju Infiltrasi

| No | Keterangan | Laju Infiltrasi Sebelum Adanya Lubang Resapan Biopori (mm/jam) | Laju Infiltrasi Setelah Adanya Lubang Resapan Biopori (mm/jam) |
|----|------------|--|--|
| 1 | Titik A | 37,500 | 346,547 |
| 2 | Titik B | 52,800 | 515,643 |

Berdasarkan Tabel 4.3 Terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara laju infiltrasi sebelum adanya biopori dengan setelah adanya biopori. Pada titik 1 yang terletak di samping lapang tenis laju infiltrasi sebelum adanya biopori adalah sebesar 37,500 mm/jam. Sedangkan setelah adanya biopori, laju infiltrasi bertambah menjadi 346,547 cm/jam. Keadaan serupa juga terjadi di titik 2 terletak di area hijau cafetaria sebelum adanya biopori laju infiltrasi adalah sebesar 52,800 mm/jam. Sedangkan setelah adanya biopori, laju infiltrasi bertambah menjadi 515,643 mm/jam

4.4 Perencanaan Lubang Resapan Biopori

$$\text{Jumlah LRB} = \frac{\text{Intensitas Hujan (m/jam)} \times \text{Luas Bidang Kedap (m}^2\text{)}}{\text{Laju Resapan Air (m}^3\text{/jam)}}$$

$$\text{Jumlah LRB} = \frac{0,03363 \times 53754}{0,515643 \times 53754}$$

Jumlah LRB = 0,065 \approx 1 buah

Jumlah lubang resapan biopori yang dapat diterapkan di kampus Institut Teknologi Nasional dengan luas lahan 53.754 m² adalah sebanyak 1 buah Lubang resapan biopori.

4.5 Reduksi Beban Drainase

Reduksi beban drainase adalah proses pengurangan beban drainase akibat limpasan yang di akibatkan oleh air hujan. disajikan dalam Tabel 4.4

Tabel 4.4 Rekapitulasi Debit Serap dan Reduksi Serap

| | |
|-------------------------------------|------------------------------|
| Qwilayah | 1357,2m ³ /jam |
| Qserap Sebelum Adanya Lubang | 2838,21 m ³ /jam |
| Qserap Setelah Adanya Lubang | 27717,87 m ³ /jam |
| Reduksi Serap Sebelum Adanya Lubang | 52,18% |
| Reduksi Serap Setelah Adanya Lubang | 95,1% |

Tingkat reduksi serap sebelum adanya lubang biopori sebesar 52,18% dan setelah adanya lubang resapan biopori sebesar 95,1%. Dengan ini maka penggunaan lubang resapan biopori mampu memberikan pengaruh besar terhadap resapan di kawasan Institut Teknologi nasional dalam mereduksi beban drainase yang ada.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Laju resapan air/laju infiltrasi tanpa adanya biopori dengan setelah adanya biopori. Pada titik A laju infiltrasi sebelum adanya biopori adalah sebesar 37,50 mm/jam, sedangkan setelah adanya biopori laju infiltrasi bertambah menjadi 346,547 mm/jam. Keadaan serupa juga terjadi di titik B sebelum adanya biopori laju infiltrasi adalah sebesar 52,800 mm/jam. Sedangkan setelah adanya biopori, laju infiltrasi bertambah menjadi 515,643 mm/jam
2. Jumlah lubang resapan biopori (LRB) yang dapat diterapkan di kampus Institut Teknologi Nasional adalah 1 buah dengan reduksi beban drainase di sebesar 95,1%

DAFTAR RUJUKAN

- Badan Standarisasi Nasional. (2012). Tata cara pengukuran laju infiltrasi tanah di lapangan menggunakan infiltrometer cincin ganda, SNI 7752:2012
- Brata, R. & A. Nelistya. 2008. Lubang Resapan Biopori. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Darwia, Seva, Ichwana, Mustafri. 2017. Laju Infiltrasi Lubang Resapan Biopori (LRB) Berdasarkan Jenis Bahan Organik Sebagai Upaya Konservasi Air dan Tanah. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah. Vol.2. No.1.
- Dengah, G. P., Supit, C. J., Tangkudung, H., Sipil, T., Sam, U., Manado, R., ... Manado, K. (2019). Analisis Perencanaan Lubang Resapan Biopori Untuk Mereduksi Genangan Di Jalan Dahlia Raya II Perumahan Griya Paniki Indah Kota Manado. Tekno, 17(73), 145–151.
- Habibiyah, A. W. (2015). Pengaruh Jenis Sampah, Variasi Umur Sampah Terhadap Laju Infiltrasi Lubang Resapan Biopori (LRB) di Kampus II Universitas PGRI Adi Buana Surabaya. Tugas Akhir. Program Studi Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas PGRI Adi Buana Surabaya.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2009. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 tentang Pemanfaatan Air Hujan.
- Suripin. 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Yogyakarta: Andi Offset.