

PEMANFAATAN LUBANG RESAPAN BIOPORI SEBAGAI ALIH FUNGSI LAHAN DAN UPAYA MITIGASI BANJIR

^{1*}Marelianda Al Dianty, ²Rizka Arbaningrum, ³Shafira Khalisa

¹PT. Geohydra Konsulting Grup, Indonesia

^{2,3}Teknik Sipil Fakultas Teknologi dan Desain, Universitas Pembangunan Jaya

Email : *aldianty@geohydra.com

Manuskrip: Desember -2021; Ditinjau: Desember -2021; Diterima: Januari -2022;

Online: Januari-2022; Diterbitkan: Januari-2022

ABSTRAK

Isi Banjir merupakan fenomena alam yang akan selalu berulang terjadi. Kombinasi penggunaan LRB dan analisa hidologi di jelaskan di penelitian ini dengan mengambil contoh Perumahan di Kawasan Tangerang Selatan yang mengalami perkembangan pesat. Urbanisasi menyebabkan luas lahan hijau yang ada sebagai daerah resapan air dan pemukiman tidak seimbang. Menjadikan penyebab utama terjadinya banjir. Dari hasil pengolahan data curah hujan, dapat di analisis intensitas curah hujan dengan menggunakan pendekatan diagram hyetograph. Debit banjir rencana yang didapat dengan memodelkan dengan program bantuan, yaitu SWMM 5.0 untuk periode 100 tahun, sehingga didapat debit banjir rencana sebesar 0.98 m³/detik. Dari hasil penelitian, diperoleh jumlah LRB yang dapat diterapkan adalah 750 buah pada tepi jalan dengan bentang 750 meter di dekat saluran primer dan jarak antar lubang resapan biopori sepanjang 1 meter. Debit yang dapat diserap oleh lubang resapan biopori sebesar 0.328125 m³/detik. Besar pemanfaatan lubang resapan biopori (LRB) dalam mereduksi beban drainase di Perumahan tersebut sebesar 33.48%. Penggunaan lubang resapan biopori (LRB) merupakan sistem yang efektif yang bisa di lakukan masing masing di rumah saja dalam rangka menangani permasalahan banjir. LRB juga dapat dilakukan di rumah saja pada saat pandemic sebagai upaya pemulihan sosial dan ekonomi masyarakat di bidang penanggulangan banjir. .

Kata Kunci: Permodelan Hyetograph, Lubang Resapan Biopori (LRB), Perumahan, SWMM 5.0, Mitigasi Banjir

PENDAHULUAN

Musim penghujan seringkali membuat sebagian wilayah di perkotaan digenangi banjir. Hal ini menyebabkan kelumpuhan lalu lintas di beberapa tempat. Salah satu faktor penyebab banjir adalah kurangnya lahan resapan air. Oleh karena itu, lubang resapan biopori digunakan sebagai salah satu langkah meningkatkan daya resap air pada tanah.

Lubang Resapan Biopori (LRB) secara umum adalah lubang-lubang di dalam tanah yang terbentuk akibat berbagai aktivitas organisme di dalamnya, seperti

cacing, perakaran tanaman, rayap dan fauna tanah lainnya. Lubang - lubang yang terbentuk akan terisi udara dan akan menjadi tempat berlalunya air di dalam tanah. LBR ini merupakan salah satu upaya strategis untuk meminimalisir terjadinya bencana banjir. Salah satu penyebab bencana banjir adalah karena kurangnya lahan untuk peresapan air, bila air hujan turun secara berlebihan maka air tersebut tidak bisa menyerap ke dalam tanah seluruhnya. Untuk menghindari hal itu, maka perlu kebijakan terbaru untuk menerapkan pengembangan biopori di lingkungan. Dalam aspek penerapan biopori tidaklah terlalu menghabiskan biaya yang terlalu banyak dan cara pembuatannya pun cukup sederhana. Cukup membuat beberapa lubang di sekitar lingkungan, kemudian lubang tersebut dapat diisi dengan sampah organik (Martha, 2018). Tapi dalam memasukkan sampah organik jangan terlalu rapat, beri celah-celah udara agar organisme tanah bisa mencerna sampah tersebut. Baru setelah itu tutup lubang biopori. Bila dilihat dari segi manfaatnya, biopori memiliki banyak keuntungan, yaitu bisa mencegah banjir, menyuburkan tanah, menghasilkan pupuk kompos, dan sebagainya (Bahunta dan Waspodo, 2019). Oleh karena itu, masyarakat dihimbau untuk segera menerapkan biopori di lingkungan masing-masing. Jika sebagian besar masyarakat telah banyak yang menerapkan biopori, maka kita tidak perlu khawatir lagi pada musim penghujan.

Tata cara pengelolaan LRB

Biopori merupakan sebuah lubang resapan, yang berfungsi untuk mengatasi genangan air dengan cara meningkatkan daya resap air pada tanah. Peningkatan daya resap air pada tanah dilakukan dengan cara membuat lubang pada tanah dan menimbunnya dengan sampah organik untuk menghasilkan kompos. Sampah organik yang ditimbun pada lubang ini kemudian dapat menghidupi fauna tanah, yang seterusnya mampu menciptakan pori-pori di dalam tanah (Al Dianty, 2020).

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan Lubang Resapan Biopori (LRB) di rumah saja adalah;

1. Lubang dibuat dengan diameter sesuai dengan pipa yang akan digunakan sedalam 1 meter.
2. Pipa sebelum dimasukkan ke lubang, diberi lubang di sisi-sisinya agar air dapat mengalir melewati pipa tersebut.
3. Kemudian masukkan pipa tersebut ke dalam lubang yang sudah dibuat.
4. Kumpulkan sampah (biasanya sisa makanan) serta daun-daun kering kemudian masukkan ke pipa tadi.
5. Berikan tutup di mulut lubang pipa agar tidak ada tanah yang menyumbat pipa.



Gambar 1. Pengelolaan Biopori

METODE PELAKSANAAN KEGIATAN

Pengumpulan Data

Sebelum menghitung analisis hidrologi, harus diketahui terlebih dahulu yaitu besar Daerah Aliran Sungai (DAS) Perumahan Pondok Maharta. DAS yang ditinjau dalam perhitungan debit banjir merupakan daerah tangkapan dari air hujan yang turun. DAS Maharta kemudian dibagi menjadi sub-DAS dimana batas-batas sub-DAS ditentukan berdasarkan elevasi dan arah aliran yang sama pada kondisi eksisting dengan luas DAS Maharta sebesar 0.27 km².



Gambar 2. DAS Perumahan Pondok Maharta (Google Earth, 2020)

Stasiun hujan yang dipakai untuk menghitung curah hujan maksimum adalah stasiun hujan yang memiliki data hujan sejak tahun 2015 hingga tahun 2019. Stasiun hujan yang memiliki data hujan dari tahun 2015 hingga tahun 2019 berjumlah 3 stasiun, yaitu Stasiun Cisauk, Stasiun Klimatologi Tangerang Selatan, dan Stasiun UPTD Serpong. Namun ada beberapa data hujan yang hilang pada 3 stasiun tersebut, yaitu data hujan pada Stasiun Cisauk pada bulan Mei dan Juni 2019 (Shafira, 2020). Data hujan yang hilang akan dicari menggunakan cara perbandingan normal. Berikut rekapitulasi curah hujan maksimum rata-rata harian dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Curah Hujan Maksimum Rata-Rata Harian

No	Tahun	Bulan	Hujan Max.
1	2015	Februari	79
2	2016	November	84
3	2017	September	69
4	2018	Desember	60
5	2019	Mei	66

Metode Analisis

Untuk mengetahui debit banjir rencana, dilakukan perhitungan analisis hidrologi. Debit banjir rencana merupakan pegangan pokok untuk merencanakan bangunan air. Pekerjaan analisis hidrologi meliputi pengumpulan data curah hujan pada area penelitian dan metode analisis hidrologi. Kemudian dilakukan pemodelan menggunakan SWMM yang lalu mengevaluasi kapasitas eksisting DAS, apabila terjadi banjir dilakukan perencanaan lubang resapan biopori sedangkan bila tidak terjadi banjir harus mengevaluasi ulang kapasitas DAS (Al Dianty dkk., 2020)

Analisis Hidrologi

Untuk melakukan analisis hidrologi, pertama tama yang dilakukan adalah menentukan DAS, lalu menentukan siklus dari hujan yang selanjutnya menganalisis curah hujan rata rata. Analisis frekuensi dilakukan setelah itu kemudian dilanjutkan dengan pemilihan jenis sebaran dan terakhir menentukan curah hujan periodik.

Analisis Curah Hujan Metode Rata-Rata Aljabar

Tinggi rata-rata curah hujan didapatkan dengan mengambil harga rata-rata hitung dari penakaran pada penakar hujan dalam area tersebut (Purbawijaya, 2017).

$$R = \frac{R1 + R2 + \dots + Rn}{n}$$

Analisis Frekuensi

Distribusi Normal

Distribusi normal adalah simetris terhadap sumbu vertikal dan berbentuk lonceng yang disebut juga distribusi *gauss*.

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S$$

X_T : Perkiraan nilai pada T-tahun

\bar{X} : Nilai rata-rata sampel

K_T : Faktor frekuensi

S : Standar deviasi

Distribusi Log Normal

Jika variabel acak $y = \log x$ terdistribusi secara normal, maka x dikatakan

mengikuti distribusi log normal (Mustofa dkk, 2015).

$$Y_T = \bar{Y} + K_T \cdot S$$

\bar{Y}_T : Perkiraan nilai pada T-tahun

\bar{Y} : Nilai rata-rata sampel

K_T : Faktor frekuensi

S : Standar deviasi

Distribusi Log Pearson III

Ada 12 distribusi Pearson, namun hanya distribusi Log Pearson III yang dipakai dalam analisa frekuensi atas data hidrologi. Log Pearson III menggunakan 3 parameter statistik dalam proses analisisnya.

Nilai rata-rata :

$$\log \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n}$$

Standar deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Koefisien kemencengan

$$C_s = \frac{n \sum (\log x_i - \log \bar{X})^3}{(n - 1)(n - 2)S^3}$$

Menghitung logaritma hujan rencana dengan periode ulang T-tahun :

$$X_t = \bar{X} + kS$$

X_t = Curah hujan rencana periode ulang T tahun.

K = Harga yang diperoleh berdasarkan nilai C_s

Menghitung koefisien kurtosis

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \times \sum_{i=1}^n \{\log(X_i) - \log \bar{X}\}^4$$

Menghitung koefisien variasi:

$$C_v = \frac{S}{\log \bar{X}}$$

Menghitung nilai ekstrem:

$$\log X = \overline{\log X} + G \cdot S$$

Distribusi Gumbel

Untuk menghitung curah hujan rencana dengan metode sebaran Gumbel

digunakan persamaan distribusi frekuensi empiris sebagai berikut :

$$X_T = \bar{X} + \frac{Sd}{Sn} (Y_T - Y_n)$$

X_T = nilai hujan rencana dengan data ukur T tahun.

\bar{X} = nilai rata - rata hujan

Sd = standar deviasi (simpangan baku)

Y_T = nilai reduksi variat (reduced variate) dari variabel yang diharapkan terjadi pada periode ulang T tahun

Y_n = nilai rata-rata dari reduksi variat (reduce mean) nilainya tergantung dari jumlah data (n).

Sn = deviasi standar dari reduksi variat (reduced standart deviation) nilainya tergantung dari jumlah data (n)

Menghitung Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. Hubungan antara intensitas, lama hujan dan frekuensi hujan biasanya dinyatakan dalam lengkung Intensitas - Durasi - Frekuensi (*IDF = Intensity - Duration - Frequency Curve*). Diperlukan data hujan jangka pendek, misalnya 5 menit, 10 menit, 30 menit, 60 menit dan jam-jaman untuk membentuk lengkung IDF.

Seandainya data curah hujan yang ada hanya curah hujan harian, maka intensitas curah hujannya dapat dirumuskan sebagai berikut;

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left[\frac{24}{t} \right]^{\frac{2}{3}}$$

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

t = lamanya curah hujan (jam)

R_{24} = curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rumusan masalah yang dikaji dalam penelitian ini adalah bagaimana cara menentukan debit rencana pada saluran drainase dan cara menentukan besarnya pengaruh lubang resapan biopori dalam mereduksi banjir di satu Perumahan percontohan sebagaimana pada Gambar 2.



Gambar 2. Kondisi Banjir di Perumahan Pondok Maharta

Pemodelan dengan SWMM

SWMM pertama kali dikembangkan pada tahun 1971 dan telah mengalami beberapa perkembangan atau perbaikan besar sejak saat itu. SWMM digunakan secara luas di dunia terutama daerah Amerika Utara untuk perencanaan, analisis dan perancangan yang terkait dengan limpasan air hujan, saluran gabungan, saluran sanitasi dan sistem drainase lainnya pada kawasan perkotaan (Sari dkk, 2014). Analisis limpasan dapat dilakukan pada berbagai macam media penyaluran seperti sistem pipa, jaringan saluran terbuka, tampungan atau instalasi pengolahan, pompa dan pengatur (Hikmatullah, 2016). SWMM menghasilkan volume dan kualitas limpasan yang diteruskan dari masing-masing subcatchment beserta kecepatan aliran, kedalaman aliran dan kualitas air pada masing-masing pipa dan saluran selama periode simulasi yang terdiri dari berbagai tahapan waktu (Mustofa dkk, 2015).

SWMM versi 5.0 yang beroperasi di bawah OS (Operating System) Windows, menyediakan lingkungan terpadu untuk mengedit area masukan studi, menjalankan simulasi hidrologi, hidrolis & kualitas air dan melihat hasilnya dalam berbagai format (Nugrahedi dkk, 2014). Hal ini termasuk warna area drainase dan peta sistem alat angkut, grafik & tabel deret waktu, plot profil dan analisis frekuensi statistik (Afrazofri, 2018).

Analisis luas subcatchment

Menentukan luas *subcatchment* dilakukan dengan cara menghitung luas daerah pada area penelitian dengan memperhatikan elevasi lahan dan pergerakan limpasan yang masuk ke dalam saluran drainase. Hasil pengukuran yang telah didapatkan kemudian digunakan sebagai *input* pada program SWMM (Augusta, 2017).

Penentuan daerah pervious dan impervious

Menentukan daerah *pervious* dan *impervious* dilakukan dengan cara mengamati daerah tangkapan air hujan pada wilayah penelitian. Setelah diketahui daerah-daerah yang dapat menyerap air hujan (*pervious*) dan yang tidak dapat menyerap air hujan (*impervious*), lalu akan dihitung persentase masing-masing area *pervious* dan *impervious* sebagai masukan data *subcatchment*.

Pemodelan menggunakan EPA SWMM 5.0

a) Pembagian *subcatchment*

Langkah awal dalam penggunaan SWMM 5.0 adalah pembagian *subcatchment* berdasarkan pada area penelitian. Pembagian *subcatchment* dilakukan dengan memperhatikan elevasi lahan dan pergerakan limpasan yang masuk ke dalam saluran drainase (Afrazofri, 2018).

b) Pembuatan model jaringan

Dalam membuat model jaringan haruslah berdasarkan sistem drainase yang ada di lapangan, sehingga didapatkan model jaringan yang dapat mewakili keadaan sebenarnya di lapangan. Model jaringan ini dibuat dari kumpulan objek-

objek visual dan non-visual seperti *rain gage*, *subcatchment*, *junction*, *outfall*, *conduit*, *map label* dan *time series*.

c) Simulasi model

Simulasi dilakukan setelah model jaringan dibuat dan seluruh parameter selesai dimasukkan. Simulasi dikatakan berhasil ketika *continuity error* < 10%. *Continuity error* adalah ukuran atau nilai kesalahan (*error*) yang terjadi pada proses pemodelan menggunakan program SWMM. Dalam simulasi SWMM besarnya debit banjir dihitung dengan cara memodelkan suatu sistem drainase. Aliran permukaan terjadi jika air yang ada di dalam tanah mencapai maksimum dan menjadi jenuh (Suroso dkk, 2014).

d) Output EPA SWMM 5.0

SWMM akan mengeluarkan hasil simulasi dalam tabel, seperti besar limpasan pada masing-masing *subcatchment*, kedalaman air pada masing-masing *node* & saluran, *node* yang banjir dan saluran yang melimpah.

e) Kesesuaian kapasitas saluran drainase

Dari hasil analisis dengan menggunakan model SWMM dapat dilihat kesesuaian kapasitas saluran drainase dengan besar limpasan yang terjadi. Apabila masih terdapat saluran melimpah atau *node* yang banjir, maka dapat disimpulkan bahwa kapasitas saluran belum sesuai dengan besar limpasan. Untuk itu diperlukan perubahan dimensi saluran drainase sampai ditemukan dimensi yang sesuai sehingga tidak lagi terdapat saluran yang melimpah maupun *node* yang banjir (Kamila dkk, 2016).

Analisis Sistem Drainase dengan Lubang Resapan Biopori (LRB)

Sebelum mencari kedalaman lubang biopori, terlebih dahulu dilakukan analisis untuk menentukan besarnya nilai faktor geometrik (F) dimana direncanakan resapan terletak pada tanah yang seluruhnya porus dengan seluruh dinding sumur permeable dan dasar berbentuk setengah bola sebagai berikut :

$$F = \frac{2\pi H + \pi^2 R \ln 2}{\ln \left\{ \frac{H + 2R}{3R} + \sqrt{\left(\frac{H}{3R}\right)^2 + 1} \right\}}$$

F = faktor geometrik (m)

H = kedalaman tiap lubang (1 m)

R = jari-jari LRB (0.05 m)

Kemudian mencari banyaknya jumlah LRB yang dibutuhkan untuk meresapkan seluruh debit air hujan dengan rumus sebagai berikut;

$$Q = F \times K \times H$$

Q = debit air terserap oleh LRB (m³/detik)

K = permeabilitas tanah (0.063 m/jam = 1.75 x [(10)]⁽⁻⁴⁾ m/detik)

F = faktor geometrik (2.5 m)

Untuk menghitung reduksi beban drainase menggunakan rumus sebagai berikut;

$$\% \text{Reduksi beban drainase} = \frac{\text{debit biopori}}{\text{debit swmm}} \times 100\%$$

DAFTAR PUSTAKA

- Afrazofri, 2018. Evaluasi Saluran Drainase di Perumahan Pesona Batavia Kabupaten Bogor dengan EPA SWMM 5.1. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Al Dianty, M., Arbaningrum, R., dan Putuhena, F.J. 2020, The Linkage of Effect Climate Change for Determining Design Flood of Tenggang River. *Geographia Technica*, 15, 3-12.
- Al Dianty, M., 2020, Analysis of Biopore Drainage System to Control the Floods in the Urban Cluster, *Technology Reports of Kansai University*. 62 (08) : pp. 45-54,
- Augusta, N., 2017, Evaluasi Saluran Drainase dengan Menggunakan Program SWMM 5.1 di Perumahan Villa Ratu Endah, Bogor, Jawa Barat. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.