



Penanggulangan Bencana Banjir Berdasarkan Tingkat Kerentanan dengan Metode Ecodrainage Pada Ekosistem Karst di Dukuh Tunggu, Desa Girimulyo, Kecamatan Panggang, Kabupaten Gunungkidul, DIY

Dian Hudawan Santoso*¹

¹Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Lingkungan, UPN "Veteran" Yogyakarta

INFO ARTIKEL

Sejarah Artikel

Dikirim Desember 2018
 Diterima Januari 2019
 Terbit Januari 2019

Kata Kunci:

banjir;
 karst;
 cekungan;
 ecodrainage

Abstrak

Dukuh Tunggu terletak di Desa Girimulyo, Kecamatan Panggang, Kabupaten Gunungkidul, Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Di daerah ini terdapat fenomena bentuklahan karst berupa cekungan dan bukit – bukit karst. Daerah cekungan pada RT 07 di Dukuh Tunggu sering mengalami banjir ketika intensitas curah hujan di kawasan tersebut tinggi dengan durasi yang lama. Ketika terjadi siklon tropis cempaka pada akhir bulan November tahun 2017, RT 07 pada Dukuh Tunggu mengalami banjir terparah selama 4 hari sampai 7 hari. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kerentanan banjir dan arahan pengelolaan banjir dengan metode ecodrainage. Tingkat kerentanan bencana banjir di daerah penelitian ditentukan berdasarkan dari 4 aspek kerentanan yaitu kerentanan lingkungan, fisik, sosial dan ekonomi, dimana setiap aspek kerentanan memiliki parameter tersendiri. Penelitian ini menghasilkan peta tingkat kerentanan banjir. Dimana RT 06, RT 07, RT 08 dan RT 09 seluas 10,7 Ha mempunyai tingkat kerentanan banjir kategori sedang, baik kondisinya tergenang maupun tidak tergenang banjir. Arahan pengelolaan bencana banjir dengan metode ecodrainage dilakukan dengan penerapan kolam retensi, saluran air hujan dengan rorak dan bak pengumpul air hujan dan peninggian lantai rumah warga serta penanaman rumput manila pada halaman rumah.

Abstract

The hamlet of Tunggu is located in the village of Girimulyo, sub-district of Panggang, district of Gunungkidul, Province of Special Region of Yogyakarta. The morphological form of this area is karst with basins and the hills. The basin area oftenly flooded when the intensity of rainfall in this region is high with long duration. When the tropical cyclone cempaka occurred at the end of November 2017, RT 07 of the hamlet of Tunggu had the worst flooding in 4 days to 7 days. The purpose of this research is to study the extent of the flood vulnerability and the direction of floodwaters with the ecodrainage system. The vulnerability were based on four aspects i.e. environmental, physical, social and economic vulnerabilities with each aspect of vulnerability. Our research resulted 10,7 Ha of study area has a level of vulnerability to a catastrophic flood, which is RT 06, RT 07, RT 08 and RT 09 that are flooded with floods and floods. The ecodrainage methods was proposed by performing the application of retention pool, rain channel with rorak and rainwater collection and raised up the floor of local people's houses and plant Manila grass on a yard.

© 2019 The Authors. Published by UNNES. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

PENDAHULUAN

Banjir merupakan salah satu bentuk fenomena alam yang terjadi akibat intensitas curah hujan yang tinggi di mana terjadi kelebihan air yang ti-

dak tertampung oleh suatu sistem (Suripin, 2014). Daerah cekungan pada RT 07 di Dukuh Tunggu ketika terjadi siklon tropis cempaka pada akhir November tahun 2017 mengalami banjir puncak karena hujan ekstrim yang melebihi normal selama beberapa hari sehingga limpasan permukaan terkumpul pada daerah cekungan tersebut. Berdasarkan kejadian diatas diperlukan penyelenggaraan

* E-mail : hudageo@gmail.com
 Address : Jl. SWK 104 Condongcatu, Yogyakarta, 55283

penanggulangan bencana banjir. Salah satu metode yang digunakan untuk penanggulangan banjir adalah metode ecodrainage (drainase berwawasan lingkungan). Metode ini adalah upaya mengelola limpasan air hujan yang dikelompokkan menjadi dua tipe fasilitas penahan, yaitu tipe penyimpanan dan tipe peresapan sehingga air hujan yang jatuh dapat dikelola dan dimanfaatkan dengan baik agar tidak menjadi genangan yang merugikan (Nurhikmah, 2016).

Penelitian ini bertujuan untuk untuk mengetahui tingkat kerentanan banjir dan arahan pengelolaan banjir dengan metode *ecodrainage*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di RT 06, RT 07, RT 08 dan RT 09 pada Dukuh Tunggu seluas $\pm 10,7$ Ha atau sekitar 21,4 % dari luas Dukuh Tunggu. Secara zona UTM terletak pada X = 436400mT

- 437100mT dan Y = 9108800mU – 9109400mU. Penelitian di lakukan dari tanggal 01 Maret 2018 sampai 31 Juli 2018.

Metode Survey dan Pemetaan

Metode survey dan pemetaan meliputi pengambilan atau pemindahan data dari lapangan ke peta atau sebaliknya (Syaripudin, 2014). Penyusun menggunakan metode survey dan pemetaan untuk crosscheck data sekunder yang telah didapatkan sebelumnya yang kemudian di cek dengan kondisi faktual di lapangan. Survey dan pemetaan yang dilakukan berupa jenis satuan batuan, jenis tanah, kemiringan lereng dan jenis penggunaan lahan di daerah penelitian.

Metode Wawancara dengan Kuesioner

Metode wawancara digunakan untuk mendapatkan informasi langsung mengenai fenomena

Tabel 1. Kerentanan Lingkungan

No.	Parameter	Kriteria	Skor
1	Curah Hujan (mm/tahun)	< 1500	1
		1500 – 2000	2
		2000 - 2500	3
		2500 - 3000	4
		> 3000	5
2	Tinggi genangan banjir (m)	< 0,76	1
		0,76 – 1,5	2
		> 1,5	3
3	Lama genangan banjir (jam)	< 24	1
		24 – 48	2
		> 48	3
4	Frekuensi genangan banjir (dalam 1 tahun kejadian)	< 6	1
		6 – 11	2
		> 11	3
5	Luas daerah tergenang (Ha)	< 2	1
		2 – 4	2
		> 4	3
6	Kemiringan lereng (%)	> 140 (sangat curam)	1
		55 - 140 (sangat terjal)	2
		21 – 55 (terjal)	3
		14 - 20 (miring)	4
		8 – 13 (miring)	5
		3 – 7 (miring landai)	6
		0 – 2 (datar/hampir datar)	7
7	Drainase	Ada drainase, berfungsi	1
		Ada drainase, tidak berfungsi	2
		Tidak ada drainase	3
8	Penggunaan lahan	Hutan	1
		Perkebunan, semak	2
		Pertanian, sawah, pekarangan	3
		Pemukiman, kebun campuran, tanaman pekarangan	4
		Lahan terbuka, sungai, waduk, rawa	5
9	Infiltrasi tanah (cm/jam)	> 25	1
		12,5 – 25	2
		6,5 – 12,5	3
		2 – 6,5	4
		0,5 – 2	5
		0,1 – 0,5	6
		0,1	7

Sumber : Puslitbangtanak – Bogor, 2002 dalam Sari dan Sigit, 2013 (1), Perka BNPB No. 2 tahun 2012 (2)

Ristya, 2012 (3 dan 4), Lampiran I Peraturan Menteri PU Nomor 11/PRT/M.2014 (5), Van Zuidam, 985 (6), Nurhadi dkk, 2016 (8), Kohnke, H. 1968 (9)

kejadian banjir di Dukuh Tunggu disertai kuesioner tertutup kepada 65 kepala keluarga yang tersebar di 4 RT. Jumlah sampel responden ditentukan dengan rumus Slovin dengan tingkat kesalahan 5 % (Sarwono, 2006). Dengan teknik penentuan sampelnya *simple random sampling*.

Metode Scoring

Scoring dimaksudkan sebagai pemberian skor terhadap masing – masing kelas dalam tiap parameter (Nurlina dkk, 2014). *Scoring* dalam penelitian ini digunakan pada parameter dan kriteria kerentanan banjir. Penentuan aspek kerentanan bencana banjir berdasarkan Lampiran Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana No 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana, yaitu aspek kerentanan lingkungan, fisik, sosial dan ekonomi. Berikut tingkat kerentanan bencana banjir ditinjau berdasarkan parameter, kriteria dan skor (tabel a, b, c dan e).

Kerentanan Fisik

No.	Parameter	Kriteria	Skor
1	Kepadatan bangunan (unit/ Ha)	< 18	1
		18 – 34	2
		> 34	3
2	Kualitas bangunan rumah	Permanen	1
		Semi Permanen	2
		Tidak Permanen	3
3	Kepemilikan bangunan rumah	Sendiri, Milik orang tua	1
		Milik orang lain	2
		Kontrak dan lainnya	3

Sumber : Ristya, 2012 (1)
Risanty dkk, 2015 (2)
Jaswadi dkk, 2012 (3)

Kerentanan Sosial

No.	Parameter	Kriteria	Skor
1	Kepadatan penduduk (jiwa/ Ha)	< 68	1
		68 – 136	2
		> 136	3
2	Pendidikan	Lulus Perguruan Tinggi, SMA	1
		Lulus SMP, SD	2
		Tidak lulus SMP, SD, tidak sekolah	3
3	Jumlah anggota keluarga (jiwa/keluarga)	1 – 3	1
		4 – 6	2
		> 6	3

4	Persentase penduduk usia balita (< 5 tahun)	< 6 %	1
		6 – 10 %	2
		> 10 %	3
5	Persentase penduduk lansia (> 60 tahun)	< 4 %	1
		4 – 5 %	2
		> 5 %	3

Sumber : Risanty dkk, 2015 (1,4, dan 5)
Jaswadi dkk, 2012 (2 dan 3)

Kerentanan Ekonomi

No.	Parameter	Kriteria	Skor
1	Pendapatan (Rp/bulan)	> 1.500.000	1
		724.000 – 1.500.000	2
		< 724.000	3
2	Pekerjaan	PNS, TNI, POLRI, Pensiunan	1
		Buruh industri, Pedagang, Pegawai, Wiraswasta	2
		Petani, buruh harian lepas	3

Sumber : Jaswadi dkk, 2012 (1 dan 2)

Kerentanan Bencana Banjir

Kelas Kerentanan Bencana Banjir	Jumlah Skor	Keterangan
I (Kerentanan rendah)	19 – 35,7	Baik
II (Kerentanan sedang)	35,8 – 52.5	Sedang
III (Kerentanan tinggi)	52,6 – 69.3	Buruk

Sumber : Penyusun, 2018

Metode Matematis

Metode matematis adalah perhitungan pasti dan tepat bersifat matematika. Metode matematis berupa perhitungan skor untuk evaluasi tingkat kerentanan banjir, intensitas curah hujan, kapasitas infiltrasi, debit rencana aliran permukaan, dan arahan *ecodrainage*. Berikut rumus intensitas curah hujan, kapasitas infiltrasi, dan debit rencana aliran permukaan mengacu Kamiana, (2011).

Urutan Penentuan Intensitas Hujan

Curah hujan rata – rata selama 10 tahun (X)

$$X = \frac{\text{Jumlah curah hujan } (\Sigma)}{\text{Jumlah tahun } (n)} \dots\dots\dots(1)$$

Standar deviasi

$$S_x = \sqrt{\frac{\Sigma (X_i - X)^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2)$$

Curah Hujan Maksimum Harian (24 jam)

$$R_{24} = X + \frac{S_x}{S_u} (Y_t - Y_n) \dots\dots\dots(3)$$

Intensitas Hujan

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

Tabel f. Evaluasi Tingkat Kerentanan Bencana Banjir

RT	Kondisi	Total Skor Rata – Rata Kerentanan Lingkungan (KL)	Total Skor Rata – Rata Kerentanan Fisik (KF)	Total Skor Rata – Rata Kerentanan Sosial (KS)	Total Skor Rata – Rata Kerentanan Ekonomi (KE)	Total Skor (KL+KF+KS+KE) dan Kelas Kerentanan
6	Tidak Banjir	17	4	9,5	5,8	36,3 (Sedang)
7	Banjir	21,6	4	10	5,8	41,4 (Sedang)
	Tidak Banjir	16,4	3,7	10,3	5,8	36,2 (Sedang)
8	Banjir	22	3,5	8,5	6	40 (Sedang)
	Tidak Banjir	18,5	3,6	9,3	5,8	37,2 (Sedang)
9	Tidak Banjir	17,5	3,9	9	5,7	36,1 (Sedang)

Sumber : Penyusun, 2018

- t = Lamanya hujan (jam)
- R₂₄ = Curah hujan maksimum

Analisis Kapasitas Infiltrasi

$$f = f_c + (f_o - f_c) \cdot e^{-kt} \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

- f = laju infiltrasi (cm/menit)
- f_o = laju infiltrasi awal (cm/menit)
- f_c = laju infiltrasi konstan (cm/menit)
- k = konstanta
- t = waktu (menit)

Debit Rencana Aliran Permukaan

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

- Q : Debit banjir maksimum (m³/dt)
- C : Koefisien aliran permukaan atau pengaliran
- I : Intensitas hujan selama waktu konsentrasi atau periode ulang tertentu (mm/jam)
- A : Luas daerah pengaliran (m²)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Evaluasi Tingkat Kerentanan Bencana Banjir

Berdasarkan **Tabel f**, hasil evaluasi kerentanan banjir menjelaskan bahwa tingkat kerentanan banjir pada RT 06, RT 07, RT 08 dan RT 09 baik yang tergenang banjir maupun tidak tergenang banjir memiliki kelas kerentanan sedang (**lihat Gambar 2**). Kerentanan sedang pada RT yang tidak pernah banjir disebabkan pengaruh dari aspek kerentanan lain (fisik, sosial dan ekonomi) yang kondisi kerentanannya sama dengan RT yang mengalami banjir, sehingga kerentanan bencana banjir di daerah penelitian sedang.

Berdasarkan sumber aliran permukaannya, banjir yang terjadi merupakan banjir lokal karena volume hujan setempat yang berlebih dari kapasitas di daerah tersebut, dan juga berdasarkan mekanisme terjadinya banjir, banjir tersebut termasuk kategori *regular flood*. *Regular flood* yaitu banjir yang

diakibatkan oleh hujan (Rahayu dkk, 2009).

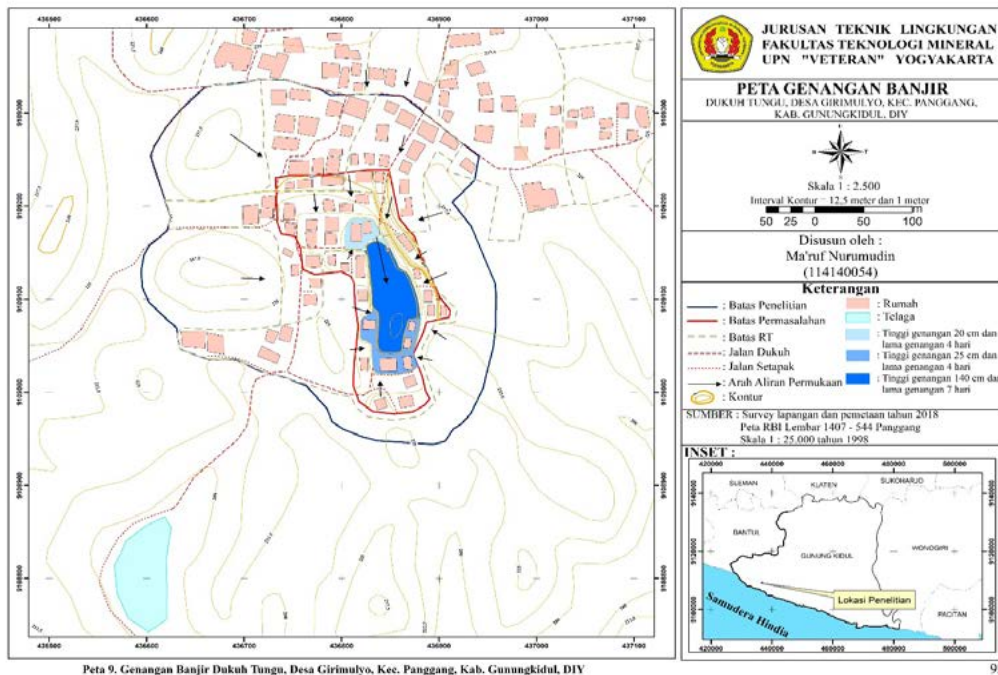
Banjir yang melanda sebagian wilayah RT 07 dan RT 08 disebabkan oleh intensitas hujan yang tinggi (>100 mm/bulan) dengan durasi hujan yang lama (2 hari – 7 hari), bentuklahan cekungan pada daerah genangan banjir dan tidak berfungsinya ponor di daerah cekungan sebagai jalan keluar air dipermukaan tanah menuju ke dalam tanah karena ditutup oleh warga pada tahun 2012, sehingga genangan banjir yang terjadi lama surutnya (>2 hari). Luas genangan banjirnya yaitu 6667.466 m² dengan ketinggian banjir dapat dilihat pada **Gambar 1**.

Secara fisik, banjir tidak merusak bangunan rumah warga, tetapi menimbulkan bercak noda bekas banjir di dinding rumah warga. Jumlah penduduk yang terpapar oleh genangan banjir pada RT 07 sebanyak 22 jiwa dengan jumlah balita 2 jiwa dan lansia 6 jiwa, sedangkan pada RT 08 jumlah penduduk yang terpapar genangan banjir yaitu 7 jiwa dengan jumlah lansia 1 jiwa, sehingga total penduduk yang terpapar banjir sebanyak 29 jiwa.

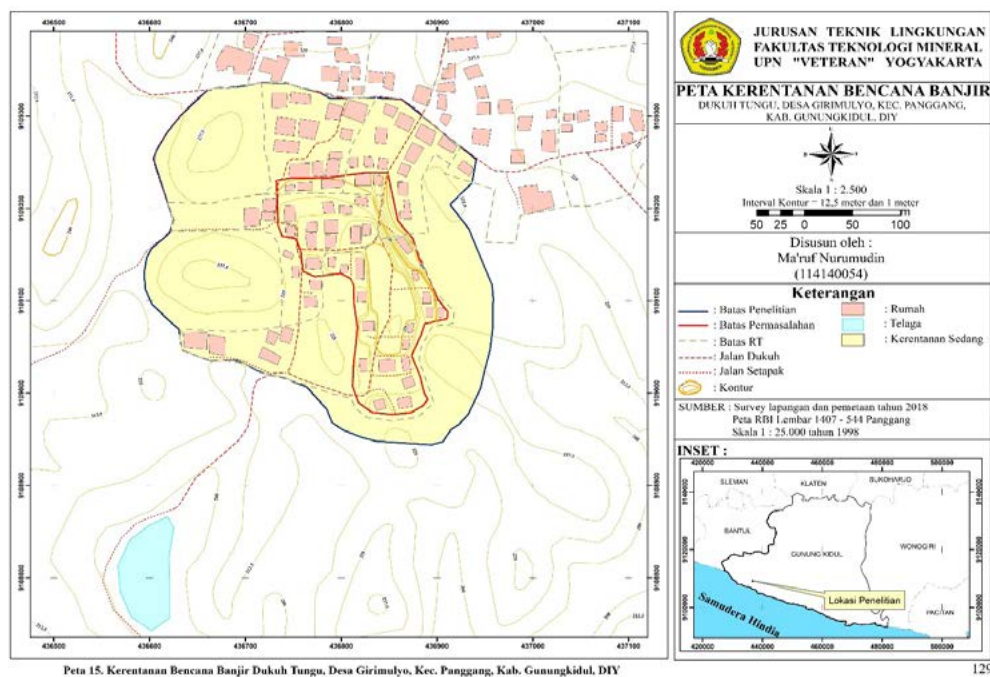
Tidak pernah ada korban jiwa selama kejadian banjir yang melanda sebagian wilayah RT 07 dan RT 08, tetapi hanya keluhan gatal – gatal pada warga yang terpapar banjir. Kemampuan ekonomi warga pada daerah penelitian rendah untuk melakukan pengelolaan lingkungan terhadap kejadian banjir diwilayahnya. Maka, diperlukan bantuan baik dari individu maupun instansi untuk melakukan pengelolaan lingkungan agar di masa mendatang banjir yang terjadi tidak semakin parah.

ARAHAN PENGELOLAAN

Dalam arahan pengelolaan terdapat beberapa pendekatan untuk menang- gulangi bencana banjir yaitu pendekatan teknologi, pendekatan sosial dan pendekatan pemerintahan yang mana dalam pendekatan tersebut harus sesuai dengan kondisi di daerah penelitian



Gambar 1. Peta Genangan Banjir



Gambar 2. Peta Kerentanan Bencana Banjir

Pendekatan Teknologi

Dengan arahan metode *ecodrainage* yang dapat diterapkan, diharapkan menurunkan kerentanan banjir di daerah penelitian. Berikut pendekatan teknologi yang dapat diterapkan.

a. Kolam Retensi

Kolam retensi di daerah penelitian direkomendasikan untuk diterapkan di daerah kebun campur dan ladang pada RT 07 dengan jumlah 1 unit dengan tetap mempertahankan ekosistem kebun campur

dan ladang yang telah ada sebelumnya. Fungsi dari kolam retensi adalah menampung dan meresapkan limpasan air hujan yang terjadi di daerah penelitian untuk dapat dimanfaatkan oleh penduduk sekitar dan menurunkan ketinggian banjir yang terjadi. Kolam retensi direncanakan dibangun di bawah permukaan tanah dengan bentuk persegi panjang yang kapasitasnya 4.900 m³. Penentuan kapasitas dan dimensi kolam retensi berdasarkan perhitungan distribusi 6 bulan hujan dan 6 bulan kemarau yaitu banyaknya kelebihan

air penduduk = 4.846.776 liter/tahun = 4.900 m³/tahun, sehingga dimensi kolam retensi yaitu panjang 70 m, lebar 35 m dan kedalaman 2 m. Kemudian, disekitar kolam retensi diterapkan penahan sedimen dari aliran permukaan yang berfungsi untuk mengurangi sedimen yang masuk kedalam kolam retensi. Penahan sedimen memiliki dimensi tinggi 0,3 meter dan lebar dasar 0,3 meter. Dengan kapasitas kolam retensi tersebut, air hujan yang tertampung di kolam retensi bisa dimanfaatkan oleh 360 orang di daerah penelitian baik ketika bulan basah maupun bulan kering. Efisiensi peresapan pada kolam retensi, dihitung sebagai berikut (Setyawati dkk, 2014) dan (Rochman dkk, 2015):

$$F = \frac{(4.H) + 4\sqrt{P.L} \ln 2}{\ln\left(\frac{H+4\sqrt{P.L}}{6\sqrt{P.L}} + \sqrt{\left(\frac{H}{6\sqrt{P.L}}\right)^2 + 1}\right)}$$

Keterangan :

H = Kedalaman Kolam (2 m)

P = Panjang Kolam (70 m)

L = Lebar Kolam (35 m)

F = faktor geometrik (m)

$$F = \frac{(4.2 \text{ m}) + 4\sqrt{70 \text{ m} \cdot 35 \text{ m} \ln 2}}{\ln\left(\frac{2+4\sqrt{70 \text{ m} \cdot 35 \text{ m}}}{6\sqrt{70 \text{ m} \cdot 35 \text{ m}}} + \sqrt{\left(\frac{2}{6\sqrt{70 \text{ m} \cdot 35 \text{ m}}}\right)^2 + 1}\right)}$$

$$= \frac{145,2 \text{ m}}{\ln(0,7 + 1)} = 225,7 \text{ m}$$

Setelah faktor geometri kolam retensi diketahui, kemudian mencari Q (m³/jam)

$$P = \frac{-F.K.Te}{n.L(\ln(1 - \frac{F.K.H}{Q}))}$$

Keterangan :

H = Kedalaman Kolam (2 m)

P = Panjang Kolam (70 m)

L = Lebar Kolam (35 m)

F = Faktor geometrik (m)

K = Koefisien Permeabilitas Tanah Lempung (3 x 10⁻⁸ m/s = 10,8 x 10⁻⁵ m/jam)

n = Porositas Dasar (0,4)

Te = Durasi Hujan (1 jam)

Q = Debit terserap (m³/jam)

$$75 \text{ m} = \frac{-225,7 \text{ m} \cdot 10,8 \times 10^{-5} \text{ m/jam} \cdot 1 \text{ jam}}{0,4 \cdot 35 \text{ m} (\ln(1 - \frac{225,7 \text{ m} \cdot 10,8 \times 10^{-5} \text{ m/jam} \cdot 2 \text{ m}}{Q}))}$$

$$75 = \frac{-0,024}{14 (\ln(1 - \frac{0,049}{Q}))}$$

$$1050 (\ln(1 - \frac{0,049}{Q})) = -0,024$$

$$(\ln(1 - \frac{0,049}{Q})) = -0,0000228$$

$$e^{-0,0000228} = (1 - \frac{0,049}{Q})$$

$$2,72 - 0,0000228 = (1 - \frac{0,049}{Q})$$

$$1,7199772 = - \frac{0,049}{Q}$$

$$1,7199772 \cdot Q = 0,049$$

$$Q \text{ serap kolam retensi} = 0,028 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Efisiensi kolam retensi} = \frac{Q \text{ terserap m}^3/\text{jam}}{Q \text{ run off m}^3/\text{jam}} \times 100 \%$$

Q run off = Q run off di daerah penelitian (1606,685 m³/jam)

$$\text{Efisiensi kolam retensi} = 0,0017 \%$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, kolam retensi dapat meresapkan air dengan debit 0,028 m³/jam sehingga dapat membantu mengurangi ketinggian banjir yang terjadi ketika bulan basah. Efisiensi kolam retensi dalam meresapkan air adalah 0,0017 %.

b. Saluran Air Hujan dengan Rorak dan Bak Pengumpul Air Hujan

Saluran air hujan adalah saluran terbuka yang direncanakan untuk mengalirkan air hujan dengan dinding dan dasar saluran berupa susunan batu yang diplester. Rorak adalah lubang buntu dengan ukuran tertentu pada dasar saluran air hujan, Pemilihan saluran air terbuka adalah untuk memudahkan pemeliharaan. Direkomendasikan untuk di buat 2 saluran di pinggir jalan pedukuhan yaitu saluran I yang melewati RT 01, RT 02, RT 06, RT 09 dan RT 10 dan mengarah ke bak penampung air hujan dan saluran yang melewati RT 07, RT 08, dan RT 09 dan mengarah ke telaga pringserut. Berikut perhitungan saluran I dan saluran II mengacu Krisnayanti dkk, (2017) dan Setyawati dkk, (2012):

Debit Aliran Permukaan = 0,446 m³/s

Penentuan saluran berdasarkan debit aliran, untuk saluran yang baik debit alirannya harus lebih tinggi dari debit aliran permukaan.

Perhitungan Saluran I

Asumsi :

$$\text{Lebar dasar saluran (b)} = 0,35 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi saluran (h)} = 0,5 \text{ m}$$

$$\text{Maka, Luas penampang basah (A)} = b \times h$$

$$= 0,35 \text{ m} \times 0,5 \text{ m} = 0,175 \text{ m}^2$$

$$\text{Keliling basah (P)} = (2 \times h) + b$$

$$= (2 \times 0,5 \text{ m}) + 0,35 \text{ m} = 1,35 \text{ m}$$

$$\text{Jari - Jari hidrolisis (R)} = A / P$$

$$= 0,175 \text{ m}^2 / 1,35 \text{ m} = 0,13 \text{ m}$$

Debit Saluran I

$$\text{Kemirinan dasar saluran (S)} = \Delta t / L$$

$$= (227 \text{ m} - 217 \text{ m}) / 437,8 \text{ m} = 0,023$$

Koefisien Manning (n) = 0,014
Maka kecepatan aliran (V) sebesar :

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{0,014} \times 0,13m^{\frac{2}{3}} \times 0,023^{\frac{1}{2}} = 2,786 \text{ m/s}$$

$$Q_s = V \times A = 2,786 \text{ m/s} \times 0,175 \text{ m}^2 = 0,488 \text{ m}^3/\text{s}$$

Perhitungan Saluran I dengan Rorak

Faktor geometrik yang direncanakan rorak dengan dinding seluruhnya porus dengan dasar rorak rata, sebagai berikut:

$$F = \frac{(4.H) + 4\sqrt{P.L \ln 2}}{\ln\left(\frac{H + 4\sqrt{P.L}}{6\sqrt{P.L}}\right) + \sqrt{\left(\frac{H}{6\sqrt{P.L}}\right)^2 + 1}}$$

Keterangan :

H = Kedalaman Rorak Rencana (0,2 m)

P = Panjang Saluran (437,8 m)

L = Lebar Saluran (0,35 m)

F = faktor geometrik (m)

$$F = \frac{(4.0,2 \text{ m}) + 4\sqrt{437,8 \text{ m} \cdot 0,35 \text{ m} \ln 2}}{\ln\left(\frac{0,2 + 4\sqrt{437,8 \text{ m} \cdot 0,35 \text{ m}}}{6\sqrt{437,8 \text{ m} \cdot 0,35 \text{ m}}}\right) + \sqrt{\left(\frac{0,2}{6\sqrt{437,8 \text{ m} \cdot 0,35 \text{ m}}}\right)^2 + 1}}$$

$$= \frac{9,34 \text{ m}}{\ln(0,6693592 + 1,0000036)} = 18,23 \text{ m}$$

Untuk mencari debit yang terserap pada tiap rorak, digunakan persamaan dari Sunjoto, 2008 berikut:

$$P = \frac{-F.K.Te}{n.L(\ln(1 - \frac{F.K.H}{Q}))}$$

Keterangan :

H = Kedalaman parit (0,5 m)

P = Panjang rorak (0,5 m)

F = Faktor geometrik (18,23 m)

L = Lebar Saluran (0,35 m)

K = Koefisien Permeabilitas Tanah Lempung (3 x 10⁻⁸ m/s = 10,8 x 10⁻⁵ m/jam)

n = Porositas Dasar (0,4)

Te = Durasi Hujan (1 jam)

Q = Debit terserap (m³/jam)

$$0,5 \text{ m} = \frac{-18,23 \text{ m} \cdot 10,8 \times 10^{-5} \text{ m/jam} \cdot 1 \text{ jam}}{0,4 \cdot 0,35 \text{ m} (\ln(1 - \frac{18,23 \text{ m} \cdot 10,8 \times 10^{-5} \text{ m/jam} \cdot 0,5 \text{ m}}{Q}))}$$

$$\text{serap rorak} = 0,0005818 \text{ m}^3/\text{jam} = 0,0000002 \text{ m}^3/\text{s}$$

Direncanakan rorak akan dibuat di sepanjang saluran drainase dengan jarak antar rorak 1.5 m. sehingga untuk panjang saluran 437,8 m, akan dibuat 292 rorak dengan ukuran panjang rorak 0.5 m, lebar sesuai dengan lebar saluran: 0.35 m dan kedalaman rorak 0,2 m. sehingga total debit yang terserap oleh rorak di sepanjang jalan dusun adalah Q serap seluruh rorak = 292 rorak x Q serap rorak = 292 x 0,0000002 m³/s = 0,0000472 m³/s. Q yang masuk ke saluran air hujan = Q saluran air hujan - Q serap seluruh rorak = 0,488 m³/s - 0,0000472

$$\text{m}^3/\text{s} = 0,4879528 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Bak Pengumpul Saluran I

$$\text{Waktu detensi (td)} = \frac{L_s}{60.V}$$

Keterangan =

L_s = Panjang lintasan aliran didalam saluran (m)

V = kecepatan aliran di dalam saluran (m/s)

$$td = \frac{437,8 \text{ m}}{60 \cdot 2,786 \text{ m/s}} = 2,619 \text{ menit} = 157,14 \text{ detik}$$

Volume Bak Pengumpul = (td) x Q = 157,14 s x 0.488 m³/s = 76,68 m³ maka, dimensi bak pengumpul = P x L x T = 9 x 6 x 1,5 = 81 m³. Bak pengumpul pada saluran I ada 2 yaitu di sebelah timur dan barat yang masing – masing memiliki volume 81 m³.

Perhitungan Saluran II

Perhitungan saluran II sama dengan saluran I, sehingga dimensinya adalah sebagai berikut:

Lebar Saluran (b) = 0,3 m

- Tinggi Saluran (h) = 0,45 m
- Panjang saluran = 473,4 m
- Debit aliran saluran = 0,466 m³/s

Perhitungan rorak di Saluran II sama dengan saluran I, sehingga dimensinya adalah sebagai berikut:

- Panjang Rorak = 0,5 m
- Kedalaman Rorak = 0,2 m
- Lebar saluran = 0,35 m
- Debit Serap Rorak Total = 0,0000632 m³/s

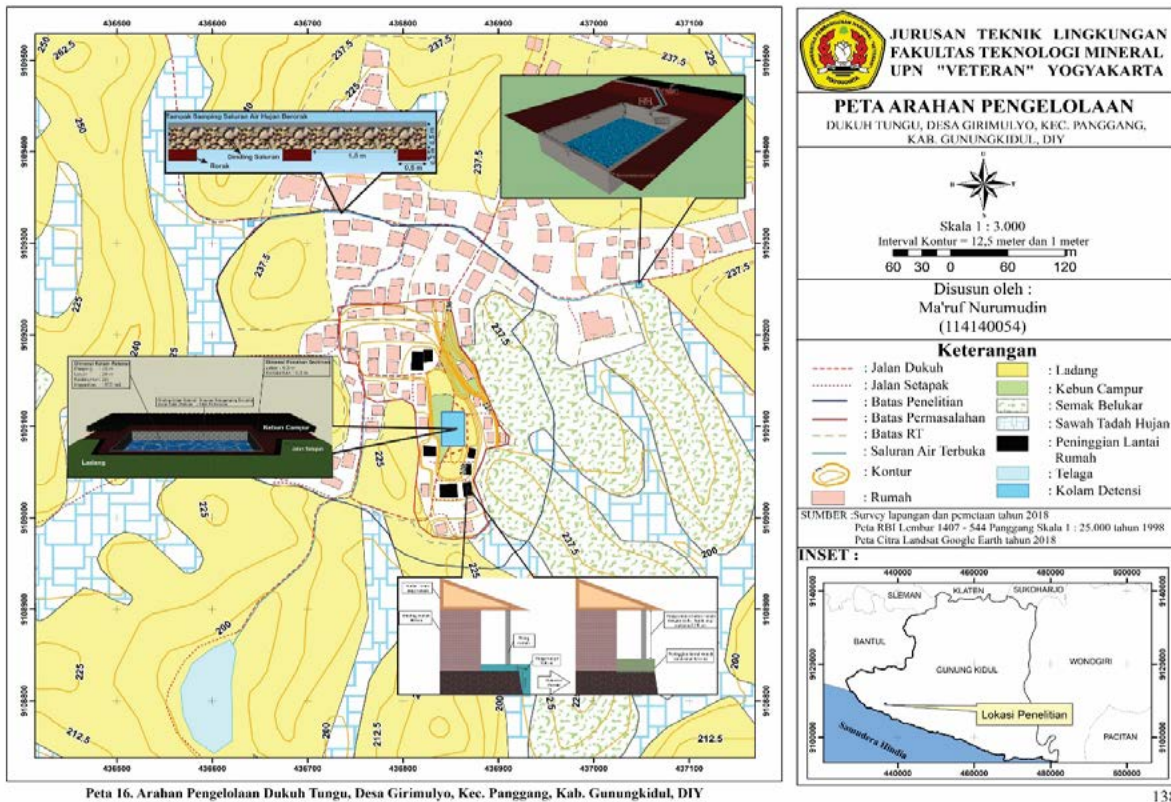
$$\text{Debit yang masuk ke saluran air hujan} = Q \text{ saluran air hujan} - Q \text{ serap seluruh rorak} = 0,466 \text{ m}^3/\text{s} - 0,0000632 \text{ m}^3/\text{s} = 0,4659368 \text{ m}^3/\text{s}$$

Peninggian Lantai Rumah dan Penanaman Rumput Manila pada Halaman Rumah

Bangunan yang masih tergenang oleh bencana banjir di RT 07 sebanyak 5 unit, sedangkan pada RT 08 sebanyak 2 unit, sehingga direkomendasikan perlu ditinggikan. Selain itu, pada halaman rumah warga tidak ada vegetasi penahan aliran limpasan, sehingga aliran limpasan langsung menuju ke daerah yang lebih rendah tanpa ada penyerapan dari tanah, sehingga perlu ditanami vegetasi agar ada aliran yang terserap.

Berdasarkan Lampiran II Keputusan Menteri Pemukiman dan Prasarana Wilayah No:430/KPTS/M/2002 tentang Pedoman Teknis Pembangunan Rumah Sederhana Sehat, tinggi standar antara plafon atau kuda – kuda dengan lantai rumah adalah 2,4 meter, sehingga dalam peninggian rumah harus mengikuti peraturan tersebut.

Selain peninggian lantai rumah, pada halaman rumah warga di rekomendasikan untuk ditanami rumput. Kapasitas infiltrasi pada kondisi



Gambar 3. Peta Arah Pengelolaan

si lahan dengan tegakan pohon jarang dan tanpa penutup tanah lebih kecil (1,81 cm/jam), daripada kondisi lahan dengan berpenutup rumput (3,19 cm/jam) (Sudarmanto dkk, 2014). Berdasarkan perbandingan kapasitas infiltrasi tersebut, maka di rekomendasikan melakukan penanaman rumput manila (*Zoysia marrella*) sebagai vegetasi penahan aliran limpasan. Pemilihan rumput manila sebagai penahan aliran limpasan di daerah penelitian karena mempunyai rimpang yang kuat dan bercabang, indah, dan tumbuh baik pada tanah yang bertekstur lempung pasir, tanah berpasir dan tanah yang banyak mengandung garam (Kumurur, 1998).

Efisiensi Metode Ecodrainage dalam Penanggulangan Banjir

Efisiensi metode *ecodrainage* dalam penanggulangan banjir adalah sebagai berikut (Al Kahfi dkk, 2014):

$$\begin{aligned} \text{Debit Banjir Total / runoff} &= 0,446 \text{ m}^3/\text{s} \\ \text{Debit Resapan Kolam Retensi} &= 0,028 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 0,000061 \text{ m}^3/\text{s} \\ \text{Debit Saluran I} &= 0,4879528 \text{ m}^3/\text{s} \\ \text{Debit Saluran II} &= 0,4659368 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\text{Debit Ecodrainage} = \frac{\text{Debit Resapan} + \text{Debit Saluran I} + \text{Debit Saluran II}}{3}$$

$$\text{Debit Ecodrainage} = \frac{0,000061 \text{ m}^3/\text{s} + 0,4879528 \text{ m}^3/\text{s} + 0,4659368 \text{ m}^3/\text{s}}{3} = 0,3179652 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Efisiensi Ecodrainage} = \frac{\text{Debit Ecodrainage}}{\text{Debit Banjir}} \times 100 \%$$

$$= \frac{0,3179652 \text{ m}^3/\text{s}}{0,446 \text{ m}^3/\text{s}} \times 100 \% = 71,28 \%$$

Jadi, efisiensi penanggulangan bencana banjir dengan metode *ecodrainage* adalah 71,3 %. Tata letak pendekatan teknologi yang direkomendasikan dapat dilihat pada Gambar 3.

Pendekatan Sosial

Pendekatan sosial untuk penanggulangan bencana banjir yang terjadi di sebagian wilayah RT 07 dan RT 08 yaitu :

- Sosialisasi konsep *ecodrainage* dan pelaksanaan kepada masyarakat Dukuh Tunggu, baik dengan tindakan arahan teknologi diatas maupun tindakan lainnya yang berdasarkan arahan dari pakar terkait yang diharapkan berguna dalam penanggulangan bencana banjir.
- Melakukan pemeliharaan lingkungan baik perawatan, perbaikan atau penggantian sarana prasarana di area genangan banjir dan sekitarnya secara gotong royong.

Pendekatan Pemerintah

Pendekatan pemerintah yang dapat di upayakan melalui pihak pemerintah Desa Girimulyo yaitu melibatkan masyarakat Dukuh Tunggu secara

penuh baik dalam perencanaan, pelaksanaan pembangunan sistem *ecodrainage* dan pasca pelaksanaan (operasional dan pemeliharaan).

KESIMPULAN

- Tingkat kerentanan banjir pada RT 06, RT 07, RT 08 dan RT 09 baik yang tergenang banjir akibat siklon tropis cempaka maupun yang tidak tergenang memiliki kelas kerentanan sedang.
- Arahan pengelolaan untuk penanggulangan banjir di RT 07 dan RT 08 melalui pendekatan teknologi yaitu dengan penerapan metode *ecodrainage* kolam retensi, penerapan saluran air hujan dengan rorak dan bak pengumpul air hujan dan peninggian lantai rumah serta penanaman rumput manila pada halaman rumah. Untuk pendekatan sosial yaitu dengan melakukan sosialisasi konsep *ecodrainage* dan pelaksanaannya kepada masyarakat Dukuh Tunggu serta melakukan pemeliharaan sarana prasarana penanggulangan banjir. Untuk pendekatan pemerintah melalui pihak pemerintah Desa Girimulyo harus melibatkan masyarakat setempat secara penuh baik dalam pelaksanaan pembangunan sistem *ecodrainage* dan setelah pelaksanaan (operasional dan pemeliharaan).
- Efisiensi penanggulangan bencana banjir dengan metode *ecodrainage* adalah 71,3 %,

SARAN

- Perlunya mengaitkan data suhu dalam arahan pengelolaan penanggulangan banjir karena berpengaruh terhadap evapotranspirasi yang dapat mengurangi durasi genangan banjir.
- Perlunya standar parameter dan kriteria dalam meneliti kerentanan maupun resiko bencana banjir di daerah karst.
- Perlunya kajian lebih lanjut mengenai resiko bencana banjir didaerah penelitian.
- Perlunya melibatkan semua pihak untuk penanggulangan bencana banjir di daerah penelitian.
- Perlunya setiap warga khususnya didaerah rentan banjir memiliki tas siaga bencana yang diisi barang penting dan keperluan pribadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Kahfi, Maulidi dan Ahmad Perwira Mulia. 2014. *Studi Sistem Drainase Resapan Untuk Penanggulangan Banjir Di Lingkungan III, Pasar III, Padang Bulan Medan*. Jurnal Teknik Sipil USU Vol.3, No.3: 1-11
- Jaswadi, R. Rijanta dan P. Hadi. 2012. *Tingkat Kerentanan dan Kapasitas Masyarakat dalam Menghadapi Risiko Banjir di Kecamatan Pasarkliwon Kota Surakarta*. Yogyakarta : MGI Vol.26, No.1 : 119-148
- Kamiana, I Made. 2011. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta : Graha Ilmu
- Kohnke, H. 1968. *Soil Physics*. New York : McGraw - Hill Inc.
- Krisnayanti, Denik S, Elia H. dan Kristina N Dhima-Wea. 2017. *Perencanaan Drainase Kota Seba*. Jurnal Teknik Sipil Vol.6. No.1:89 – 102
- Kumurur, Veronica A.1998.*Rumput Lansekap Untuk Lapangan Olahraga, Taman, dan Areal Parkir*. Bogor : Penerbar Swadaya
- Nurhadi, Dyah R. S. S., dan Nurul K. 2016. *Analisis Kerentanan Banjir dan Penanggulangan Bencana di Daerah Aliran Sungai Code Kota Yogyakarta*. Yogyakarta : Jurnal Penelitian Saintek, Vol. 21, No. 2 : 75 – 86
- Nurhikmah, D., Nursetiawan dan Akmalah E. 2016. *Pemilihan Metode Sistem Drainase Berkelanjutan dalam Rangka Mitigasi Bencana Banjir di Kota Bandung*. Bandung : Jurnal Teknik Sipil Itenas Vol.2, No.3 :1-12
- Nurlina, Ichsan Ridwan, dan Simon Sadok Siregar.2014. *Analisis Tingkat Kerawanan dan Mitigasi Bencana Banjir di Kecamatan Astambul, Kabupaten Banjar*. Banjarbaru : Jurnal Fisika FLUX Vol. 11, No. 2 : 100 - 107
- Pemerintah Indonesia. 2014. *Lampiran Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 11/PRT/M/2014 tentang Pengelolaan Air Hujan pada Bangunan Gedung dan Persilnya*. Berita Negara RI Tahun 2014, No. 1394. Menteri Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Pemerintah Indonesia. 2012. *Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Resiko Bencana*. Kepala Badan Nasional Penggulangan Bencana. Jakarta.
- Rahayu, Harkunti P., I. I. Wahdiny, A. Utami dan M. Asparini. 2009. *Banjir dan Upaya Penanggulangannya*. Bandung : PROMISE Indonesia
- Ristya, Wika. 2012. *Kerentanan Wilayah terhadap Banjir di Sebagian Cekungan Bandung*. Skripsi. Universitas Indonesia. Jakarta
- Risanty, Juwita, Deasy Arisanty dan Eva Alviawati.2015. *Kerentanan Banjir di Kecamatan Martapura Barat Kabupaten Banjar*. Jurnal Pendidikan Geografi Vol.2, No.5 :24-43
- Rochman, Martin Ja'far Nur, Irawan W. W. dan Endro S.2015. *Perencanaan Sistem drainase Berwawasan Lingkungan (Ecodrainage) di Kelurahan Sendang Lebak, Bandung, Truko, Kec. Bringin, Kab. Semarang* : Jurnal Teknik Lingkungan UNNES Vol.4, No. 4 :1-8
- Santry, Lusi. 2016. *Analisis Penilaian Tingkat Bahaya dan Kerentanan Bencana Banjir terhadap Wilayah Kota Yogyakarta*. Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Sari, Desi Etika dan Sigit Heru Murti.2013. *Aplikasi Penginderaan Jauh dan SIG untuk Pemetaan Zona Rawan Banjir di Sub Das Celeng Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul*. Yogyakarta : Jurnal Prosiding Simposium Nasional Sains Geoinformasi – III hlm. 365-374
- Sarwono, Jonathan. 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Yogyakarta : Graha Ilmu
- Setyawaty, Lya Meilany dan Fitriani Anggraini. 2014. *Penampungan Air Hujan*.Bandung : PUSKIM
- Setyowati, Lya Meliani, Sri Darwati, Fitriani Anggraii, Tuti Kustiasih, Rahim Siahhan dan Titi Utami Uendang R. 2012. *Pedoman Pembangunan Sarana dan Prasarana Air Minum*. Bandung : PUSKIM
- Suripin. 2014. *Sistem Drainase Yang Berkelanjutan*. Edisi Pertama Yogyakarta : Andi
- Syaripudin, Akhmad. 2014. *Pengantar Survey dan Pengukuran*. Jakarta : Direktorat Pembinaan SMK
- Van Zuidam, R. A. 1985. *Aerial Photo-Interpretation In Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*. Netherland : International Institute for Aerospace Surveys and Earth Sciences (ITC) Smith Publishers.