



PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS UDAYANA
2017

Udayana University Press 2017
ISBN 978-602-294-220-7

PROSIDING

SeNaTS 2

SEMINAR NASIONAL TEKNIK SIPIL

**MENUJU PEMBANGUNAN
INFRASTRUKTUR
YANG BERKELANJUTAN**



Editor:

Prof. Putu Alit Suthanaya, ST, M.EngSc, Ph.D

Ida Bagus Rai Widiarsa, ST., MA.Sc., Ph.D

Dr. A.A. Gde Agung Yana, ST., MT.

Dewa Made Priyantha Wedagama, ST, MT., M.Sc, Ph.D

Sanur-Bali, 8 Juli 2017

KOMITE ILMIAH

- Endah Wahyuni, ST., MSc., Ph.D (ITS)
Ir. Akhmad Suraji, MT, PhD (Unand)
Prof. Ir. I Nyoman Norken, SU, PhD (Unud)
Prof. Ir. I Wayan Redana, MASC, PhD (Unud)
Prof. Ir. I Nyoman Arya Thasaya, ME, PhD (Unud)
Prof. Dr. Ir. I Made Alit Karyawan Salain, DEA (Unud)
Prof. Putu Alit Suthanaya, ST, MEngSc, PhD (Unud)
Ir. Made Sukrawa, MSCE, PhD (Unud)
I Ketut Sudarsana, ST, PhD (Unud)
Ir. I Gusti Bagas Sila Dharma, MT, PhD (Unud)
Dr. Ir. I Gusti Agung Adnyana Putera, DEA (Unud)
Ir. Nyoman Martha Jaya, MConstMgt, PhD, GCinstCES (Unud)
Dr. Ir. Dewa Ketut Sudarsana, MT (Unud)
Kadek Diana Harmayani, ST, MT, PhD (Unud)

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
SAMBUTAN	ii
KOMITE ILMIAH	iii
DAFTAR ISI	vii
KEYNOTE SPEAKER	
SUSTAINABLE BUILDING MATERIALS ADALAH KEBUTUHAN	KS-1
PERAN ENERGI TERBARUKAN DALAM PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR DI INDONESIA	KS-13
BIDANG STRUKTUR DAN MATERIAL	
PENANFAATAN STEEL SLAG SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN PADA CAMPURAN BETON NORMAL	SM-1
PERENCANAAN BETON MUTU TINGGI DENGAN MENGGUNAKAN SUPERPLASTICIZER SULPHONAT DAN PENAMBAHAN FLY ASH	SM-9
ANALISIS STRUKTUR BETON BERTULANG SRPKM TERHADAP BEBAN GEMPA STATIK DAN DINAMIK DENGAN PERATURAN SNI 1726-2012	SM-19
EVALUASI SIMPANGAN STRUKTUR ARIBAT PENAMBAHAN LANTAI DENGAN METODE ANALISIS STATIK DAN DINAMIK RESPONSE SPECTRUM (STUDI KASUS PEMBANGUNAN GEDUNG DEKANAT FAKULTAS TEKNIK INTIRTA)	SM-27
PENGARUH PENGURANGAN PENAMPANG TERHADAP KERUSAKAN RANGKA BALOK	SM-35
STUDI PERBANDINGAN EFEKTIVITAS PENGGUNAAN MOMENT RESISTING FRAME DAN ECCENTRICALLY BRACED FRAME PADA GEDUNG EDAST	SM-43
PENGARUH PENAMBAHAN SERAT DRAMIX DAN PERAWATAN TERHADAP KUAT TEKAN, KUAT TARIK DAN BAYA BETON	SM-49
PENINGKATAN KINERJA BETON HIGH VOLUME FLY ASH DENGAN VARIASI UJUKAN BUTIR MAKSIMUM AGREGAT KASAR	SM-55
KEKUATAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON MENGGUNAKAN SERBUK BATU BATA SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN	SM-63
STUDI PEMASANGAN PANEL BETON PRACETAK CORRUGATED SEBAGAI BAHAN BILU-KERETA API KASUS JALUR PELABUHAN TANJUNGPINANG SEMARANG	SM-71
ANALISIS PEMBEBANAN SEISMIC STRUKTUR RANGKA BETON BERTULANG DENGAN DAN TANPA INTERAKSI TANAH-STRUKTUR (KASUS GEDUNG 5 LANTAI DENGAN PONDASI TRANGG)	SM-87
STUDI PERBANDINGAN PERILAKU SEISMIC STRUKTUR RANGKA BETON BERTULANG DENGAN PEMODELAN PONDASI KAKU DAN FLEKSIHEL	SM-103

BIDANG SUMBER DAYA AIR

ANS-19	KERUPA 200 DESAIN KOLAM RETENSI DAN DETENSI SEBAGAI UPAYA KONSERVASI SUDUTANAL	SDA-1
ANS-29	KUALITAS INDEKS DAN SEBARAN KEKERINGAN MENGGUNAKAN METODE STANDARDIZED PRECIPITATION INDEX (SPI) DAN GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM (GIS) UNTUK PELAU LOMBOK	SDA-8
ANS-57	WATER ALLOCATION AND DISTRIBUTION IN SATILUHUR IRRIGATION AREA INDONESIA: EVALUATION AND CHALLENGES	SDA-17
ANS-65	IMPLEMENTASI TRI HITA KIRANA PADA SUBAK PULAGAN SEBAGAI WARISAN KULTURAL DONGA DI KECAMATAN TAMPASIRING, KABUPATEN GLANYAR	SDA-29
ANS-72	SEKELAS DESUEN TERLARUT (DD) AKIKAT POLISI DI ANAK SUNDAI CITARUM MENGUNAKAN HEU-RAS	SDA-41
ANS-81	MODELAN BAK PENGENDAP (SETTLING BASIN) UNTUK MEREDUKSI PENGARUH KONTAMINASI SALURAN IRIGASI PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA RENEWABLE STUDI KASUS PADA SALURAN IRIGASI PROVINSI GORONTALO	SDA-49
ANS-89	EFISIENSI LUBANG RESAPAN BIOPORI DALAM PENGENDALIAN BANJIR DI KOTA DENPASAR	SDA-57
ANS-97	KUALITAS KETERSEDIAAN AIR PADA BENDUNGAN PANDANDURI KABUPATEN GONGGONG TIMUR UNTUK KEBUTUHAN AIR IRIGASI DI KABUPATEN LOMBOK TIMUR BAGIAN SELATAN	SDA-65
ANS-107	INDUKSERA BANGUNAN PEMECAH GELOMBANG AMBANG RENDAH BLOK BETON BERKANT	SDA-73
ANS-112	MENYALURKAN RISIKO PELAKSANAAN OH MODEL FISIK DI LABORATORIUM PANTAI DENGAN LITRANO TEKNOLOGI PANTAI	SDA-83
ANS-121	PERAN MENYARUKAT DALAM PENGELOLAAN KAWASAN PANTAI DI PANTAI DUPLO	SDA-93

BIDANG LINGKUNGAN

ANS-141	PERANAN BAMBU DALAM Mendukung PEMBANGUNAN WILAYAH YANG BERKELANUTAN	LK-1
ANS-149	PENGARUH TANAMAN RAMBAT TERHADAP SUHU RUANG HAWA ATAP TRADISIONAL POLIKARBONAT	LK-9
ANS-159	ANALISIS TIBERAN DAN KOMPOSISI LIMBAH PADAT BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN (B3) DARI SUMBER KOMERSIAL DI KOTA PADANG	LK-15
ANS-167	PENCERAMAKAN INFRASTRUKTUR HIJAU DALAM MENURUNKAN GENANGAN DI KOTA GORONTALO	LK-23
ANS-179	BUDGET SYSTEM AS ALTERNATIVE OF URBAN GROWTH SIMULATION USING AGENT BASED MODEL	LK-29
ANS-189		

EFEKTIVITAS LUBANG RESAPAN BIOPORI DALAM PENGENDALIAN BANJIR DI KOTA DENPASAR

Putu Doddy Heka Ardiana¹ dan Ridha Waluyo²

^{1,2}Universitas Ngurah Rai
Email: doddyhekaardiana@gmail.com

ABSTRAK

Banjir merupakan salah satu masalah yang sering kali dialami kota-kota besar di Indonesia salah satunya Kota Denpasar. Sebagai kota yang mengalami perkembangan pesat seperti Kota lainnya, Denpasar menjadi salah satu daerah yang sangat rawan terhadap bencana banjir khususnya di Kecamatan Denpasar Barat dan Kecamatan Denpasar Selatan. Berdasarkan data dari BPPD dan Dinas PU tercatat wilayah-wilayah yang sering terjadi banjir yang meliputi Desa Padangsambian Klod, Padangsambian Kaja, Pemecutan, Dauh Puri Kauh, Samir Kauh, dan Pemogan. Perubahan tata guna lahan dan kurangnya lahan resapan air mengakibatkan volume aliran permukaan pada saat hujan meningkat dan berubah cepat menjadi gelombang banjir. Oleh sebab itu, untuk mengatasi permasalahan tersebut maka dilakukan penelitian dengan pendekatan konservasi melalui aplikasi pembuatan lubang resapan biopori dalam pengendalian banjir.

Pada penelitian ini dilakukan analisis hidrologi berdasarkan data data hidrologi (data sekunder) berupa data hujan selama 10 tahun untuk mengidentifikasi besarnya volume banjir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lubang resapan biopori cukup efektif dalam mengurangi debit banjir di Kecamatan Denpasar Barat yaitu rata-rata sebesar 22,51% untuk keseluruhan wilayah penelitian, sedangkan di Kecamatan Denpasar Selatan yaitu rata-rata sebesar 13,46% untuk keseluruhan wilayah penelitian. Adapun hasil penelitian lainnya menunjukkan bahwa efisiensi satu lubang resapan biopori dalam mengurangi debit banjir yaitu sebesar $3,04 \times 10^4$ m³/detik di Kecamatan Denpasar Barat, sedangkan untuk Kecamatan Denpasar Selatan yaitu sebesar $3,60 \times 10^4$ m³/detik, sehingga efektivitas lubang resapan biopori terhadap pengurangan debit banjir yang terjadi di masing-masing daerah penelitian mampu mengurangi debit banjir sebesar 1.411 m³/detik untuk Padangsambian Klod, 1.527 m³/detik untuk Pemecutan, 1.189 m³/detik untuk Padangsambian Kaja, 1.400 m³/detik untuk Dauh Puri Kauh, 1.000 m³/detik untuk Samir Kauh, dan 3.249 m³/detik untuk Pemogan.

Kata kunci: Konservasi, Biopori, Debit Banjir, Efisien, Reduksi.

ABSTRACT

Flood is one of the problems that are often experienced by major cities in Indonesia, one city of Denpasar. As a city that with rapid development, Denpasar became one of the areas that are very vulnerable to flood disasters, especially in the Districts of West Denpasar and District South Denpasar. Based on data from BPPD and Public Work Department (Dinas PU) recorded areas are often occur floods including Padangsambian Klod Village, Padangsambian Kaja, Pemecutan, Dauh Puri Kauh, Samir Kauh, and Pemogan. Changes of land use and lack of water absorption resulting in the volume of surface flow and when the rain rises and changes rapidly into a profile of floods. Therefore, to overcome these problems then conducted a study with a conservation approach through the application of making a hole biopori infiltration in flood control.

In this research, hydrological analysis based on hydrological data (secondary data) is 10 years of rain data to identify the flood volume. The results showed that the hole of biopori infiltration was quite effective in reducing the flood discharge in West Denpasar subdistrict, which is average of 22.51% for the entire research area, while in South Denpasar sub district that is 13.46% on average for the whole research area. The result of other research shows that the efficiency of one biopore infiltration hole in reducing flood discharge is 3.04×10^4 m³/sec in West Denpasar District, while for South Denpasar District is 3.60×10^4 m³/sec. So that the effectiveness of the biopore infiltration holes on the reduction of flood discharges occurring in each study area was able to reduce the flood discharge by 1.411 m³/sec for Padangsambian Klod, 1.527 m³/sec for Pemecutan area, 1.189 m³/sec for Padangsambian Kaja, 1.400 m³/sec for Dauh Puri Kauh, 1.000 m³/sec for Samir Kauh, and 3.249 m³/sec for Pemogan.

Keywords: Conservation, Biopori, Flood Discharge, Efficient, Reduction.

1: PENDAHULUAN

Perumbuhan penduduk dan pembangunan yang begitu cepat telah menyebabkan perubahan tata ruang lahan. Meningkatnya jumlah bangunan setiap tahunnya disertai dengan kurangnya lahan terbuka menyebabkan masalah aliran permukaan pada saat hujan meningkat dan berubah cepat menjadi banjir. Sebagai Ibukota Provinsi Bali dan sekaligus sebagai kota industri, perdagangan, pendidikan, dan pariwisata yang mengalami perkembangan pesat seperti kota-kota lainnya di Indonesia, pada saat ini telah mengalami banjir di beberapa titik dalam wilayah Kota Denpasar.

Secara administratif Kota Denpasar memiliki 4 wilayah kecamatan yaitu Kecamatan Denpasar Barat, Kecamatan Denpasar Selatan, Kecamatan Denpasar Timur dan Kecamatan Denpasar Utara. Berdasarkan data Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Denpasar dan Dinas PU, Kecamatan dan Desa yang terdampak banjir yang pernah terjadi tahun dan terakumulasi dalam wilayah Kota Denpasar adalah Kecamatan Denpasar Barat dan Kecamatan Denpasar Selatan yang antara lain: Jalan Balaah Indah dan sekitarnya (10.000 m²), Jalan Gunung Agung (6.700 m²), Perumahan Permawati dan Pajang Aji (3.170 m²), Jalan Gunung Perahu dan Athena (5.150 m²), Jalan Gunung Payung (8.435 m²), Mitra 10 Perumahan (1.700 m²), Jalan Dan Bilak (25.350 m²), Jalan Tesku Umat (6000 m²), Dataran Tempa dan sekitarnya (2.400 m²), Jalan 75, Kecamatan Klatoh, Sanglah (22.860 m²). Adapun titik rawan banjir tersebut meliputi Desa Padangpandan Kaja dan Padangpandan Kaja, Desa Perantutan, Desa Dandi Puri Kauh, Desa Sona Klatoh, dan Desa Pengaga.

Jika dilihat dari disiplin masyarakat yang kurang baik dengan membuang sampah pada tempat yang tidak layak atau berserakan dengan sembarangan kemungkinannya bisa mengakibatkan banjir di wilayah tersebut. Hal ini diperparah dengan meningkatnya konversi lahan terbuka menjadi area bangunan permanen seperti perumahan-perumahan lainnya, maka bukan tidak mungkin kedepannya kondisi seperti ini semakin banyak menimbulkan banjir yang akhir menjadi permasalahan sumber daya air perkotaan. Maka untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu dilakukan penelitian di daerah titik-titik banjir sebagai salah satu upaya pengendalian banjir. Dalam penelitian ini ditinjau dari Kecamatan dengan beberapa Desa dan Desa yang wilayah penelitian yang meliputi Kecamatan Denpasar Barat dan Kecamatan Denpasar Selatan, termasuk Kecamatan wilayah penelitian tersebut merupakan representasi untuk Kecamatan lainnya di Kota Denpasar. Adapun salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan banjir tersebut dapat melalui sistem manajemen banjir. Lubang resapan biopori merupakan salah satu metode resapan air yang bertujuan untuk mengurangi

Over sebab ini dilakukan penelitian melalui aplikasi lubang resapan biopori dengan tujuan untuk mengetahui seberapa besar efektivitas lubang resapan biopori dalam pengendalian banjir.

2. BANJIR DAN BIOPORI

2.1 Banjir

Menurut Suripin (2004) banjir adalah suatu kondisi dimana titik curah hujan yang berlebihan menyebabkan pembuangan (paling tinggi) atau tertimbunnya air di dalam saluran pembuangan, sehingga menimbulkan banjir (dalam banjir) sekiranya. Masalah banjir pada umumnya terjadi akibat adanya masalah lingkungan alamiah dan faktor perubahan manusia. Banjir bisa terjadi, yaitu pertama perubahan lingkungan alamiah yang menyebabkan perubahan iklim, perubahan geomorfologi, perubahan geologi, dan perubahan tata ruang. Kedua, akibat perubahan dari masyarakat itu sendiri. Akan tetapi, banjir tetap merupakan faktor utama sebagai permasalahan.

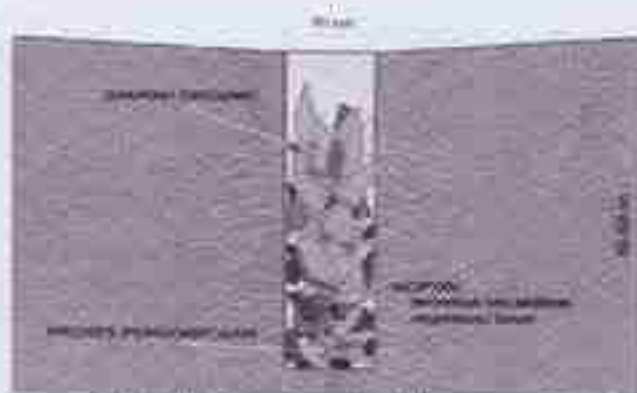
2.1.1 Upaya pengendalian banjir

Pada umumnya upaya untuk mengatasi masalah pembuangan banjir seperti cara ini melalui pengendalian upaya struktural yaitu dengan membangun sarana dan prasarana pengendalian banjir atau memperbaiki kondisi alamiah sungai sehingga membentuk suatu sistem pengendalian banjir. Adapun upaya tersebut untuk mengurangi atau mencegah besarnya masalah banjir antara lain:

1. Perbaikan tanggul banjir untuk mencegah meluapnya air banjir seperti di ketinggian tertentu.
2. Membuat kolam penampung air (*retention basin*) yang berfungsi untuk menyimpan sementara kelebihan banjir sehingga puncak banjir dapat dikurangi dan dibedakan kembali pada saat air surut.
3. Bendungan (dam), yaitu digunakan untuk menampung dan mengelola kelebihan aliran sungai.
4. Perluasan dan pengaturan sistem sungai, upaya ini bertujuan untuk memperbaiki kapasitas sungai, memperluas dan memperluas aliran.

3.2 Lubang Resapan Biopori

Il. Katus R. Brata, M.Sc selaku penerima teknologi biopori telah mengartikan lubang resapan biopori adalah metode resapan air yang ditujukan untuk mengatasi banjir dengan cara menengkarikan daya sesap air pada tanah. Lubang resapan biopori dibuat secara vertikal kedalam tanah berbentuk silindris dengan diameter 10 - 30 cm serta dengan kedalaman sekitar 100 cm. Lubang diisi dengan sampah organik untuk memicu terbentuknya biopori yang dibantu oleh aktivitas fauna tanah atau akar tanaman.



Gambar 1. Skema penampang lubang resapan biopori
Sumber : www.biopori.com

Lubang resapan biopori sangat efektif untuk peresapan air dan meningkatkan daya resap tanah. Adapun keunggulannya dan manfaat dari LRB antara lain:

1. Meningkatkan daya resapan air
2. Mengubah sampah organik menjadi kompos
3. Memanfaatkan peran aktifitas fauna tanah dan akar tanaman

3.2.1 Lokasi dan Penempatan Lubang Resapan Biopori

Penempatan lubang resapan biopori harus dibuat sedemikian rapi dan disesuaikan dengan kondisi yang ada. Karena fungsinya sebagai peresap air maka penempatan lubang resapan biopori harus dilakukan di lokasi dimana air secara alamiah akan cenderung berkumpul atau air tersebut ditransisikan ke tempat dimana lubang resapan biopori berada. Penempatan lubang resapan biopori pada dasar saluran pembuangan air hujan akan mengubah fungsi saluran sebagai saluran pembuang menjadi saluran peresap air hujan. Dengan demikian aliran permukaan yang menjadi penyebab banjir pada saat musim hujan akan teresap sebagian oleh lubang - lubang resapan biopori tersebut.



Gambar 2. Lubang resapan biopori pada dasar saluran
Sumber : www.biopori.com

2.2.2 Penentuan Jumlah Lubang Resapan Biopori

Penentuan jumlah lubang resapan biopori secara spesifik yang sesuai pada suatu wilayah sesuai dengan laju infiltrasi dan intensitas hujan setempat pula, dapat dihitung dengan persamaan Hays (1980) sebagai berikut:

$$n = \frac{I \times L}{v}$$

Dimana:

- n = jumlah lubang resapan biopori
- I = intensitas hujan terbesar dalam 1H tahun (mm/jam)
- L = luas bidang tangkap air (m²)
- v = Laju peresapan air rata-rata per lubang (liter/detik)

2.3 Analisa Hidrologi

2.3.1 Curah Hujan Rerata Wilayah

Dalam analisa hidrologi diperlukan nilai hujan rerata wilayah yang diperoleh dari banyak stasiun curah hujan dari beberapa stasiun penakar hujan yang ada pada kawasan tersebut. Dengan menggunakan rumus rata-rata aritmatika, maka curah hujan rerata wilayah dalam penentuan ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$P = \frac{P_1 \cdot A_1 + P_2 \cdot A_2 + \dots + P_n \cdot A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

dimana:

- P = hujan rerata kawasan
- P₁, P₂, ..., P_n = hujan pada stasiun 1, 2, 3, ..., n
- A₁, A₂, ..., A_n = luas daerah yang mewakili stasiun 1, 2, 3, ..., n

2.3.2 Curah Hujan Rancangan

Pechitungan curah hujan rancangan digunakan untuk memperkirakan besarnya hujan dengan periode ulang tertentu. Dalam memperkirakan besarnya curah hujan rancangan maka digunakan cara menggunakan analisa distribusi frekuensi data hujan. Dalam analisa hidrologi dikenal beberapa metode, diantaranya yang banyak digunakan yaitu metode Normal, metode Gumbel, metode Log Normal, dan metode Log Pearson III. Untuk menentukan jenis distribusi yang sesuai maka terdapat beberapa pertimbangan secara statistik yang perlu di analisis sebagai penentuan distribusi frekuensi, dimana parameter statistik tersebut memenuhi persyaratan sebagai berikut:

Tabel 1. Syarat-syarat kelas penentuan sebagai berikut:

No	Distribusi	Syarat
1	Normal	C _k = 0 C _s = 3
2	Log Normal	C _s = 3C _k - C _k ³ C _k = 2,5C _s + 6C _s ² + 11C _s ³ + 16C _s ⁴ + 3
3	Gumbel	C _s = 1,1396 C _k = 5,4902
4	Log Pearson Tipe III	Selain dari nilai di atas

Sumber: Triastadjo (2008)

Adapun nilai-nilai parameter statistik dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^2}$$

dimana:

- s = Standar Deviasi
- X_i = curah hujan maksimum (mm/hari)
- \bar{x} = curah hujan rata-rata (mm/hari)
- n = besarnya pengamatan

$$C_v = \frac{n}{(n-1)(n-2)S_1^2} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \quad (4)$$

Dimana:

- C_v = Koefisien kemencengan
- X_i = Nilai variat
- \bar{X} = Nilai rata-rata
- n = Jumlah data
- S_1 = Standar deviasi

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)(n-3)S_1^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 \quad (5)$$

Dimana:

- C_s = Koefisien kemosis
- X_i = Nilai variat
- \bar{X} = Nilai rata-rata
- n = Jumlah data
- S_1 = Standar deviasi

$$C_v = \frac{s}{\bar{X}} \quad (6)$$

Dimana:

- C_v = Koefisien variasi
- \bar{X} = Nilai rata-rata
- s = Standar deviasi

Hasil perhitungan parameter statistik dalam penelitian ini diperoleh distribusi Dekvensi yang sesuai yaitu metode Log Pearson III, sehingga besarnya angka curah hujan rancangan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\log X_T = \log \bar{x} + K \cdot z \quad (7)$$

dimana:

- X_T = Perkiraan nilai yang dibutuhkan dengan periode ulang T tahunan
- K = koefisien distribusi Log Pearson III
- z = Standar deviasi

2.2.3 Intensitas Hujan

Dalam penelitian ini data hujan yang tersedia merupakan data hujan harian, sehingga intensitas hujan dihitung dengan menggunakan rumus Muskhelishvili sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{t} \right]^2 \quad (8)$$

dimana:

- I = Intensitas hujan (mm/jam)
- t = Lamanya hujan (jam)
- R_{24} = Curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm)

2.2.4 Debit Banjir Kawasan

Untuk menghitung besarnya debit banjir dalam penelitian ini digunakan metode Rasional. Metode ini sangat simpel dan mudah penggunaannya dalam menentukan debit banjir kawasan.

$$Q = 0,278 C.L.A \quad (9)$$

Dimana:

- C = Koefisien aliran permukaan
- L = Intensitas hujan (mm/jam)
- A = Luas DAS (km^2 atau ha)

2.1.5 Debit Banjir Banjiran

Adapun untuk penentuan ini besarnya debit banjir banjiran di hitung dengan menggunakan rumus Hidrologi Nakryusa

$$Q_t = \frac{cA R_o}{2,76(0,37 T_p + 79,3)}$$

dimana

- Q_t = Qmaks, merupakan debit puncak banjir ($m^3/detik$)
- c = Koefisien aliran (≤ 1)
- A = Luas DAS (sampai ke outlet), (km^2)
- R_o = Hujan satuan (mm)
- T_p = Tetapan waktu (jam) permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)
- T_{L_0} = Waktu yang diperlukan oleh permukaan debit dari debit puncak sampai menjadi 70% dari debit puncak (jam)

3. METODE

Metode analisis yang digunakan pada penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif. Analisis ini dilakukan yaitu memaparkan dan mendeskripsikan skala permasalahan air hujan berlebih (banjir) sebagai bentuk konservasi pengendalian banjir di Kota Denpasar. Beberapa tahapan yang dilakukan pada analisis penelitian ini yaitu mengidentifikasi ketersediaan data curah hujan, data pemukiman, dan daerah rawan banjir Kota Denpasar, data tata kota lahan dan sebagainya. Kemudian analisis permasalahan banjir, analisis dimensi banjir serta debit yang dapat disediakan sebagai salah satu pengendalian banjir yang terjadi di Kota Denpasar.

3.1 Gambaran Umum Kondisi Wilayah Penelitian

Kota Denpasar secara administratif memiliki 4 wilayah kecamatan yaitu Kecamatan Denpasar Barat, Kecamatan Denpasar Selatan, Kecamatan Denpasar Timur dan Kecamatan Denpasar Utara, dimana hasil penelitian yang ditinjau adalah Kecamatan Denpasar Barat dan Kecamatan Denpasar Selatan yang representasi Kota Denpasar. Beberapa daerah di Kota Denpasar utamanya Kecamatan Denpasar Barat dan Denpasar Selatan masih memiliki daerah tanggapan banjir. Daerah diluar pada gambar 1 menunjukkan wilayah banjir banyak terdapat pada daerah kecamatan tersebut.



Gambar 1. Titik gunung Kota Denpasar
Sumber : Dinas PU (2015)

3.2 Analisis Pengolahan Data

Dengan data curah hujan yang tersedia, terlebih dahulu akan dilengkapi data hujan yang hilang menggunakan metode *regression* dan *normal ratio*. Hasil dari kedua metode tersebut selanjutnya dipilih yang paling mendekati dengan cara kalibrasi. Kemudian selanjutnya dilakukan uji kepenggunaan data hujan dengan uji RAPS (*Revised Adjusted Partial Sear*). Jika data hujan sudah memenuhi syarat uji kepenggunaan maka perhitungan dilanjutkan ke analisis curah hujan wilayah untuk mendapatkan angka curah hujan tahunan dengan metode *Polygon Thiessen*. Adapun langkah selanjutnya akan dibahas dengan perhitungan antara lain:

1. Curah hujan rancangan

Untuk memperkirakan angka curah hujan rancangan tersebut, maka perlu dilakukan dengan analisis distribusi frekuensi. Dalam penelitian ini data hujan yang tersedia akan ditinjau terlebih dahulu parameter statistiknya, hal ini bertujuan untuk menentukan pemilihan jenis distribusi frekuensi yang sesuai. Setelah dilakukan perhitungan analisis distribusi frekuensi yang sesuai selanjutnya dilakukan uji kecocokan distribusi dengan uji Smirnov dan uji Chi Square.

2. Intensitas curah hujan

Setelah didapat angka curah hujan rancangan yang sudah diuji kecocokan distribusinya, selanjutnya dilakukan perhitungan intensitas curah hujan. Adapun perhitungan intensitas curah hujan dihitung dengan rumus Mononobe.

3. Debit banjir rancangan

Debit banjir rancangan dalam penelitian ini dihitung dengan metode hidrolis satuan seperti Nakayasu.

4. Perencanaan dimensi labang resapan biopori

Dalam merencanakan dimensi labang biopori, di analisa dimensi yang sesuai untuk menampung debit banjir yang terjadi.

5. Pengurangan debit banjir

Dalam pengurangan debit banjir terlebih dahulu dihitung debit banjir kawasan dengan metode Raschid, kemudian selanjutnya dihitung pengurangan debit banjir akibat yang tertampung atau teredamasi oleh labang resapan biopori.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Hidrologi

4.1.1 Curah Hujan Rerata Wilayah

Curah hujan rerata wilayah menggambarkan tinggi rendahnya kondisi curah hujan di wilayah penelitian. Dengan menggunakan persamaan metode *Polygon Thiessen* maka diperoleh grafik angka curah hujan rerata wilayah untuk wilayah Kecamatan Denpasar Barat dan Kecamatan Denpasar Selatan, dimana hasil selingkupendatar ditata dalam gambar berikut.



Gambar 4 Grafik curah hujan bulanan Kec. Denpasar Barat dan Denpasar Selatan, tahun 2006/2015
Sumber: Hasil analisis, 2017

Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa Kecamatan Denpasar Barat pada bulan Agustus merupakan bulan terendah hujan dengan intensitas hujan sebesar 16,31 mm sedangkan bulan tinggi hujan terjadi pada bulan

Jumlah dengan intensitas sebesar 299,85 mm. Sedangkan untuk Dempasar Selatan hujan muson hujan dengan intensitas hujan sebesar 23,83 mm terjadi di bulan Agustus, dan bulan tinggi hujan muson pada hujan dengan intensitas sebesar 254,61 mm.

4.1.2 Curah Hujan Rancangan

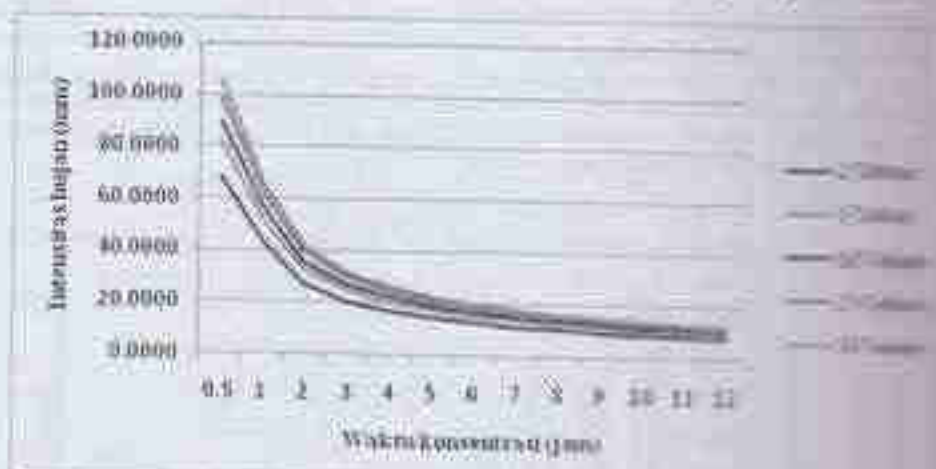
Dalam penelitian ini dihitung analisis curah hujan rancangan periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, dan 50 tahun. Hasil analisis perhitungan parameter statistik menunjukkan parameter statistik yang sesuai dengan karakteristik distribusi frekuensi yaitu distribusi frekuensi Log Pearson III. Sehingga, besarnya angka curah hujan rancangan periode ulang tertentu dengan menggunakan metode Log Pearson III dapat dilihat dalam tabel berikut.

Tabel 2. Hasil perhitungan curah hujan rancangan metode Log Pearson III

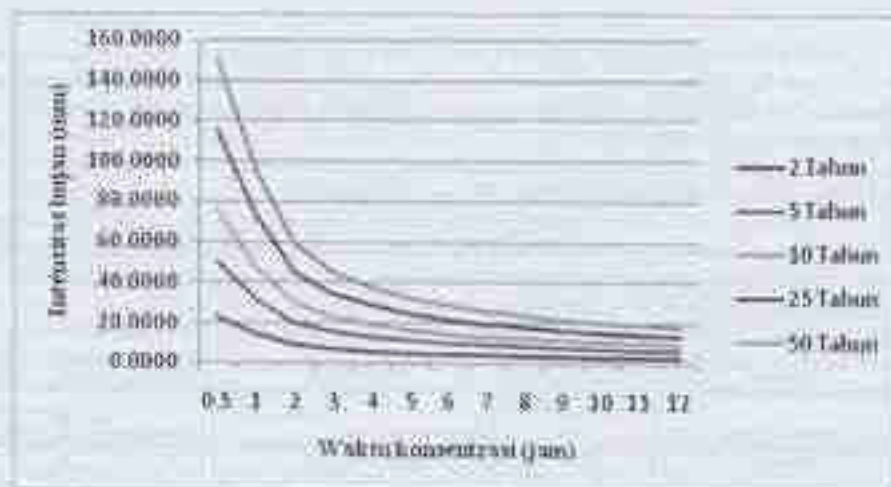
No.	Periode ulang (Tahun)	Kecamatan Dempasar Barat X (mm)	Kecamatan Dempasar Selatan X (mm)
1.	2	154.805	42.257
2.	5	149.544	52.831
3.	10	143.899	117.817
4.	25	135.527	239.817
5.	50	131.775	274.944

Sumber: Hasil analisis, 2017

Berdasarkan tabel tersebut maka diperoleh besarnya angka curah hujan rancangan untuk periode ulang tertentu di wilayah Kecamatan Dempasar Barat dan Kecamatan Dempasar Selatan, sehingga untuk mengetahui angka curah hujan rancangan selanjutnya dilakukan perhitungan intensitas hujan dengan menggunakan persamaan besarnya curah hujan dalam jangka pendek yang memerlukan perubahan intensitas hujan dengan persamaan Muscovice dapat dilihat dalam kurva *Intensity Duration Frequency (IDF)* pada gambar berikut.



Gambar 5. *Intensity Duration Frequency (IDF)* Kecamatan Dempasar Barat
Sumber: Hasil analisis, 2017



Gambar 8. Intensity Discharge Frequency (IDF) Kecamatan Denpasar Selatan
Sumber: Hasil analisis, 2017

4.1.7. Debit Banjir Kawasan

Titik - titik peringatan banjir di wilayah Kecamatan Denpasar Barat dan Kecamatan Denpasar Selatan yang meliputi Desa Padangsambrin Klod, Desa Padangsambrin Raja, Desa Pameratan, Desa Dauh Puri Kasih, Desa Samur Kasih, dan Desa Perogon, dalam penelitian ini dihitung dengan menggunakan metode Rasional. Untuk hasil selengkapnya debit banjir kawasan di masing - masing daerah penelitian dengan menggunakan metode Rasional dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Perhitungan debit banjir kawasan

Kecamatan	Daerah penelitian	Luas area A (km ²)	Debit banjir kawasan (m ³ /detik)
Denpasar Barat	Padang sambrin Raja	4,08	18,717
	Padangsambrin Klod	4,12	19,798
	Pameratan	1,55	4,874
	Dauh Puri Kasih	1,83	4,897
Denpasar Selatan	Samur Kasih	3,34	8,511
	Perogon	9,71	22,427

Sumber: Hasil analisis, 2017

Hasil analisis menunjukkan besarnya volume debit banjir yang terjadi di daerah masing - masing penelitian merupakan besaran nilai debit banjir yang terjadi sebelum adanya lubang resapan biopori.

4.1.8. Analisa Dimensi Biopori

Dalam penelitian ini, di analisa dimensi biopori berdiameter 10 cm serta dengan kedalaman sekitar 100 cm untuk pengurangan debit banjir yang terjadi di masing - masing daerah penelitian. Hasil analisa dimensi biopori menunjukkan besaran nilai debit banjir yang mampu direduksi oleh satu lubang resapan biopori di wilayah Kecamatan Denpasar Barat dan Kecamatan Denpasar Selatan. Adapun hasil analisis selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Analisa dimensi biopori

Kecamatan	Kecamatan Denpasar Barat	Kecamatan Denpasar Selatan
Dimensi Biopori	D = 10 cm, H = 100 cm	D = 10 cm, H = 100 cm
Q Masuk ke per-lubang resapan biopori (m ³ /detik)	$3,04 \times 10^{-6}$ m ³ /detik	$3,65 \times 10^{-6}$ m ³ /detik

Sumber: Hasil analisis, 2017

Hasil analisis menunjukkan besarnya debit banjir yang mampu ditenduki oleh zona lubang resapan biopori untuk wilayah Kecamatan Dempase Barat dan Kecamatan Dempase Selatan memiliki besaran nilai berbeda-beda, hal ini dikarenakan pengaruh keberagaman infiltrasi dan daya resap tanah di Kecamatan tersebut memiliki kriteria yang berbeda-beda.

4.1.5 Pengurangan Debit Banjir Setelah Adanya Lubang Resapan Biopori

Pengurangan debit banjir setelah adanya lubang resapan biopori menunjukkan kebutuhan besarnya jumlah lubang resapan biopori yang berbeda-beda dalam meningkatkan debit banjir kawasan yang terjadi. Tingkat efektivitas lubang resapan biopori dalam mengurangi debit banjir yang terjadi di masing-masing lokasi penelitian selengkapanya dapat dilihat dalam tabel berikut.

Tabel 3. Pengurangan debit banjir setelah adanya lubang resapan biopori

Kecamatan	Dempase Barat				Dempase Selatan	
	Pada Kawasan	Padangsumbu Klod	Pemecutan	Daph Puri Kasih	Sisir Kasih	Persogan
Debit banjir (mm/jam)	38.717	36.796	4.874	4.887	4.874	4.887
Lubang resapan	4.000	4.020	1.540	1.531	1.540	1.531
Jumlah lubang resapan biopori	Pengurangan debit banjir per lokasi					
100	3.025	3.094	3.009	3.004	3.009	3.009
150.000	4.037	4.027	4.071	4.007	4.007	4.007
100.000	4.034	4.034	4.074	4.074	4.074	4.074
300	4.009	4.079				
250.000	7.107	7.107			4.007	
300	4.014	4.014				
300.000	16.717	16.717				
300.000			18.796			
500						
500.000						

Sumber: Hasil analisa, 2017

Dari tabel tersebut dapat diketahui jumlah lubang resapan biopori yang dibutuhkan untuk setiap masing-masing lokasi penelitian dalam pengendalian banjir kawasan yang terjadi. Sehingga untuk pelaksanaan serta pembuatan lubang resapan biopori disesuaikan dengan jumlah total ketersediaan bangunan di wilayah masing-masing Kecamatan Dempase Barat dan Kecamatan Dempase Selatan, dengan rekomendasi atau spesifikasi minimal masing-masing 3 lubang resapan biopori di setiap penggunaan bangunan baik itu bangunan rumah tinggal, toko, industri maupun pengisian dan bangunan lainnya, maka pengurangan debit banjir setelah adanya lubang biopori yang dibuat serta hasil persentase debit banjir yang mampu tereduksi oleh lubang resapan biopori dapat dilihat dalam tabel berikut.

Tabel 4. Efisiensi debit banjir yang tereduksi di kecamatan daerah penelitian

Desa	Total bangunan	Jumlah lubang resapan biopori	Pengurangan debit banjir (m ³ /detik)	Persentase debit banjir yang tereduksi (%)
Padangsumbu Klod	9.389	46.445	1.411	3,63%
Pemecutan	10.026	50.17	1.523	3,12%
Padangsumbu Kaja	7.767	38.835	1.180	2,42%
Daph Puri Kasih	9.217	46.084	1.001	2,07%
Rata-rata debit banjir yang tereduksi di Kecamatan Dempase Barat				2,81%
Sisir Kasih	5.563	27.815	1.000	1,78%
Persogan	18.074	90.37	1.240	2,58%
Rata-rata debit banjir yang tereduksi di Kecamatan Dempase Selatan				2,12%

Sumber: Hasil analisa, 2017

5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian ini, menunjukkan bahwa lubang resapan biopori cukup efektif terhadap penyerapan banjir yang terjadi di Kota Denpasar khususnya di wilayah penelitian Kecamatan Denpasar Barat dan Kecamatan Denpasar Selatan yang meliputi daerah Desa Padangsemburan Kaja, Desa Padangsemburan Kidul, Desa Pemecutan, Desa Dauh Puri Kauh, Desa Sana Kauh, dan Desa Peretogan dengan hasil sebagai berikut:

1. Efektivitas lubang resapan biopori dalam pengurangan debit banjir yang terjadi setelah adanya lima lubang resapan biopori pada setiap bangunan di masing - masing wilayah penelitian Kecamatan Denpasar Barat yaitu rata - rata sebesar 22,51 % dengan debit banjir yang berkurang sebesar 411 m³/detik untuk Padangsemburan Kidul, 1.525 m³/detik untuk Pemecutan, 1.380 m³/detik untuk Padangsemburan Kaja, dan 1.400 m³/detik untuk Dauh Puri Kauh. Sedangkan di Kecamatan Denpasar Selatan yaitu rata - rata sebesar 15,46 % dengan debit banjir yang berkurang sebesar 1.000 m³/detik untuk Sana Kauh, dan 1.289 m³/detik untuk Peretogan.
2. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kemampuan satu lubang resapan biopori berdiameter 10 cm serta kedalaman 100 cm dalam mereduksi debit banjir yaitu sebesar $3,04 \times 10^{-3}$ m³/detik di Kecamatan Denpasar Barat, selanjutnya untuk Kecamatan Denpasar Selatan sebesar $3,60 \times 10^{-3}$ m³/detik.
3. Adapun jumlah lubang resapan biopori dengan diameter 10 cm dan kedalaman 100 cm yang diperlukan untuk pengendalian banjir terlintas debit banjir kawasan di wilayah Kecamatan Denpasar Barat dan Kecamatan Denpasar Selatan yaitu antara lain:
 - a) untuk Desa Padangsemburan Kaja sebanyak 352.671 biopori.
 - b) untuk Desa Padangsemburan Kidul sebanyak 355.277 biopori.
 - c) untuk Desa Pemecutan diperlukan sebanyak 100.794 biopori.
 - d) untuk Desa Dauh Puri Kauh diperlukan sebanyak 132.450 biopori.
 - e) untuk Desa Sana Kauh diperlukan sebanyak 236.845 biopori.
 - f) untuk Desa Peretogan diperlukan sebanyak biopori 895.797 biopori.

4.2 Saran

Adapun saran - saran yang dapat disampaikan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Diperlukan penelitian lanjutan dengan dimensi dan kedalaman lubang resapan biopori yang berbeda.
2. Diperlukan adanya kesadaran dan partisipasi masyarakat untuk menerapkan lubang resapan biopori di lingkungan masing - masing agar mampu membantu pemecahan persoalan banjir khususnya di daerah rawan tahi banjir.

DAFTAR PUSTAKA

- Biopori, Tim IPB. 2005. *Biopori Teknologi Tepat Guna Ramah Lingkungan*.
<http://biopori.com>
 Diakses pada tanggal 11/03/2016
- BPS. 2015. *Denpasar Barat dalam angka*.
<http://denpasarbarat.bps.go.id>
 Diakses pada tanggal 29/08/2016
- BPS. 2015. *Sana K dalam Kecamatan Denpasar Barat*.
<http://sana.kab.denpasar.go.id>
 Diakses pada tanggal 29/08/2016
- BPS. 2015. *Denpasar Selatan dalam angka*.
<http://denpasarselatan.bps.go.id>
 Diakses pada tanggal 29/08/2016
- BPS. 2015. *Kidul dalam Kecamatan Denpasar Selatan*.
<http://kidul.kab.denpasar.go.id>
 Diakses pada tanggal 29/08/2016
- Heita, Kamir R. 2008. *Lubang Resapan Biopori*. Penerbit Swadaya, Jakarta
- Hafidh Mubandari dan Yenny Susanti. 2012. *Kajian Efektivitas Lubang Resapan Biopori Dalam Mereduksi Debit Banjir Akibat Limpasan Air Hujan (Run - Off) Pada Kawasan Perumahan*. Jurnal Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara.

- Konama, E. W. 2012. *Studi Pemaksimalan Resapan Air Hujan Menggunakan Lahan Basah Ekspor dan Mengurangi Banjir*. Program Studi Meteorologi Institut Teknologi Bandung.
- Ljandana, Lily M. 2010. *Hidrologi Praktis*. CV Laksana Agung Bandung.
- Mauzi dan Terunagaya. 2008. *Perencanaan, Aplikasi Sistem Perencanaan Terhadap Aliran Drainase dan Mengurangi Banjir di Kecamatan Bunde Sakti Kabupaten Aceh Utara*. Program Studi Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara.
- Samsya Sarah R. dan Burhanudin. 2011. *Perencanaan Lokasi Dan Jumlah Lahan Basah Ekspor di Kawasan D45 Cikarangbag Bagian Tengah*. Program Studi Perencanaan Wilayah Dan Kota, Fakultas Teknik Universitas Islam Bandung.
- Staweka. 2015. *Mitigasi Banjir Dan Lipaya Mengantisipasi*.
<http://beberapa2012.wordpress.com/10-mitigasi-banjir-2015/>
Diakses pada tanggal 04/07/2016
- Saripin. 2004. *Sistem Drainase Perumahan yang Berkelanjutan*. Anak Office Yogyakarta.
- Triandodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta-Office, Yogyakarta.