

Home / Archives
/ Vol. 7 No. 1 (2024): Indonesian Journal of Construction Engineering and Sustainable Development (CESD)



Published: 2024-06-30

Articles

GREEN AND SUSTAINABLE TECHNOLOGY IN THE GHANAIAN CONSTRUCTION INDUSTRY

Zakari Mustapha, Benjamin Boahene Akomah, Abilgah Thomas, Wellington Didi Thwala

1-6

PDF

 Abstract views: 0 ,  PDF downloads: 0

MASS RAPID TRANSIT (MRT) DEMAND AND CAPACITY ASSESSMENT FOR RAIL TRANSPORT IN MALAYSIA

Deprizon Syamsunur, Jason Ong Jin Xiang, Salihah binti Suro, Moon Wei Chek, Deddy Purnomo Retno, Lisa Oksri Nelfia, Nur Ilya Farhana Bt Md Noh, Jing Lin Ng

7-21

PDF

 Abstract views: 0 ,  PDF downloads: 0

SUSTAINABLE CONCRETE PRODUCTION USING WASTE GLASS POWDER AS A PARTIAL REPLACEMENT OF FINE AGGREGATE

Mohammed D. H. Zebilila, Zakari Mustapha, Mohammed Latif Kikaa, Theophilus Frimpong Adu, Daniel Yaw Osei, Theophilus, Moses Freebody Turkson

22-29

PDF

 Abstract views: 0 ,  PDF downloads: 0

SLIDEBAR

1. Author Guideline
2. Focus and Scope
3. Publication Ethics
4. Journal Business Model
5. Retraction Policy
6. Editorial Team
7. Reviewer
8. Plagiarism Check
9. Copyright Notice
10. Open Access Policy



STATISTICS

VISITORS

Visitors		
 ID	14,534	 CN 27
 US	1,170	 GB 24
 JP	971	 VN 22
 SG	344	 DE 20
 IN	97	 HK 17
 MY	72	 FR 16
 CA	48	 PH 10
 GH	29	
Pageviews: 39,825		





View My Stats

PENERAPAN KONSEP ZERO DELTA RUNOFF DENGAN TEKNOLOGI EKODRAINASE PADA ARIA REMPOA TOWNHOUSE, TANGERANG SELATAN

Sih Andajani, Tania Diva Haryadi, Dina P.A Hidayat, Wahyu Sejati, Endah Kurniyaningrum
30-36



Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

INDEKS KEPENTINGAN RELATIF INDIKATOR UTAMA SISTEM PROTEKSI KEBAKARAN PADA GEDUNG PENDIDIKAN TINGGI DI KOTA BANDA ACEH

Rahel Fatima , Cut Zukhrina Oktaviani, Alfa Taras Bulba
37-46



Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

IMPLEMENTASI PRINSIP PARETO PADA PEKERJAAN PERBAIKAN DI PROYEK PERUMAHAN STUDI KASUS: PROYEK PERUMAHAN DI KOTA TANGERANG SELATAN

Ryobi Irfanto, Eva Charolin
47-53



Abstract views: 0 , PDF downloads: 0

[Home](#) / [Editorial Team](#)

Editorial Team

Chief Editor

Lisa Oksri Nelfia, Department of Civil Engineering, Universitas Trisakti, Indonesia
[Scopus Google Scholar](#) [Sinta](#)

Member of Editor

Bambang Endro Yuwono, Department of Civil Engineering, Universitas Trisakti, Indonesia
[Scopus Google Scholar](#) [Sinta](#)

Dina Paramitha Anggraeni Hidayat, Department of Civil Engineering, Universitas Trisakti, Indonesia
[Scopus Google Scholar](#) [Sinta](#)

Sih Andajani, Department of Civil Engineering, Universitas Trisakti, Indonesia
[Scopus Google Scholar](#) [Sinta](#)

Ade Okvianti Irlan, Department of Civil Engineering, Universitas Trisakti, Indonesia
[Scopus Google Scholar](#) [Sinta](#)

Yani Rahmawati, Architecture and Planning, Universitas Gadjah Mada, Indonesia
[Scopus Google Scholar](#) [Sinta](#)

Rafilis, Department of Civil Engineering, Universitas Trisakti, Indonesia
[Scopus Google Scholar](#) [Sinta](#)

Pratama Haditua Reyner Siregar, Department of Civil Engineering, Universitas Trisakti, Indonesia
[Scopus Google Scholar](#) [Sinta](#)

Wahyu Sejati, Department of Civil Engineering, Universitas Trisakti, Indonesia
[Scopus Google Scholar](#) [Sinta](#)

Ryan Faza, Department of Civil Engineering, Universitas Trisakti, Indonesia
[Scopus Google Scholar](#) [Sinta](#)

Nadzirah Hj. Zainordin, Department of Architecture & Built Environment, UCSI University, Kuala Lumpur, Malaysia
[Scopus Google Scholar](#)

Ezri Hayat, Department of Design and Build Environment, University of Huddersfield, United Kingdom
[Scopus Google Scholar](#)

Andri Setiawan, Universitat Politècnica de Valencia, Spanyol
[Scopus Google Scholar](#)

SLIDEBAR

1. Author Guideline
2. Focus and Scope
3. Publication Ethics
4. Journal Business Model
5. Retraction Policy
6. Editorial Team
7. Reviewer
8. Plagiarism Check
9. Copyright Notice
10. Open Access Policy
11. Unique Visits
12. Mailing Address
13. Indexing

TEMPLATE



PEER REVIEWERS

Christiono Utomo, Department of Civil Engineering, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Indonesia
Scopus Google Scholar Sinta

Bagus Hario Setiadji, Department of Civil Engineering, Universitas Diponegoro, Indonesia
Scopus Google Scholar Sinta

Muhammad Akbar Caronge, Department of Civil Engineering, Universitas Hasanuddin Indonesia
Scopus Google Scholar Sinta

Luky Handoko, Department of Civil Engineering, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Indonesia
Scopus Google Scholar Sinta

Deprizon Syamsunur, Head of Department, Civil Engineering, Department of Civil Engineering, USCI University Malaysia
Scopus Google Scholar

Aksan Kawanda, Department of Civil Engineering, Universitas Trisakti, Indonesia
Scopus Google Scholar Sinta

Darmawan Pontan, Department of Civil Engineering, Universitas Trisakti, Indonesia
Scopus Google Scholar Sinta

STATISTICS

VISITORS



[View My Stats](#)

INDONESIAN JOURNAL OF CONSTRUCTION ENGINEERING AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT (CESD) Indexed by:



width="60"

width="60"



Platform &
workflow by
OJS / PKP



E-ISSN : 2621-4164
Vol. 7 No. 1
Doi : <https://doi.org/10.25105/cesd.v7i1.20299>

Penerapan Konsep Zero Delta Runoff Dengan Teknologi Ekodrainase Pada Aria Rempoa Townhouse, Tangerang Selatan

Tania Diva Haryadi¹, *Sih Andajani², Dina P.A Hidayat³, Wahyu Sejati⁴, Endah Kurniyaningrum⁵

^{1,2,3,4,5}Jurusan Teknik Sipil, Universitas Trisakti

*²) andajani@trisakti.ac.id

Diterima: 17 Mei | Direvisi: 24 Mei | Disetujui: 7 Juni

Abstract

The increasing need for basic urban facilities and infrastructure, such as housing, can result in a reduction in green open land which can reduce the ability of water to infiltrate into the ground and increase surface runoff. Aria Rempoa Townhouse, a housing complex that is still in the development process, may have problems like these. Therefore, it is necessary to implement the zero delta runoff concept with ecodrainage technology such as retention pond and infiltration well. Research was carried out on the design flood at the outlet before the townhouse is built and after the townhouse is built if the zero delta runoff concept is applied with retention pond and infiltration wells. There are 3 scenarios, scenario 0 before the townhouse is built, scenario 1 after it is built without ecodrainage technology, scenario 2 after it is built with a retention pond, and scenario 3 after it is built with infiltration wells. The research results show that scenario 2 fulfills the concept of zero delta runoff with a pool area of 42 m² with a depth 3.5 m and 2 outlet pipes with diameter 10 inches without doors discharge the design flood at the outlet of 0,281 m³/sec which is smaller than design flood at the outlet before the townhouse is built of 0.288 m³/second.

Keywords: Infiltration Well, Ecodrainage Technology, Retention Pond, Zero Delta Runoff

Abstrak

Meningkatnya kebutuhan sarana dan prasarana dasar perkotaan seperti perumahan, dapat mengakibatkan berkurangnya lahan terbuka hijau yang dapat menyebabkan berkurangnya kemampuan air untuk meresap ke dalam tanah dan meningkatnya limpasan permukaan. Aria Rempoa Townhouse, sebuah perumahan yang masih dalam proses pengembangan mungkin akan mempunyai permasalahan seperti tersebut di atas. Maka dari itu perlu dilakukan penerapan konsep *zero delta runoff* dengan teknologi ekodrainase kolam retensi dan sumur resapan. Dilakukan penelitian terhadap banjir rencana di *outlet* sebelum *townhouse* terbangun dan setelah *townhouse* terbangun jika diterapkan konsep *zero delta runoff* dengan kolam retensi dan sumur resapan. Terdapat 3 skenario, skenario 0 sebelum terbangun, skenario 1 setelah terbangun tanpa teknologi ekodrainase, skenario 2 setelah terbangun dengan kolam retensi, dan skenario 3 setelah terbangun dengan sumur resapan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa skenario 2 memenuhi konsep *zero delta runoff* dengan luas kolam sebesar 42 m² sedalam 3,5 m dengan 2 buah pipa outlet diameter 10 inchi tanpa pintu mengalirkan debit banjir rencana di outlet sebesar 0,281 m³/detik lebih kecil dari debit di *outlet* sebelum *townhouse* dibangun sebesar 0,288 m³/detik.

Kata kunci: Kolam Retensi, Sumur Resapan, Teknologi Ekodrainase, Zero Delta Runoff

Pendahuluan

Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS), pada pertengahan tahun 2023 jumlah penduduk Indonesia mengalami peningkatan sebesar 1,13% jika dibandingkan dengan tahun sebelumnya [1]. Hal tersebut dapat mengakibatkan meningkatnya kebutuhan akan tempat tinggal sehingga dapat mengakibatkan berkurangnya lahan terbuka yang berdampak juga pada perubahan peruntukan ruang terbuka hijau (RTH) kota [2]. Salah satu kawasan yang mungkin akan mempunyai permasalahan seperti tersebut di atas adalah Aria Rempoa Townhouse, Tangerang Selatan. Hunian tersebut saat ini direncanakan pada lahan dengan banyak pepohonan dan ada dua rumah pada area tersebut. Townhouse ini akan dibangun dengan air keluaran menuju saluran drainase permukiman di sebelah hilirnya dengan beda elevasi tanahnya lebih rendah $\pm 3,5$ m. Saluran drainase permukiman di hilirnya tersebut saat ini mampu menampung debit banjir permukiman di hulunya. Dengan demikian dengan dibangunnya Aria Rempoa Townhouse diharapkan tidak akan menimbulkan masalah banjir permukiman di hilirnya. Penelitian memiliki tujuan untuk pengupayaan reduksi debit puncak banjir rencana di outlet Aria Rempoa Townhouse dengan menerapkan konsep *zero delta runoff* menggunakan teknologi ekodrainase. Debit banjir sebelum dan setelah pembangunan diharapkan sama besarnya.

Metode

Drainase Berwawasan Lingkungan

Konsep drainase berwawasan lingkungan adalah perencanaan drainase yang mengupayakan untuk pengelolaan air hujan dengan variasi metode, antara lain adalah dengan menampung air dengan bak tandon atau dengan tampungan buatan maupun tampungan alami, lalu selanjutnya meresapkan dan mengalirkan air tertampung ke sungai atau badan air terdekat tanpa memberikan beban pada sungai atau badan air yang dimaksud, juga dapat memelihara sistem drainase sehingga dapat bermanfaat secara berkelanjutan [3].

Zero Delta Runoff

Zero delta runoff merupakan konsep pembangunan dan pengembangan sebagai upaya dalam menghindari peningkatan *runoff* akibat bertambahnya nilai koefisien pengaliran dari koefisien natural di DAS tersebut [4]. Atau dapat diartikan juga sebagai konsep dengan tujuan untuk mempertahankan limpasan permukaan sebelum dan setelah pembangunan sama besar.

Pentingnya penerapan konsep ini diatur pada peraturan Gubernur DKI Jakarta No. 43 Tahun 2013 Pasal 1 ayat 6 dan pada Peraturan Pemerintah No. 26 Tahun 2008 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional bahwa penerapan konsep *zero delta runoff* wajib diterapkan pada bangunan untuk menghindari atau tidak

memberikan tambahan beban debit air ke sistem saluran drainase atau sistem aliran sungai.

Analisis Hidrologi

Pada perancangan drainase, tahapan awal yang harus dilakukan adalah analisis hidrologi yang selanjutnya akan digunakan untuk perhitungan analisis hidraulika.

Uji konsisten data merupakan tahapan perhitungan untuk menguji kebenaran data yang diperoleh yang dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti berubahnya spesifikasi alat penakar hujan, berpindahnya tempat alat ukur. Perhitungan uji konsistensi data dengan metode RAPS (**Rescaled Adjusted Partial Sums**) dapat diperoleh dengan menghitung $Q = |Sk^{**}|_{maks}$ dan $R = |Sk^{**}|_{maks} - |Sk^{**}|_{min}$ lalu dibandingkan dengan Q kritis dan R kritis. Jika Q dan R terhitung lebih kecil jika dibandingkan dengan Q kritis dan R kritis, maka data yang dimiliki merupakan data konsisten dan selanjutnya dapat digunakan [5].

Analisis distribusi merupakan tahapan yang mempunyai tujuan untuk mencari probabilitas besaran hujan rencana (RTR) dengan lamanya periode kala ulang tertentu (TR) yang dapat dihitung dengan persamaan berikut [5].

$$R_{Tr} = \frac{R}{S} + K_{Tr} \times S \quad (1)$$

dimana:

R_{Tr} = Curah hujan rencana (mm)

$\frac{R}{S}$ = Curah hujan rata-rata (mm)

S = Standar deviasi data hujan (mm)

K_{Tr} = Faktor frekuensi periode ulang Tr

Uji distribusi dilakukan untuk menguji jika distribusi probabilitas dari persamaan yang terpilih dapat mewakili seri data yang ditinjau atau tidak [5]. Terdapat dua metode yang digunakan yaitu uji *Chi-Kuadrat* dan uji *Smirnov-Kolmogorov* [6].

Sesuai dengan data yang tersedia dan keadaan daerahnya, dalam penelitian ini metode perhitungan debit banjir yang digunakan adalah metode rasional yang dapat dihitung dengan persamaan 2, 3 dan 4 berikut [7].

$$Q = 0,00278 \text{ Cs.C.I.A} \quad (2)$$

$$Cs = \frac{2.tc}{2.tc+td} \quad (3)$$

$$td = \frac{L}{60.v} \quad (4)$$

dimana:

Q = Debit banjir rencana ($m^3/detik$)

Cs = Koefisien tampungan

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas daerah tangkapan air (ha)

tc = waktu konsentrasi (menit)

t_d = waktu drain (menit)
 L = Panjang saluran (m)
 v = Kecepatan aliran (m/detik)

Waktu konsentrasi (t_c) merupakan waktu untuk air hujan mengalir dari pertama kali hujan jatuh sampai mencapai titik tertentu dalam aliran permukaan seperti sistem drainase yang dapat dihitung dengan persamaan 5 berikut [6].

$$t_c = \frac{1,48(1,49-C)L^{0,5}}{S^{0,33}} \quad (5)$$

dimana:

t_c = waktu konsentrasi (menit)
 C = koefisien pengaliran
 L = Panjang aliran (feet)
 S = kemiringan saluran (%)

Intensitas curah hujan merupakan ketinggian curah hujan yang dalam jangka waktu dan periode waktu tertentu yang dinyatakan dalam satuan mm/jam yang dapat dihitung dengan persamaan 6 berikut [8].

$$I = \left[\frac{R_{24}}{24} \right] \left[\frac{24}{t} \right]^{\frac{2}{3}} \quad (6)$$

dimana:

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

Penentuan periode ulang mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum bahwa periode ulang yang digunakan didasarkan pada luas daerah tangkapan air dan tipologi kota yang sistem drainasinya adakan direncanakan. Lihat tabel 1.

Tabel 1. Periode Ulang Berdasarkan Daerah Tangkapan Air dan Tipologi Kota (Tahun)

Tipologi Kota	Daerah Tangkapan Air (Ha)			
	<10	10-100	100-500	>500
Metropolitan	2	2 - 5	5 - 10	10 - 25
Besar	2	2 - 5	2 - 5	5 - 20
Sedang	2	2 - 5	2 - 5	5 - 10
Kecil	2	2	2	2 - 5

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014

Analisis Hidraulika

Analisis hidraulika merupakan tahapan untuk menentukan kapasitas saluran drainase dengan memperhatikan sifat-sifat hidraulika pada drainase yang akan direncanakan [9].

Dalam perhitungan perencanaan dimensi saluran, debit yang dapat diterima oleh saluran drainase (Q_s) harus lebih besar atau sama dengan debit rencana akibat hujan rencana (Q_{Tr}) yang dapat dihitung dengan persamaan 7 – 9 berikut:

$$Q_s = v \times A \quad (7)$$

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (8)$$

$$R = \frac{A}{P} \quad (9)$$

dimana:

Q_s = Debit rencana saluran (m³/detik)
 v = Kecepatan aliran (m/detik)
 A = Luas penampang basah (m²)
 n = Koefisien kekasaran Manning
 R = Jari-jari hidraulik (m)
 P = Keliling basah (m)

Dalam penelitian ini penampang saluran drainase yang akan digunakan berbentuk persegi dari pasangan beton tipe *U-ditch* yang dapat dihitung dengan persamaan 10 – 12 berikut [7]:

$$A = b \times h \quad (10)$$

$$P = b + 2h \quad (11)$$

$$R = \frac{A}{P} \quad (12)$$

dimana:

A = Luas penampang basah (m)
 b = Lebar saluran (m)
 h = Tinggi air (m)
 R = Jari-jari hidraulik (m)

Teknologi Ekodrainase

Kolam retensi adalah sebuah sarana drainase yang berfungsi untuk menampung dan meresapkan air hujan di suatu wilayah [3]. Kolam retensi mempunyai cara kerja yaitu menampung volume air pada saat debit maksimum hujan datang lalu mengalirkan volume air tersebut dengan perlahan ketika debit hujan berkurang. Rumus penelusuran banjir kolam datar yang digunakan untuk menghitung dimensi kolam dan lubang *outlet* serta *outflow* seperti terlihat pada persamaan 13 berikut [5]. *Outflow* atau debit di *outlet* setelah *townhouse* terbangun harus lebih kecil atau sama dengan *outflow* setelah *townhouse* terbangun.

$$\frac{2S_{j+1}}{\Delta t} + O_{j+1} = (I_j + I_{j+1}) + \frac{2S_j}{\Delta t} - O_j \quad (13)$$

dimana :

S = Storage atau tampungan (m³)
 I = Inflow atau aliran masuk ke *outlet* (m³/detik)
 O = Outflow atau aliran keluar dari *outlet* (m³/detik)
 t = waktu (jam)

Sumur Resapan

Sumur resapan adalah prasarana untuk menampung dan meresapkan air hujan ke dalam tanah [10]. Perhitungan dimensi dan banyaknya sumur didasarkan pada 2 metode, yaitu Metode Litbang Pemukiman PU (1990) dengan persamaan 14 [11] dan SNI 8456:2017 dengan persamaan 15 [10].

$$H = \frac{D.I.A_s - D.K.A_s}{A_s + D.K.P} \quad (14)$$

dimana:

H = Kedalaman sumur (m)
D = Durasi hujan yang dominan (jam)
I = Intensitas hujan (m/jam)
K = Koefisien permeabilitas tanah (m/jam)
A_s = Luas penampang sumur (m²)
P = Keliling basah sumur (m)

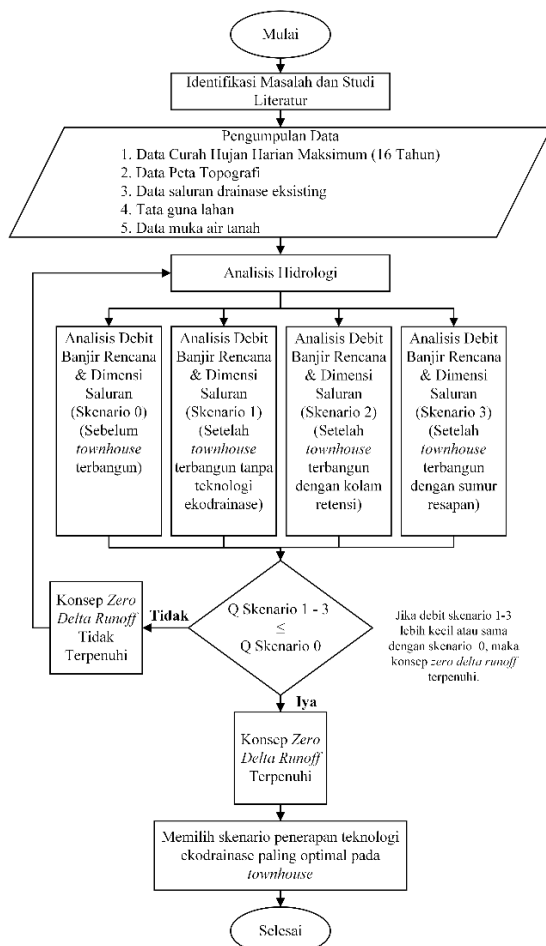
$$H = \frac{Q}{\omega.\pi.r.K} \quad (15)$$

dimana:

H = Kedalaman sumur (m)
Q = Debit andil banjir (m³/jam)
ω = Koefisien sumur
= 2, untuk sumur kosong berdinding kedap air atau sumur tanpa dinding dengan batu pengisi
= 5, untuk sumur kosong berdinding porous
r = Jari-jari sumur (m)
K = Koefisien permeabilitas tanah (m/jam)

Sistematika Penelitian

Penelitian terdiri dari identifikasi permasalahan dan studi literatur serta pengumpulan data curah hujan pada satu stasiun hujan terdekat dengan waktu pengamatan yang cukup panjang, lalu melakukan analisis hidrologi serta menganalisis debit sesuai dengan skenario yang telah ditetapkan. Sistematika penelitian ini berupa *flowchart* seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Sitematika Penelitian

Area *townhouse* seluas 4.500 m² saat ini daerahnya relatif datar berupa lahan dengan banyak pepohonan dan terdapat 2 rumah di area tersebut. Jenis tanahnya lanau dengan muka air tanah lebih dalam dari 3,5 m. Tanah pada area *townhouse* akan diratakan pada elevasi + 9,05 m dan mempunyai beda elevasi tanah dengan daerah di hilirnya sebesar ± 3,5 m. Di daerah ini akan dibangun 30 rumah dengan dua tipe, yaitu tipe A dengan luas tanah sebesar 68 m² dan tipe B dengan tanah seluas 91 – 95 m². Saluran drainase permukiman di hilir area *townhouse* sampai saat ini mampu menampung debit banjir dari kawasan di hulunya. Diharapkan keadaan ini tetap terjaga setelah dibangunnya *townhouse* dengan diterapkannya konsep *zero delta runoff*. Di hulu area *Townhouse* berupa perumahan yang cukup padat dengan saluran drainase eksisting berupa saluran persegi dari pasangan beton. Luas daerah aliran drainase (DAD) area *townhouse* di titik *outlet* sebesar 22.586 m². Denah sebelum *townhouse* dibangun, rencana *townhouse* serta daerah aliran drainase (DAD) *townhouse* dapat dilihat pada gambar 2- 4.



Gambar 2. Denah Sebelum Dibangun *Townhouse*
(Sumber: Google Earth, 2023)



Gambar 3. Site Plan *Townhouse*.
(Sumber: Situs Aria by Greenwoods)



Gambar 4. DAD Townhouse dan Skema Drainase Skenario 0

Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian berupa data curah hujan harian maksimum dari stasiun hujan Fakultas Teknik Universitas Indonesia (FTUI). Lokasi stasiun ini ($06^{\circ}21.672'$ LS; $106^{\circ}49.425'$ BT) yang paling dekat dengan area *townhouse* yaitu sejauh 11,5 km dan data yang tersedia cukup panjang selama 16 tahun pengamatan (2003 – 2018). Data curah hujan harian maksimum dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2. Curah Hujan Harian Maksimum St.FTUI

No	Tahun	Tanggal	R (mm)
1	2003	06 Nov	102,0
2	2004	09 Apr	117,0
3	2005	16 Jun	95,0
4	2006	12 Apr	93,5
5	2007	02 Feb	156,5
6	2008	08 Des	152,0
7	2009	23 Mar	137,0
8	2010	19 Feb	109
9	2011	02 Des	117,4
10	2012	03 Apr	128,2
11	2013	07 Apr	101,7
12	2014	25 Nov	151,5
13	2015	10 Feb	97,2
14	2016	21 Apr	141,5
15	2017	05 Mei	105,7
16	2018	03 Sep	95,2

Sumber: BBWS Ciliwung Cisadane

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil uji konsistensi data stasiun hujan FTUI dengan metode RAPS, diperoleh nilai Q terhitung ($0,78$) < Q kritis ($1,19$) dan nilai R terhitung ($1,20$) < R Kritis ($1,37$), maka data hujan dinyatakan konsisten dan dapat digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

Setelah melakukan perhitungan uji distribusi dengan metode Chi-Kuadrat dan Smirnov- Kolmogorov,

disimpulkan bahwa distribusi data hujan sesuai dengan distribusi Gumbel atau diatribusi Normal karena nilai uji distribusi terhitungnya relatif kecil. Tabel rekapitulasi perhitungan uji distribusi dengan kedua metode dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan Uji Distribusi

Chi Kuadrat (X^2)			
Distribusi	Terhitung	Kritis	Ket
Gumbel	2,13	< 5,991	Ok
Normal	1,50	< 5,991	Ok
Log Normal	3,38	< 5,991	Ok
Log Pearson III	2,75	< 5,991	Ok
Smirnov-Kolmogorov			
Distribusi	Terhitung	Kritis	Ket
Gumbel	0,09	< 0,33	Ok
Normal	0,14	< 0,33	Ok
Log Normal	0,12	< 0,33	Ok
Log Pearson III	0,56	< 0,33	Ok

Selanjutnya, besaran curah hujan rencana dengan periode ulang 2 tahun yang dipakai adalah hasil perhitungan dengan metode Normal sebesar 118,78 mm. Alasannya dengan metode Normal menghasilkan curah hujan rencananya lebih besar dibandingkan dengan metode Gumbel dimana faktor keamanannya lebih tinggi. Lihat tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Perhitungan Curah Hujan Rencana

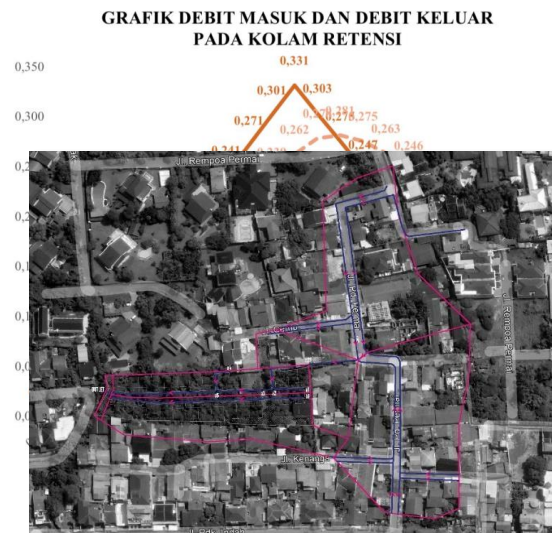
Periode Ulang (TR) (Tahun)	Distribusi	
	Gumbel (mm)	Normal (mm)
2	115,785	118,780

Perhitungan debit banjir rencana di outlet didasarkan pada 4 skenario, yaitu skenario 0 sebelum *townhouse* terbangun, skenario 1 setelah *townhouse* terbangun tanpa teknologi ekodrainase, skenario 2 setelah *townhouse* terbangun dengan teknologi ekodrainase kolam retensi dan skenario 3 setelah *townhouse* terbangun dengan teknologi ekodrainase sumur resapan.

Pada skenario 0 (gambar 4), perhitungan debit banjir rencana di *outlet* sebelum *townhouse* terbangun yang mana kondisi *townhouse* pada saat itu masih merupakan lahan ruang terbuka hijau dengan mayoritas pepohonan hijau yang rimbun. Aliran air/beban drainase dari hulu yang masuk ke dalam *townhouse* dialirkan menuju *outlet* melalui drainase eksisting dengan bentuk penampang persegi dari pasangan beton. Didapatkan besaran debit banjir rencana di *outlet* sebesar $0,288 \text{ m}^3/\text{det}$.

Pada skenario 1 (gambar 5) dilakukan perhitungan debit banjir rencana di *outlet* setelah *townhouse* terbangun namun tidak ada penerapan teknologi ekodrainase. Aliran air dari hulu yang masuk ke dalam *townhouse* dialirkan menuju *outlet* melalui saluran

drainase dengan bentuk penampang persegi dari pasangan beton tipe *u-ditch* dengan dimensi 40 x 50 cm dan 60 x 80 cm. Didapatkan besaran debit banjir rencana di *outlet* sebesar 0,331 m³/det.



Gambar 5. Skema Drainase Skenario 1

Pada skenario 2 (gambar 6) dilakukan perhitungan debit banjir rencana di *outlet* setelah *townhouse* terbangun dan dengan menerapkan teknologi ekodrainase berupa kolam retensi. Aliran air dari hulu yang masuk ke dalam kawasan *townhouse* dialirkan melalui saluran drainase selanjutnya ditampung dan diresapkan terlebih dahulu di kolam retensi sebelum menuju *outlet*. Kolam retensi direncanakan luasnya 42 m², kedalaman 3,5 m dengan elevasi dasar kolam + 4,95 m, elevasi ambang kolam + 6,95 m. *Outlet* dari kolam retensi direncanakan berupa dua buah pipa dengan dimensi 10 inci tanpa pintu. Kolam retensi direncanakan sedemikian rupa agar biaya pembangunan, operasi dan pemeliharannya sederhana dan murah. Dengan metode penelusuran banjir pada kolam datar diperoleh besaran debit puncak banjir rencana sebesar 0,281 m³/det. Karena kolam retensi tidak terlalu luas, maka debit yang meresap dianggap nol. Grafik debit masuk dan debit keluar pada kolam retensi dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 6. Skema Drainase Skenario 2

Pada skenario 3 (gambar 8) dilakukan perhitungan debit banjir rencana di *outlet* setelah *townhouse* terbangun dengan menerapkan teknologi ekodrainase berupa sumur resapan. Hujan yang jatuh di kawasan *townhouse* terlebih dahulu akan diresapkan ke dalam sumur resapan sebelum masuk ke saluran drainase sehingga diharapkan dapat mengurangi debit banjir rencana menuju *outlet*. Pada perhitungan sumur resapan metode Pekerjaan Umum (1990). Dengan jenis tanah lanau, dicobakan kedalaman rencana sumur 2,50 m dan diameter sumur 1 m pada 30 rumah. Debit air hujan yang dapat diresapkan oleh 30 buah sumur resapan hanya sebesar 0,002 m³/det sehingga pengaruh terhadap pengurangan debit pada *outflow* sangat kecil sekali sehingga tidak efektif untuk diterapkan pada *townhouse*. Kecilnya nilai yang dapat diresap oleh sumur resapan diakibatkan karena jenis tanah pada lokasi penelitian kurang dapat meresapkan air (lanau). Maka teknologi ekodrainase berupa sumur resapan kurang cocok diterapkan pada *townhouse*. Debit banjir rencana di outlet sebesar 0,329 m³/det.



Gambar 8. Skema Drainase Skenario 3

Dibandingkan dengan debit puncak banjir rencana di *outlet* sebelum *townhouse* terbangun (skenario 0), pada skenario 1 setelah *townhouse* terbangun terdapat kenaikan debit 0,043 m³/det (14,93%), pada skenario 2 setelah *townhouse* terbangun dengan kolam retensi terdapat penurunan debit 0,007 m³/detik (2,43%), pada skenario 3 setelah *townhouse* terbangun dengan sumur

resapan terdapat kenaikan debit 0,041 m³/det (14,24%). Lihat tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Perhitungan Debit di *Outlet*

Skenario	Debit m ³ /det	Kenaikan %	Penurunan %
0	0,288		
1	0,331	14,93	
2	0,281		2,43
3	0,329	14,24	

Dengan demikian agar konsep *zero delta runoff* terapkan pada area *townhouse*, maka teknologi ekodrainase yang paling tepat diterapkan pada kawasan ini adalah kolam retensi pada skenario 2. Debit puncak banjir rencana di *oulet* dengan menerapkan kolam retensi justru lebih kecil dibandingkan dengan debit puncak banjir rencana sebelum *townhouse* terbangun.

Kesimpulan

Penelitian penerapan konsep *zero delta runoff* dilakukan terhadap debit puncak banjir rencana dengan periode ulang 2 tahun di *oulet* Aria Rempoa Townhouse sebelum dan setelah terbangun. Perhitungan debit banjir rencana di *oulet* didasarkan pada 4 skenario, yaitu skenario 0 sebelum *townhouse* terbangun, skenario 1 setelah *townhouse* terbangun tanpa teknologi ekodrainase, skenario 2 setelah *townhouse* terbangun dengan teknologi ekodrainase kolam retensi dan skenario 3 setelah *townhouse* terbangun dengan teknologi ekodrainase sumur resapan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan dibangunnya kolam retensi seluas 42 m² sedalam 3,5 m dengan 2 buah pipa diameter 10 inchi di *ouletnya* serta tanpa pintu (skenario 2) dapat memenuhi konsep *zero delta runoff* dimana diperoleh besaran debit 0,281 m³/det lebih kecil daripada sebelum *townhouse* terbangun. Penerapan sumur resapan (skenario 3) kurang cocok diterapkan di daerah ini mengingat jenis tanahnya kurang meresapkan air sehingga pengurangan debitnya kecil sekali dan lahannya terbatas sehingga tidak dimungkinkan membuat sumur resapan yang banyak.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Arsinsi Prima Cipta Konsultan serta Ir. Djudjun Warganda atas segala bentuk bantuan dalam pengerjaan penelitian sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.

Referensi

- [1] Badan Pusat Statistik, “Laju Pertumbuhan Penduduk (Persen), 2021- 2023.”
- [2] S. Rijal, “Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau di Kota Makassar Tahun 2017,” 2008.
- [3] Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia, *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 12/PRT/M/2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan. Indonesia, 2014*
- [4] Direktorat Jenderal Cipta Karya, *Panduan Pengelolaan Terpadu Sistem Drainase Perkotaan Berwawasan Lingkungan (Ecodrain)*. Jakarta, 2013.
- [5] I. M. Kamiana, *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2011.
- [6] Suripin, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: ANDI, 2004.
- [7] Direktorat Jenderal Cipta Karya, *Tata Cara Penyusunan Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan*, Jilid IA. Indonesia: Kementerian Pekerjaan Umum, 2012.
- [8] Badan Standarisasi Nasional, *SNI 2415:2016*. 2016.
- [9] Harjono and Y. Widhiastuti, “Analisa Hidrologi Dan Hidrolika Pada Daerah Aliran Sungai (Das) Kali Pacal Bojonegoro,” 2013.
- [10] Badan Standarisasi Nasional, *SNI 8456:2017*. Jakarta, 2017.
- [11] Departemen Pekerjaan Umum, *Buku Panduan Sistem Drainase Mandiri Berbasis Masyarakat yang Berwawasan Lingkungan (Tata cara Pembuatan Kolam Retensi dan Polder)*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Cipta Karya, 20