

Penerapan Konsep Zero Delta Run-Off pada Rencana Gedung Hotel Candi, Kabupaten Semarang

Application of the Zero Delta Run-Off Concept in the Hotel Candi Building Plan, Semarang Regency

Muhammad Taufik^{1*}, Abdul Khamid², Ikwanudin³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhadi Setiabudi, Brebes, Indonesia
E-mail: ^{1*}muhammadtaufiq905@umus.ac.id, ²abdulkhamid.mt@gmail.com, ³ikhwanudin@gmail.com

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Article History: Received: July, 12, 2026 Revised: August, 18, 2026 Accepted: September, 20, 2026	<i>Candi Hotel Building is one of the developing areas in Semarang Regency. It is necessary to pay attention to the hydrological problems that may occur because this area was originally a water catchment area, so it requires good planning for its drainage system. For this reason, a zero delta run off concept will be planned with eco-drainage technology, so as not to increase the drainage load towards the outlet. 3 drainage system scenarios were tried in this study, scenario 1 (conventional drainage channel), scenario 2 (drainage channel with retention pond), scenario 3 (drainage channel with bioretention). With a reference flood discharge 5 years before the area was built of 0.740 m³/second, of the 3 scenarios studied there are 2 scenarios that meet the zero delta run off concept, namely scenario 2 and scenario 3 with a 5-year flood discharge that can be accommodated entirely with eco-drainage technology so that there is no flood discharge towards the outlet.</i>
Keywords: Zero Delta Run Off, Ecodrainage, Area Flood Discharge	
Corresponding Author: Muhammad Taufiq E-mail: muhammadtaufiq905@umus.ac.id	<i>This is an open access article under the CC BY-SA license.</i> 

Abstrak

Gedung Hotel Candi merupakan salah satu kawasan berkembang di Kabupaten Semarang. Perlu diperhatikan masalah hidrologi yang mungkin akan terjadi dikarenakan pada awalnya daerah ini merupakan daerah resapan air, sehingga dibutuhkan perencanaan yang baik untuk sistem drainasenya. Untuk itu akan direncanakan konsep zero delta run off dengan teknologi ekodrainase, agar tidak menambah beban drainase menuju outlet. Dicobakan 3 skenario sistem drainase pada penelitian ini, skenario 1 (saluran drainase konvensional), skenario 2 (saluran drainase dengan kolam retensi), skenario 3 (saluran drainase dengan bioretensi). Dengan acuan debit banjir 5 tahun sebelum kawasan terbangun sebesar 0,740 m³/detik, dari 3 skenario yang diteliti terdapat 2 skenario yang memenuhi konsep zero delta run off, yaitu skenario 2 dan skenario 3 dengan debit banjir 5 tahun pada dapat ditampung seluruhnya dengan teknologi ekodrainase sehingga tidak ada debit banjir menuju outlet.

Kata kunci: zero delta run off, ekodrainase, debit banjir kawasan

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Semarang merupakan salah satu wilayah yang mengalami pertumbuhan ekonomi dan pembangunan yang cukup pesat. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Semarang, laju pertumbuhan ekonomi daerah ini mencapai 4,73% pada tahun 2024, yang mendorong peningkatan aktivitas pembangunan, khususnya pada sektor perumahan dan konstruksi. Salah satu bentuk pengembangan tersebut adalah pembangunan kawasan Gedung Hotel Candi di Kabupaten Semarang.

Perkembangan kawasan terbangun umumnya diikuti oleh perubahan fungsi lahan dari area terbuka yang semula berperan sebagai daerah resapan air menjadi permukaan kedap air. Kondisi ini berpotensi menimbulkan permasalahan hidrologi, terutama meningkatnya limpasan permukaan (*runoff*) yang dapat menyebabkan genangan maupun banjir di kawasan tersebut maupun di wilayah hilir. Fenomena ini telah banyak dilaporkan dalam berbagai penelitian, dimana urbanisasi tanpa pengelolaan drainase yang baik dapat meningkatkan debit puncak banjir secara signifikan [1], [2].

Kawasan Gedung Hotel Candi pada awalnya merupakan daerah resapan air berupa lahan terbuka. Seiring dengan pembangunan hotel dan fasilitas pendukungnya, kawasan ini akan

(Muhammad Taufik, Abdul Khamid, Ikwanudin)

Penerapan Konsep Zero Delta Run-Off pada Rencana Gedung Hotel Candi, Kabupaten Semarang

mengalami perubahan menjadi permukaan kedap air yang berpotensi meningkatkan beban sistem drainase. Diperlukan analisis terhadap kondisi debit aliran sebelum dan sesudah pembangunan, khususnya pada titik outlet, untuk menentukan strategi pengelolaan limpasan yang tepat.

Salah satu pendekatan yang saat ini banyak dikembangkan dalam pengelolaan drainase perkotaan adalah konsep *zero delta run off*, yaitu prinsip dimana pembangunan tidak boleh menyebabkan peningkatan debit limpasan dibandingkan kondisi awal (pre-development). Konsep ini sejalan dengan pendekatan *sustainable urban drainage systems* (SUDS) atau ekodrainase yang mengedepankan infiltrasi, retensi, dan detensi air hujan di dalam kawasan [3], [4].

Penerapan teknologi ekodrainase seperti kolam retensi, bioretensi, dan saluran resapan dapat menjadi solusi untuk mengendalikan limpasan air hujan agar tidak membebani sistem drainase di hilir. Beberapa studi menunjukkan bahwa kombinasi metode tersebut efektif dalam menurunkan debit puncak dan meningkatkan infiltrasi [5], [6].

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan merencanakan sistem drainase pada kawasan Gedung Hotel Candi Kabupaten Semarang dengan menerapkan konsep *zero delta run off* melalui teknologi ekodrainase pada area seluas 10,146 Ha. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran penerapan konsep tersebut sebagai alternatif solusi dalam perencanaan sistem drainase kawasan Hotel Candi Sidomuncul Park sehingga tidak terjadi peningkatan beban drainase menuju outlet.

Tinjauan Pustaka

Drainase

Drainase dapat diartikan sebagai suatu kesatuan bangunan air dengan fungsi sebagai pengurang atau pembuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, agar lahan dapat bekerja secara optimal. Drainase juga didefinisikan sebagai usaha pengontrolan kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas [7]. Sistem drainase tidak hanya berperan sebagai prasarana pembuangan air, tetapi juga sebagai instrumen pengendalian limpasan, perlindungan kualitas air, dan pemulihan hidrologi kawasan melalui pendekatan hijau atau *green infrastructure*. Literatur terbaru menunjukkan bahwa sistem drainase perkotaan semakin diarahkan pada solusi berbasis alam (*nature-based solutions*) yang mampu menahan, meresapkan, dan memperlambat limpasan di lokasi terjadinya hujan.

Zero Delta Run Off

Penerapan konsep zero run off secara umum bertujuan untuk meresapkan air hujan kembali ke dalam tanah semaksimal mungkin sehingga sisa limpasan permukaan menjadi 0% [6], [7]. Konsep *zero delta run off* menekankan bahwa pembangunan tidak boleh menyebabkan peningkatan debit limpasan pada sistem drainase dibandingkan kondisi sebelum lahan dikembangkan. Prinsip ini selaras dengan pendekatan *low impact development*, *sustainable urban drainage systems*, dan *nature-based solutions* yang dirancang untuk meniru respon hidrologi alami sebelum pembangunan. Sesuai dengan Peraturan Gubernur DKI Jakarta Nomor 43 Tahun 2013 Pasal 1 ayat 16, Zero Delta Q (Run Off) merupakan prinsip yang mewajibkan setiap pembangunan tidak menambah debit air pada sistem drainase [5].

Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi merupakan tahap awal dalam perancangan, dimana hasil dari analisis hidrologi akan digunakan dalam perhitungan perancangan aspek hidraulika. Analisis hidrologi mencakup evaluasi data hujan, penentuan distribusi probabilitas, hujan rencana, intensitas hujan, waktu konsentrasi, dan debit banjir rencana.

Uji Konsistensi Data

Uji konsistensi data hujan dilakukan untuk memastikan keandalan data yang digunakan. Pada penelitian ini digunakan metode RAPS (Rescaled Adjusted Partial Sums). Metode ini digunakan untuk menilai apakah data hujan yang dianalisis menunjukkan konsistensi statistik sepanjang periode pengamatan. Penggunaan pengujian konsistensi tetap penting karena kualitas data curah hujan sangat memengaruhi hasil analisis hidrologi dan ketelitian debit rencana. Studi terapan terbaru di

Indonesia juga masih menggunakan RAPS untuk evaluasi konsistensi data hujan pada analisis hidrologi. Metode ini menghitung:

$$Q = |Sk^{**}|$$

atau

$$R = Sk_{max} - Sk_{min}$$

Kemudian dibandingkan dengan nilai kritis:

$$\frac{Q}{\sqrt{n}} < \frac{Q_{tabel}}{\sqrt{n}} \text{ atau } \frac{R}{\sqrt{n}} < \frac{R_{tabel}}{\sqrt{n}}$$

Data dinyatakan konsisten apabila memenuhi salah satu persamaan di atas.

Parameter Statistik

Setelah melakukan uji konsistensi data curah hujan, tahap yang dilakukan selanjutnya yaitu melakukan analisa secara statistik. Uji parameter statistik ini dilakukan untuk mendapatkan nilai standar deviasi (S), koefisien variasi (Cv), koefisien kurtosis (Ck), dan koefisien skewness (Cs) sebagai penentuan jenis awal sebaran [8]. Evaluasi parameter statistik tetap menjadi tahapan penting untuk memastikan pemilihan model frekuensi hujan yang sesuai, terutama pada penyusunan kurva IDF dan perhitungan hujan rencana.

Analisis Curah Hujan Rencana

Curah hujan rencana digunakan untuk menentukan besarnya hujan pada periode ulang tertentu. Analisis ini dilakukan melalui analisis frekuensi berdasarkan data hujan maksimum tahunan dan pemilihan distribusi yang paling sesuai. Penelitian terbaru terkait pengembangan kurva IDF menunjukkan bahwa kualitas analisis curah hujan rencana sangat menentukan keandalan desain sistem drainase dan bangunan air, terutama di kawasan perkotaan yang sensitif terhadap peningkatan limpasan

Rumus yang Anda gunakan tetap dapat ditulis:

$$RT = R^- + KT \cdot SR$$

dengan:

R^- = rata-rata curah hujan [mm]

KT = faktor frekuensi Gumbel

SR = standar deviasi

Uji Kesesuaian Sebaran

Diperlukan pengujian parameter guna menguji kecocokan sebaran peluang pengamatan atau pengukuran dengan sebaran peluang teoriti serta akan digunakan pengujian parameter Uji Chi – Kuadrat dan Uji Smirnov – Kolmogorov [8]. Pemilihan sebaran yang tepat menjadi faktor penting dalam menghindari *overdesign* maupun *underdesign* infrastruktur drainase.

Intensitas Hujan

Intensitas hujan (I) didefinisikan sebagai ketinggian curah hujan (R_{24}) yang terjadi pada suatu DAS dalam periode waktu tertentu dimana air telah terkonsentrasi [8]. Pengembangan model IDF terbaru menegaskan bahwa parameter ini tetap menjadi komponen inti dalam desain sistem hidrologi dan hidraulika dengan menggunakan Persamaan 2 berikut.

$$I = \frac{R_{24}}{24} + \left(\frac{24}{tc} \right)$$

Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang dibutuhkan air hujan dari titik terjauh menuju outlet:

$t_c = t_i + t_d$. Parameter ini memengaruhi penentuan intensitas hujan rencana dan secara langsung berpengaruh pada nilai debit puncak. Dalam literatur hidrologi terbaru, waktu konsentrasi tetap menjadi parameter fundamental dalam pemodelan limpasan perkotaan dan desain drainase.

Waktu inlet:

$$t_i = \frac{1,8 (1,1 - C) L^{0,5}}{S^{0,33}}$$

Waktu drain:

$$td = \frac{L}{60V}$$

dengan:

C = koefisien pengaliran

L = panjang lintasan [km]

S = kemiringan

V = kecepatan aliran [m/detik]

Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana dihitung untuk memperkirakan besarnya aliran puncak yang harus ditampung atau dialirkan oleh sistem drainase. Pada kawasan perkotaan, peningkatan luas permukaan kedap air dapat memperbesar debit puncak dan mempercepat waktu respon limpasan. Oleh sebab itu, pengendalian debit banjir rencana menjadi tujuan utama penerapan teknologi drainase berkelanjutan dan *nature-based solutions*. Debit banjir rencana dihitung menggunakan metode rasional modifikasi:

$$Q = \frac{1}{360} \sum (C8 \cdot Ci \cdot I \cdot Ai)$$

dengan koefisien reduksi:

$$C8 = \frac{2tc}{2tc + td}$$

Keterangan:

Cs = koefisien reduksi

Ci = koefisien limpasan sub daerah ke-i

Ai = luas sub daerah ke-i

I = intensitas hujan

Analisis Hidraulika

Analisis hidraulika dilakukan untuk menentukan dimensi dan kapasitas bangunan drainase agar mampu menampung, menahan, atau meresapkan limpasan yang terjadi [7]. Analisis hidraulika tidak hanya berfokus pada kapasitas saluran, tetapi juga mempertimbangkan integrasi sarana pengendali limpasan seperti kolam retensi, bioretensi, dan saluran resapan sebagai bagian dari sistem yang lebih adaptif dan berkelanjutan.

Dimensi Saluran

Pada penelitian ini digunakan saluran dengan penampang persegi panjang berbahan beton precast tipe U-ditch yang tersedia di pasaran.

Kolam Retensi

Kolam retensi merupakan bangunan yang berfungsi menampung air hujan sementara untuk mengurangi debit puncak banjir. Literatur dan panduan teknis terkini menjelaskan bahwa kolam retensi atau *wet ponds* dapat digunakan untuk menahan limpasan, memperlambat aliran, dan mendukung pengendalian banjir pascapembangunan, khususnya bila ruang tersedia cukup memadai [9]. Perencanaan kolam retensi diawali dengan pembuatan hidrograf banjir untuk menentukan volume kumulatif air yang masuk, kemudian dihitung kapasitas tampungan kolam dalam periode waktu tertentu [9].

Bioretensi

Bioretensi merupakan teknologi ekodrainase berupa area vegetatif dangkal yang berfungsi menerima, menahan, menyimpan, dan meresapkan air hujan. Tinjauan pustaka terbaru menunjukkan bahwa bioretensi termasuk praktik yang paling luas digunakan dalam manajemen limpasan perkotaan karena mampu menurunkan volume limpasan, menekan debit puncak, menunda waktu keluaran, dan memperbaiki kualitas air [10].

Kedalaman Maksimum Air yang Diresapkan

$$dmaks = t \cdot f \geq \frac{d}{12}$$

f = laju infiltrasi desain [m/jam]

t = waktu genangan maksimum

Debit Resapan

Qrsp=As·k, dengan:

Qrsp = debit resapan [m³/detik]

As = luas area resapan [m²]

k = kecepatan infiltrasi [m/detik]

Volume Air yang Diresapkan

Vrsp=Qrsp·tc ; dengan:

Vrsp = volume air yang meresap [m³]

tc = waktu konsentrasi

Kapasitas Total Bioretensi

Vtotal=Vrsp+Vbr ; dengan:

Vbr = volume tampungan bioretensi [m³]

Debit Bioretensi

$$Qbr = \frac{Vtotal}{tc}$$

Saluran Resapan

Saluran atau parit resapan digunakan apabila muka air tanah relatif dangkal (kurang dari 2 meter).

Panjang saluran resapan dihitung dengan:

$$B = \frac{Q^2}{\beta \cdot b \cdot H^2 \cdot K^2}$$

dengan:

B = panjang saluran resapan [m]

Q = debit air [m³/detik]

H = kedalaman parit [m]

b = lebar parit [m]

K = koefisien permeabilitas tanah [m/jam]

β = konstanta:

16 untuk parit berdinding kedap atau tanpa dinding dengan batu isi

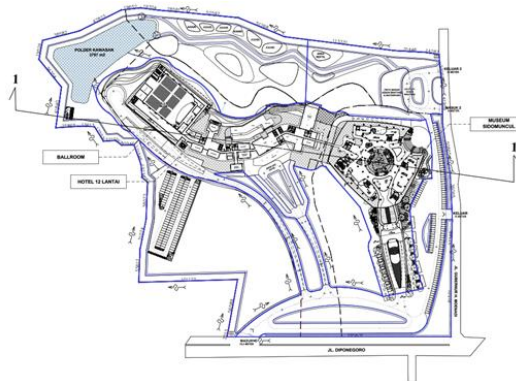
40 untuk parit berdinding porus

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode studi kasus, yaitu pendekatan yang berfokus pada analisis mendalam terhadap suatu lokasi tertentu, yakni Kawasan Hotel Candi Sidomuncul Park dengan luas ±10,146 Ha. Kawasan ini dibagi menjadi delapan cluster, yaitu Cluster Museum, Cluster Hotel, Cluster TPA Kawasan, Cluster Taman Gedung, Cluster Lapangan Rumput, Cluster Parkir Outdoor, Cluster Jalan Kawasan, serta Cluster Kolam dan Polder, guna mempermudah analisis karakteristik wilayah dan perencanaan sistem drainase. Kondisi eksisting lokasi penelitian telah mengalami pengurugan sehingga elevasi lahan relatif merata, dengan jenis tanah berupa lanau dan kedalaman muka air tanah yang tergolong dangkal, yaitu sekitar 2–3 meter di bawah permukaan tanah.

Tahapan penelitian diawali dengan studi literatur dan pengumpulan data, khususnya data curah hujan dari tiga stasiun pengamatan terdekat yang kemudian dibandingkan untuk memperoleh data yang representatif. Selanjutnya dilakukan analisis curah hujan yang

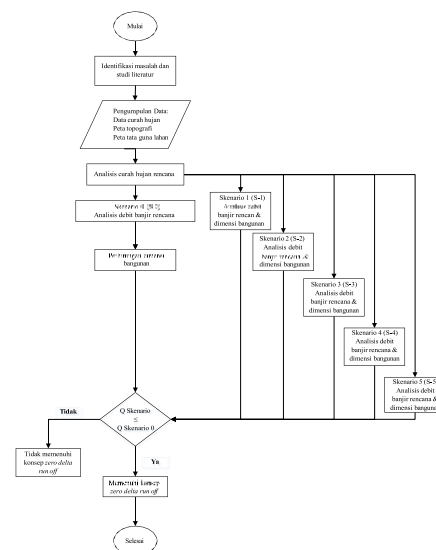
digunakan sebagai dasar dalam perhitungan debit banjir serta perencanaan dimensi bangunan drainase dengan lima skenario perencanaan yang diuji. Analisis data hujan ini menjadi tahapan penting dalam menentukan curah hujan rencana yang akan digunakan dalam seluruh proses perhitungan hidrologi pada kawasan penelitian..



Gambar 1. Perumahan Tataca Kawasan Hotel Candi Sidomuncul Park

Dalam perencanaannya, pada lokasi penelitian dilakukan pengurugan sehingga elevasi pada daerah tersebut menjadi rata satu sama lain dengan keadaan tanah berupa tanah lanau dan kedalaman muka air tanah yang cukup dangkal yaitu antara 2 – 3 meter di bawah permukaan tanah. Tahapan dalam penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir (**Gambar 2**) pada mulanya dilakukan studi literatur serta pengumpulan data. Untuk pengumpulan data curah hujan dilakukan dengan membandingkan 3 stasiun pengamatan hujan terdekat dari lokasi kemudian dilakukan analisis curah hujan yang hasilnya digunakan dalam perhitungan debit banjir dan dimensi bangunan untuk 5 skenario yang dicobakan.

Proses diawali dengan tahap input data atau informasi awal, yang kemudian dilanjutkan ke proses analisis atau pengolahan data. Setelah itu terdapat tahap pengambilan keputusan yang ditunjukkan dengan simbol belah ketupat (decision). Pada tahap ini dilakukan evaluasi terhadap suatu kondisi atau kriteria tertentu. Jika kondisi tidak memenuhi (False), maka alur akan kembali ke tahap sebelumnya untuk dilakukan perbaikan atau pengolahan ulang. Sebaliknya, jika kondisi memenuhi (Yes/True), maka proses dilanjutkan ke tahap berikutnya. Tahap akhir dari diagram menunjukkan bahwa setelah kondisi terpenuhi, proses akan menghasilkan output atau hasil akhir dari analisis yang dilakukan.



Gambar 1. Diagram alir

Berdasarkan gambar diagram alir yang ditampilkan, alur penelitian menggambarkan tahapan analisis yang bersifat sistematis dalam pengolahan data, khususnya terkait evaluasi atau pengambilan keputusan berdasarkan suatu kondisi tertentu. diagram alir ini

menunjukkan adanya proses iteratif (berulang) sampai diperoleh hasil yang sesuai dengan kriteria yang ditetapkan. Secara keseluruhan, diagram ini menggambarkan alur kerja penelitian yang logis, terstruktur, dan memastikan bahwa hasil yang diperoleh telah melalui proses validasi sebelum dinyatakan sebagai output akhir.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Digunakan data curah hujan harian maksimum dari Stasiun Sumur Jurang yang diambil dari Pusat Database-BMKG dengan panjang pengamatan adalah 22 tahun, dimulai dari tahun 2001 sampai dengan tahun 2022 [7]. Pada dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Data Curah Hujan

NoTahun	Tanggal Kejadian	R_{max} [mm]
1 2001	02-Nov	108
2 2002	23-Apr	185
3 2003	16-Dec	154
4 2004	05-May	103
5 2005	01-Dec	70
6 2006	15-Feb	140
7 2007	01-Feb	75
8 2008	01-Feb	165
9 2009	02-Jun	35
10 2010	27-Jul	121
11 2011	01-Jun	90
12 2012	03-Apr	55
13 2013	11-Jul	124
14 2014	22-Feb	72
15 2015	17-Nov	79
16 2016	10-Nov	82
17 2017	27-Sep	68
18 2018	04-Mar	73
19 2019	17-May	50
20 2020	25-Feb	122
21 2021	02-Feb	106
22 2022	22-Feb	98

Tabel 1 menyajikan data curah hujan maksimum harian (R_{max}) selama periode tahun 2001 hingga 2022, yang mencakup 22 tahun pengamatan. Data ini menunjukkan variasi curah hujan maksimum yang terjadi setiap tahun pada tanggal kejadian tertentu. Nilai curah hujan maksimum tertinggi tercatat pada tahun 2002 sebesar 185 mm, diikuti oleh tahun 2008 sebesar 165 mm dan tahun 2003 sebesar 154 mm. Sementara itu, curah hujan terendah terjadi pada tahun 2009 dengan nilai hanya 35 mm.

Uji Konsistensi Data

Pada penelitian ini digunakan uji konsistensi data dengan metode RAPS (Rescaled Adjusted Partial Sums) dikarenakan hanya menggunakan data curah hujan dari satu stasiun pengamatan hujan. Dari hasil uji data curah hujan harian maksimum STA Sumur Jurang selama 22 tahun dinyatakan data konsisten, karena $Q_{hitung} (2,74) < Q_{tabel} (5,46)$; $R_{hitung} (3,82) < R_{tabel} (6,40)$.

Analisis Curah Hujan Rencana

Hasil uji kecocokan Chi – Kuadrat dan uji Smirnov – Kolmogorov didapatkan kesimpulan bahwa distribusi log normal sesuai dengan distribusi data curah hujan yang ada (**Tabel 2**). Besaran curah hujan rencana periode ulang 5 tahun kawasan sebesar 121,74 mm.

(Muhammad Taufik, Abdul Khamid, Ikwanudin)

Penerapan Konsep Zero Delta Run-Off pada Rencana Gedung Hotel Candi, Kabupaten Semarang

Tabel 2. Rekapitulasi Uji Chi - Kuadrat dan Uji Smirnov – Kolmogorov

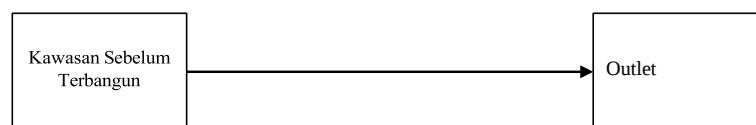
Curah Hujan (mm)	m	m/(N+1)	1. Normal		2. Log Normal		3. Gumbel		4. Log Pearson III	
			P(x>=X)	Delta P	P(x>=X)	Delta P	P(x>=X)	Delta P	P(x>=X)	Delta P
185.000	1	0.043	0.013	0.031	0.043	0.001	0.031	0.012	0.030	0.014
165.000	2	0.087	0.043	0.044	0.075	0.012	0.060	0.027	0.063	0.024
154.000	3	0.130	0.076	0.054	0.102	0.028	0.086	0.045	0.093	0.038
140.000	4	0.174	0.143	0.031	0.150	0.024	0.133	0.041	0.147	0.027
124.000	5	0.217	0.257	0.040	0.230	0.012	0.216	0.001	0.237	0.020
122.000	6	0.261	0.274	0.013	0.242	0.019	0.229	0.032	0.251	0.010
121.000	7	0.304	0.283	0.021	0.248	0.056	0.236	0.069	0.258	0.046
108.000	8	0.348	0.406	0.059	0.344	0.004	0.339	0.009	0.363	0.015
106.000	9	0.391	0.427	0.035	0.361	0.030	0.358	0.034	0.381	0.010
103.000	10	0.435	0.457	0.023	0.387	0.047	0.387	0.048	0.409	0.025
98.000	11	0.478	0.509	0.031	0.435	0.043	0.439	0.039	0.459	0.020
90.000	12	0.522	0.591	0.069	0.518	0.004	0.530	0.008	0.542	0.020
82.000	13	0.565	0.669	0.104	0.607	0.042	0.626	0.061	0.629	0.064
79.000	14	0.609	0.697	0.088	0.642	0.033	0.663	0.054	0.662	0.053
75.000	15	0.652	0.732	0.080	0.688	0.036	0.711	0.059	0.705	0.053
73.000	16	0.696	0.749	0.053	0.711	0.015	0.735	0.039	0.726	0.030
72.000	17	0.739	0.757	0.018	0.723	0.017	0.746	0.007	0.736	0.003
70.000	18	0.783	0.773	0.010	0.745	0.037	0.769	0.013	0.757	0.026
68.000	19	0.826	0.788	0.038	0.767	0.059	0.791	0.035	0.777	0.049
55.000	20	0.870	0.872	0.003	0.894	0.025	0.911	0.041	0.890	0.020
50.000	21	0.913	0.897	0.016	0.931	0.018	0.942	0.029	0.923	0.010
35.000	22	0.957	0.951	0.005	0.991	0.034	0.991	0.034	0.984	0.027
Hitungan kelayakan			Delta Max =	0.104	Delta Max =	0.059	Delta Max =	0.069	Delta Max =	0.064
Delta Kritis =			0.282	diterima		diterima		diterima		diterima

Kesimpulan:

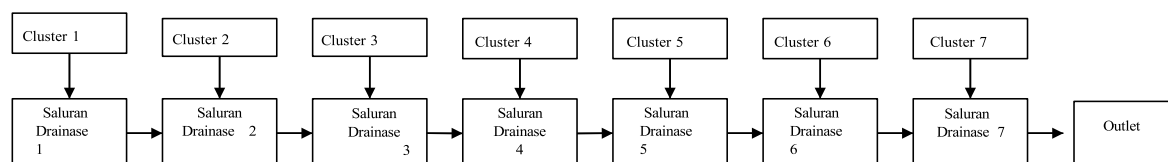
1. Menurut uji Smirnov-Kolmogorov, distribusi LOG NORMAL adalah yang terbaik
2. Nilai delta maksimumnya adalah 00,000

Skema Drainase

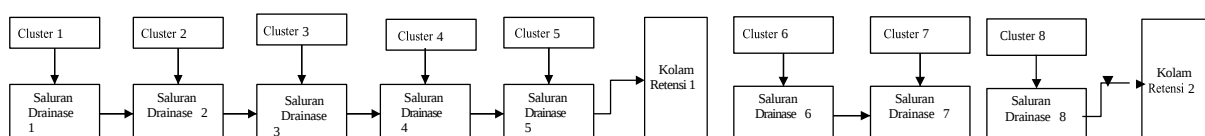
Pada penelitian ini direncanakan konsep zero delta run off dengan teknologi ekodrainase berupa bioretensi, kolam retensi, dan saluran resapan dengan dicobakan 5 skenario sistem drainase. Debit banjir di outlet pada lima skenario tersebut mengacu pada besarnya debit banjir skenario 0. Pada skenario 0 dilakukan perhitungan debit banjir 5 tahun pada kondisi kawasan sebelum terbangun (**Gambar 3**). Skenario 1 penerapan saluran drainase konvensional (**Gambar 4**). Skenario 2 penerapan saluran drainase dengan kolam retensi dapat dilihat pada (**Gambar 5**) skenario 3 penerapan saluran drainase dengan bioretensi (**Gambar 6**), skenario 4 penerapan saluran resapan (**Gambar 7**) serta skenario 5 kombinasi bioretensi dan kolam retensi (**Gambar 8**).



Gambar 2. Skema Drainase Skenario 0



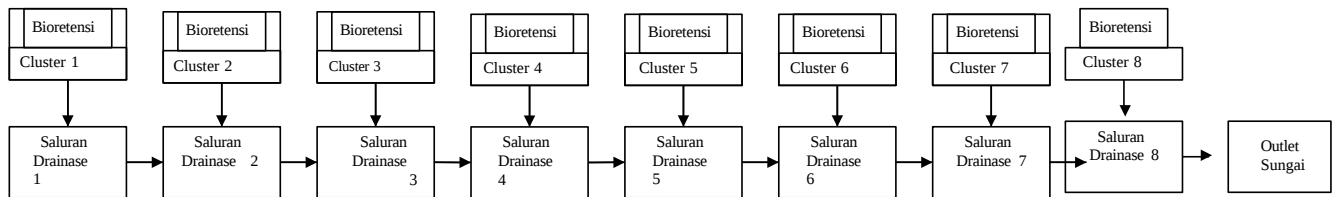
Gambar 3. Skema Drainase Skenario 1



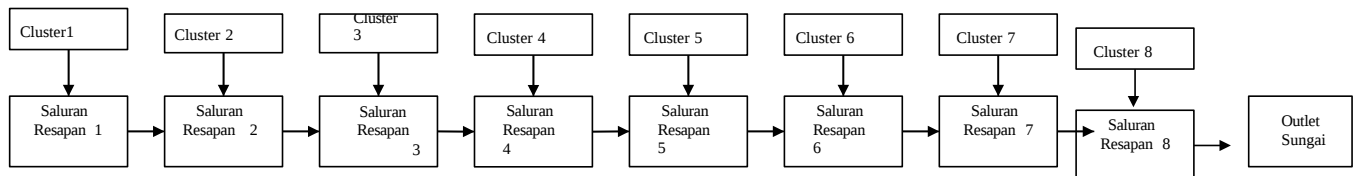
(Muhammad Taufik, Abdul Khamid, Ikwanudin)

Penerapan Konsep Zero Delta Run-Off pada Rencana Gedung Hotel Candi, Kabupaten Semarang

Gambar 4. Skema Drainase Skenario 2



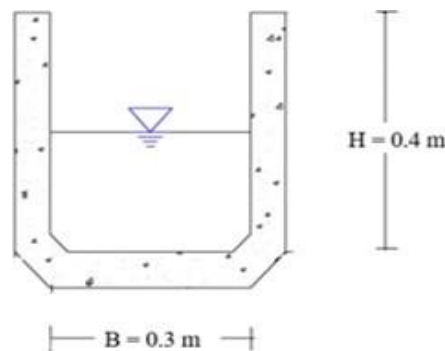
Gambar 5. Skema Drainase Skenario 3



Gambar 6. Skema Drainase Skenario 4

Debit Banjir Rencana & Dimensi Bangunan Skenario 1

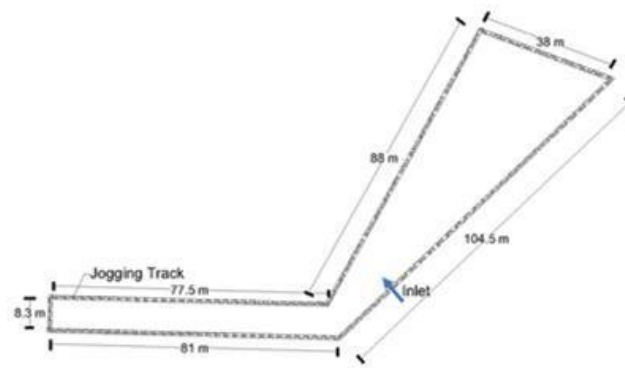
Pada skenario 1 tidak digunakan teknologi ekodrainase sehingga ketika hujan turun, butir – butir hujan akan di tampung di dalam saluran drainase dan dialirkan ke hilir menuju outlet dengan debit banjir rencana sebesar 1,998 m³/detik. Pada skenario 1 digunakan saluran drainase persegi panjang dengan bahan pasangan beton berukuran 0,3 m x 0,4 m sampai dengan 1,0 m x 1,2 m. Contoh saluran drainase (**Gambar 9**).



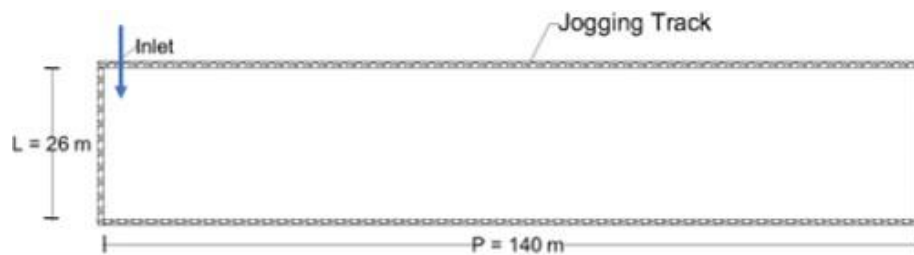
Gambar 9. Potongan Melintang Saluran Drainase

Skenario 2

Pada skenario 2 digunakan teknologi ekodrainase berupa kolam retensi. Dimana ketika hujan turun, limpasan air hujan akan di tampung di dalam saluran drainsae kemudian dialirkan dan ditampung ke dalam kolam retensi. Pada skenario 2 digunakan saluran drainase persegi panjang dengan bahan pasangan beton berukuran 0,3 m x 0,4 m s.d. 1,0 m x 1,2 m. Digunakan kolam retensi sebanyak 2 buah seluas 10.945,3 m² dan 3.640 m² dengan kedalaman 2 meter (acuan kedalaman muka air tanah 2 sampai 3 meter) berikut tinggi jagaan 0,75 m. Dimana kolam retensi 1 (**Gambar 10**) akan menampung debit banjir rencana sebesar 1,509 m³/detik dan kolam retensi 2 (**Gambar 11**) akan menampung debit banjir rencana sebesar 0,679 m³/detik. Sehingga total debit banjir rencana dari Kawasan sebesar 2,188 m³/detik ditampung di kolam retensi sehingga tidak debit banjir keluar menuju outlet.



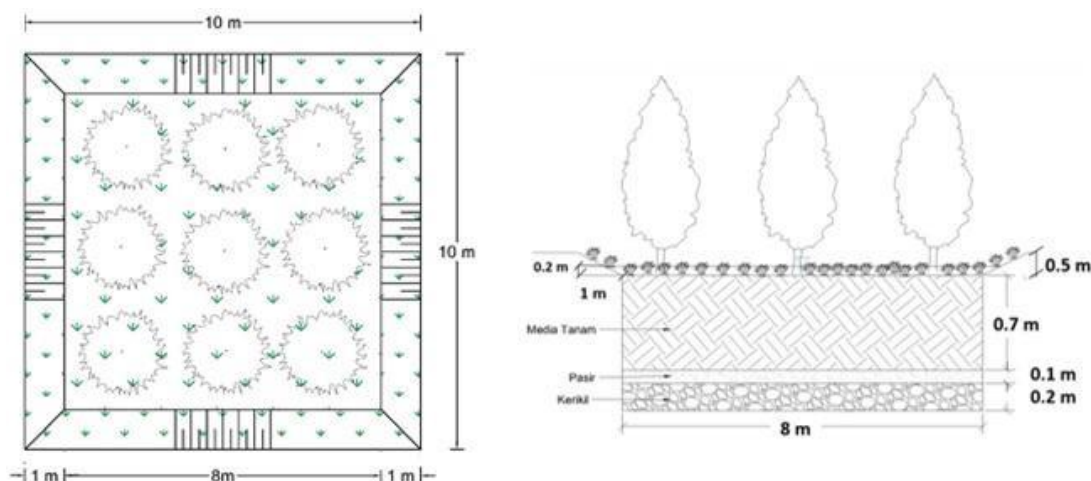
Gambar 10. Skema tampak atas kolam retensi 1 skenario 2



Gambar 11. Skema tampak atas kolam retensi 2 skenario 2

Skenario 3

Pada skenario 3 digunakan teknologi ekodrainase berupa bioretensi. Ketika hujan turun, limpasan air hujan akan ditampung di dalam saluran drainase dan bioretensi. Penggunaan bioretensi dapat meresapkan debit banjir rencana sebesar $1,129 \text{ m}^3/\text{detik}$ sehingga debit banjir rencana yang menuju outlet sebesar $0,869 \text{ m}^3/\text{detik}$. Berdasarkan lahan yang tersedia, akan dibangun 303 buah bioretensi dengan ukuran terkecil $6 \text{ m} \times 4 \text{ m}$ dan ukuran terbesar $110 \text{ m} \times 32 \text{ m}$. Sebagai contoh **gambar 12** merupakan tampak atas dan potongan melintang dari bioretensi $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$.



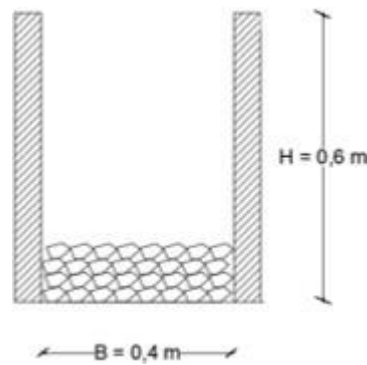
Gambar 12. Tampak atas dan potongan melintang bioretensi $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$

Skenario 4

Pada skenario 4 digunakan teknologi ekodrainase berupa parit resapan tanpa adanya saluran drainase konvensional. Ketika hujan turun, butir air hujan akan langsung ditampung dan diresapkan melalui parit resapan. Debit banjir yang dapat diresapkan hanya kecil sekali $0,001 \text{ m}^3/\text{detik}$, sehingga banjir rencana sebesar $1,997 \text{ m}^3/\text{detik}$ masih mengalir ke hilir menuju outlet. Pada skenario 4 digunakan parit resapan berupa parit kosong berdinding porus (**Gambar 13**) dengan ukuran $0,3 \text{ m} \times 0,4 \text{ m}$ sampai dengan $1,0 \text{ m} \times 1,2 \text{ m}$.

(Muhammad Taufik, Abdul Khamid, Ikwanudin)

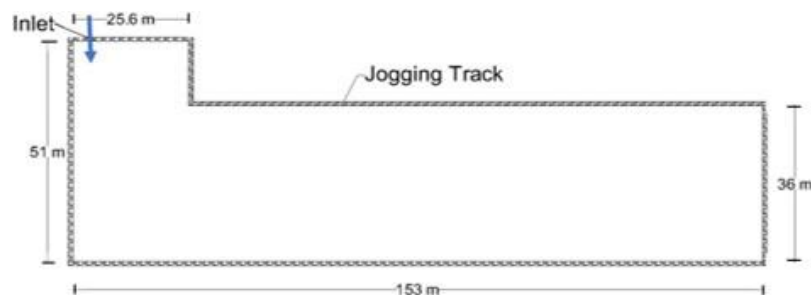
Penerapan Konsep Zero Delta Run-Off pada Rencana Gedung Hotel Candi, Kabupaten Semarang



Gambar 13. Saluran resapan 0,4 m x 0,6 m

Skenario 5

Pada skenario 5 digunakan kombinasi teknologi ekodrainase bioretensi dan kolam retensi. Ketika hujan turun, butir air hujan akan di tampung ke dalam saluran drainase kemudian diresapkan ke dalam bioretensi sehingga dapat meresapkan debit banjir rencana sebesar 0,98 m³/detik. Kemudian debit banjir rencana yang masih tersisa yaitu sebesar 1,018 m³/detik akan dialirkan dan di tampung ke dalam kolam retensi. Sehingga tidak ada debit banjir kawasan yang menuju outlet. Teknologi ekodrainase bioretensi digunakan sebanyak 300 buah dengan ukuran terkecil 6 m x 4 m dan ukuran terbesar 110 m x 32 m. Untuk kolam retensi akan digunakan 1 buah kolam retensi seluas 5.892 m² dengan kedalaman 2 meter (acuan kedalaman muka air tanah 2 sampai 3 meter) berikut tinggi jagaan 0,75 m (**Gambar 14**).



Gambar 14. Skema tampak atas kolam retensi skenario 5

Perbandingan Debit Banjir Kawasan

Pada Tabel 3 dapat dilihat hasil debit banjir rencana untuk tiap – tiap skenario. Debit banjir rencana 5 tahun di outlet sebelum kawasan terbangun diperkirakan sebesar 0,0337 m³/detik. Setelah terbangun debit banjir meningkat 6 kali nya yaitu sebesar 0.723 m³/detik akibat adanya peningkatan koefisien pengaliran. Berdasarkan konsep zero delta run off, pembangunan yang dilakukan tidak boleh menambah run off di outlet berarti debit banjir di outlet tidak boleh melebihi 0,0337 m³/detik. Dalam hal ini terdapat 2 skenario dari 5 skenario yang telah diteliti dapat memenuhi konsep zero delta run off pada Kawasan Hotel Candi Sidomuncul Park, yaitu skenario 2 dan skenario 5 dengan tidak ada debit banjir di outlet (nol).

Tabel 3. Perbandingan Debit Banjir Kawasan

Skenario	Keterangan	Q_{resap} [m ³ /detik]	Q_{outlet} [m ³ /detik]
0	Sebelum dibangun	0	0,037
1	Tanpa ekodrainase	0	0.723
2	2 kolam retensi	$(0.5+0,679) = 1.179$	0
3	Bioretensi	0.114	0,609
4	Saluran resapan	0.214	0.509
5	Bioretensi + kolam retensi	$(0,114+1,179) = 1,293$	0

(Muhammad Taufik, Abdul Khamid, Ikwanudin)

Penerapan Konsep Zero Delta Run-Off pada Rencana Gedung Hotel Candi, Kabupaten Semarang

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa debit banjir rencana kala ulang 5 tahun pada Gedung Hotel Candi Kawasan Sidomuncul Park sebelum dibangun sebesar 0,037 m³/detik yang mengalir menuju outlet menjadi acuan dapat tidaknya teknologi ekodrainase memenuhi konsep zero delta run off. Terdapat 5 skenario yang diteliti yaitu skenario 1 tanpa penggunaan teknologi ekodrainase, skenario 2 dengan penggunaan kolam retensi, skenario 3 dengan penggunaan bioretensi, skenario 4 dengan penggunaan saluran resapan, dan skenario 5 dengan penggunaan bioretensi serta kolam retensi. Dari 5 skenario yang diteliti terdapat 2 skenario yang memenuhi konsep zero delta run off, yaitu skenario 2 dan skenario 5 yang mana pada kedua skenario tersebut debit banjir pada perumahan dapat ditampung seluruhnya dengan teknologi ekodrainase sehingga tidak ada debit banjir yang menuju outlet. Pada skenario 2 direncanakan teknologi ekodrainase kolam retensi sebanyak 2 buah seluas 10.945,3 m² dan 3.640 m² dengan kedalaman 2 meter berikut tinggi jagaan 0,75 m yang dapat menampung debit banjir sebesar 1.179 m³/detik. Pada skenario 5 direncanakan teknologi ekodrainase bioretensi sebanyak 300 buah dan 1 kolam retensi seluas 5.892 m² dengan kedalaman 2 meter berikut tinggi jagaan 0,75 m yang dapat menampung debit banjir sebesar 1,293 m³/detik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Sidomuncul Park dan Konsultan Arsi atas segala bentuk bantuan dalam pengerjaan penelitian sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.

DAFTAR REFERENSI

- [1] T. D. Fletcher, W. Shuster, and W. F. Hunt, "SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution of terminology," *Urban Water J.*, vol. 18, no. 1, pp. 1–15, 2021.
- [2] UN-Habitat, "Urban drainage and flood management in developing cities," United Nations Human Settlements Programme, 2022.
- [3] L. M. Ahiablame, B. A. Engel, and I. Chaubey, "Effectiveness of low impact development practices: Literature review and suggestions for future research," *Water, Air, Soil Pollut.*, vol. 231, no. 3, pp. 1–18, 2020.
- [4] EPA, "Stormwater management and green infrastructure practices," United States Environmental Protection Agency, 2021.
- [5] X. Zhang, Q. Li, and Y. Sun, "Performance of bioretention systems in urban stormwater management," *Water Res.*, vol. 229, pp. 119–134, 2023.
- [6] Y. Liu, Y. Chen, and R. Wang, "Urban runoff control using integrated green infrastructure systems," *J. Hydrol.*, vol. 635, pp. 130–145, 2024.
- [7] A. Arrieta-Pastrana, "Nature-Based Solutions for Urban Drainage: A Systematic Review of Design, Sizing, and Real-Time Monitoring Methods," *Water*, 2025.
- [8] R. Piscopia, "Scaling models of intensity-duration-frequency (IDF) curves based on adjusted design durations," *J. Hydrol.*, 2024.
- [9] U. S. E. P. Agency, "NPDES: Stormwater Best Management Practice, Wet Ponds," U.S. Environmental Protection Agency, 2021. [Online]. Available: <https://www.epa.gov/system/files/documents/2021-11/bmp-wet-ponds.pdf>
- [10] D. Joksimovic, "Hydrological performance of bioretention in field experiments and modelling studies: A systematic review," *Sci. Total Environ.*, 2025.