

# **DESAIN DAN KINERJA BANGUNAN RESAPAN DALAM PENERAPAN SISTEM *ZERO RUN-OFF* DI KOMPLEKS DRAMAGA CANTIK**

**NAPITUPULU YOSEFINO RIVALDO**



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University  
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

## PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Desain dan Kinerja Bangunan Resapan dalam Penerapan Sistem *Zero Run-off* di Kompleks Dramaga Cantik” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Napitupulu Yosefino Rivaldo  
F0507251016

## RINGKASAN

NAPITUPULU YOSEFINO RIVALDO. Desain dan Kinerja Bangunan Resapan Dalam Penerapan Sistem *Zero Run-off* di Kompleks Dramaga Cantik. Dibimbing oleh BUDI INDRA SETIAWAN dan SATYANTO KRIDO SAPTOMO.

Peningkatan luas permukaan kedap air akibat perkembangan kawasan permukiman menyebabkan berkurangnya kemampuan infiltrasi tanah sehingga meningkatkan limpasan permukaan dan potensi genangan. Kondisi tersebut terjadi di Kompleks Dramaga Cantik, Kabupaten Bogor, sehingga diperlukan upaya pengelolaan limpasan yang tidak hanya mengandalkan sistem drainase konvensional, tetapi juga menerapkan konsep konservasi air melalui sistem *Zero Run-off* (ZROS). Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kondisi drainase eksisting, mengidentifikasi lokasi dan besarnya genangan, merancang bangunan resapan dalam penerapan ZROS, serta mengevaluasi efektivitas sistem tersebut dalam mengurangi limpasan permukaan. Penelitian dilakukan menggunakan analisis hidrologi, pengujian infiltrasi lapangan, pemodelan hidraulik dengan PCSWMM, serta analisis neraca air (water balance).

Hasil analisis hidrologi menunjukkan bahwa distribusi Log-Pearson Tipe III merupakan distribusi yang paling sesuai untuk analisis curah hujan rencana. Simulasi PCSWMM menggunakan curah hujan rencana sebesar 129 mm mengidentifikasi empat titik genangan, yaitu pada junction TB1, TB2, TB4, dan TB5, dengan volume genangan masing-masing sebesar 7 m<sup>3</sup>, 12 m<sup>3</sup>, 25 m<sup>3</sup>, dan 41 m<sup>3</sup>. Berdasarkan hasil evaluasi tersebut dirancang sistem ZROS berupa kombinasi sumur resapan berdiameter 0,8 m dan kedalaman 1,5 m yang dipadukan dengan tangki Rainwater Harvesting (RWH) berkapasitas 1 m<sup>3</sup>. Penerapan sistem pada kawasan penelitian diperkirakan memerlukan 187 unit ZROS dengan estimasi biaya konstruksi sekitar Rp7.000.000,00 untuk setiap unit sistem.

Evaluasi kinerja menunjukkan bahwa kombinasi sumur resapan dan tangki RWH mampu mengelola limpasan air hujan secara efektif. Pada kejadian hujan dengan curah hujan 18,8 mm, sistem berhasil mencapai kondisi *zero run-off* dengan efektivitas 100%, sedangkan pada curah hujan sedang, lebat, dan ekstrem, sistem masih mampu mereduksi limpasan dengan efektivitas 29% -80%. Volume air yang dapat ditampung dan diinfiltrasikan oleh sistem *zero run-off* mencapai 2,689 m<sup>3</sup> pada setiap kejadian hujan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan sistem ZROS efektif menampung dan meresapkan sekitar 25-100% limpasan air hujan dari atap rumah, sehingga mampu mengurangi beban sistem drainase, menekan potensi genangan, serta mendukung konservasi sumber daya air melalui peningkatan imbuhan air tanah.

Kata Kunci: infiltrasi, limpasan permukaan, PCSWMM, sistem drainase, sistem *zero run-off*

## SUMMARY

NAPITUPULU YOSEFINO RIVALDO. Design and Performance of Infiltration Structures in the Implementation of Zero Runoff System in Dramaga Cantik Residence. Supervised by BUDI INDRA SETIAWAN dan SATYANTO KRIDO SAPTOMO.

The expansion of impervious surfaces due to residential development has reduced soil infiltration capacity, resulting in increased surface runoff and a higher risk of urban flooding. This condition has occurred in Dramaga Cantik Residence, Bogor Regency, highlighting the need for stormwater management strategies that integrate conventional drainage systems with water conservation practices through the implementation of a Zero Run-off System (ZROS). This study aimed to evaluate the existing drainage system, identify the location and magnitude of inundation, design infiltration structures for ZROS implementation, and assess the effectiveness of the proposed system in reducing surface runoff. The research integrated hydrological analysis, field infiltration testing, hydraulic modeling using PCSWMM, and water balance analysis.

The hydrological analysis indicated that the Log-Pearson Type III distribution was the most appropriate method for estimating design rainfall. PCSWMM simulation using a 129 mm design rainfall identified four inundation points at junctions TB1, TB2, TB4, and TB5, with flood volumes of 7 m<sup>3</sup>, 12 m<sup>3</sup>, 25 m<sup>3</sup>, and 41 m<sup>3</sup>, respectively. Based on these findings, a Zero Run-off System consisting of an infiltration well with a diameter of 0.8 m and a depth of 1.5 m, combined with a 1 m<sup>3</sup> Rainwater Harvesting (RWH) tank, was designed. The proposed implementation requires 187 ZROS units, with an estimated construction cost of approximately IDR 7,000,000 for each system.

The performance evaluation demonstrated that the combined infiltration well and RWH tank effectively controlled stormwater runoff. Under rainfall depths of 18.8 mm, the system successfully achieved 100% zero runoff, while under a moderate, heavy, and extreme rainfall event, it still reduced runoff with an effectiveness of 29-80%. The zero run-off system was capable of storing and infiltrating up to 2.689 m<sup>3</sup> of stormwater during each rainfall event. Overall, the proposed Zero Run-off System effectively retained and infiltrated approximately 25–100% of rooftop runoff, thereby reducing the hydraulic load on the drainage network, minimizing flood potential, and supporting groundwater recharge as part of sustainable urban stormwater management.

Keywords: drainage system, infiltration, PCSWMM, surface run-off, zero run-off system



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026<sup>1</sup>  
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

*Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.*

*Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.*

# **DESAIN DAN KINERJA BANGUNAN RESAPAN DALAM PENERAPAN SISTEM *ZERO RUN-OFF* DI KOMPLEKS DRAMAGA CANTIK**

**NAPITUPULU YOSEFINO RIVALDO**

Tesis  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Magister pada  
Program Studi Magister Teknik Sipil dan Lingkungan

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2026**



## Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:  
Dr. Liyantono, S. T. P., M. Agr.



Judul Tesis : Desain dan Kinerja Bangunan Resapan dalam Penerapan Sistem  
Zero Run-off di Kompleks Dramaga Cantik  
Nama : Napitupulu Yosefino Rivaldo  
NIM : F0507251016

Disetujui oleh

Ketua Komisi Pembimbing:  
Prof. Dr. Ir. Budi Indra Setiawan, M.Agr.  
NIP. 19600628 198503 1 002

Anggota Komisi Pembimbing:  
Prof. Dr. Satyanto K. Saptomo, S. T. P., M. Si.  
NIP. 19730411 200501 1 002

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:  
Prof. Dr. Satyanto K. Saptomo, S. T. P., M. Si.  
NIP. 19730411 200501 1 002

Dekan Fakultas Teknik dan Teknologi:  
Prof. Dr. Ir. Slamet Budijanto, M.Agr.  
NIP. 19610502 198603 1 002



Tanggal Ujian: 3 Agustus 2026

Tanggal Lulus:

12 AUG 2026



## PRAKATA

Puji syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas karunia dan Rahmat-Nya tesis dengan judul “Desain dan Kinerja Bangunan Resapan dalam Penerapan Sistem *Zero Run-off* di Kompleks Dramaga Cantik” dapat diselesaikan. Tesis ini digunakan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik di Program Studi Magister Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik dan Teknologi, Institut Pertanian Bogor.

Terima kasih penulis ucapkan kepada pihak-pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan tesis ini, khususnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Budi Indra Setiawan, M. Agr. dan Prof. Dr. Satyanto Krido Saptomo, S. T. P., M. Si. selaku komisi pembimbing tugas akhir yang selalu memberikan arahan dan masukan serta saran dalam penyelesaian tesis ini
2. Seluruh staff dosen serta tenaga pendidik Program Studi Magister Teknik Sipil dan Lingkungan yang telah memberikan ilmu serta bantuan selama perkuliahan
3. Dr. Liyantono, S. T. P., M. Agr. selaku penguji luar komisi dan Dr. Yudi Chadirin, S. T. P., M. Agr. selaku pimpinan sidang atas masukan dan saran terhadap tugas akhir tesis ini
4. Kedua orangtua yakni Bapak Tua Mardongan Napitupulu, S. H. dan Ibu Juni Sihombing S. Teks. yang selalu memberikan masukan dan dukungan moril dan materiil. Penulis juga mengenang almarhum Ibu Dormawati Sihotang dengan penuh hormat dan kasih
5. Kedua kakak yakni Yoshua Ferdinan Napitupulu, S. H. dan Yoel Valentino Napitupulu, S. H. atas dukungan moril dan materiil
6. Teman satu bimbingan yakni Kartika Maylani, S. T. serta seluruh rekan Wageningen atas masukan dan saran kepada penulis selama masa perkuliahan dan penelitian
7. Teman-teman M21M21M21, Find Your Inner Peace, Jalan-jalan Jonggol, Main, Gas?, Bradernes, dan Kordinasi atas masukan dan dukungan kepada penulis
8. Partner penulis yaitu Niho Vegaliany Agnesia Panjaitan, S. T. atas kasih dan dukungan kepada penulis
9. Teman-teman seperjuangan mahasiswa Sinergi Magister Teknik Sipil dan Lingkungan Angkatan 58 (SILnergi 58) atas pengalaman serta kebersamaan yang telah diberikan selama masa perkuliahan

Penulis menyadari bahwa dalam tulisan ini masih memiliki banyak kekurangan, sehingga kritik dan saran membangun sangat dibutuhkan dalam memperbaiki tulisan ini. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026  
Napitupulu Yosefino Rivaldo

## DAFTAR ISI

|                                                      |      |
|------------------------------------------------------|------|
| DAFTAR ISI                                           | XI   |
| DAFTAR GAMBAR                                        | XII  |
| DAFTAR TABEL                                         | XII  |
| DAFTAR LAMPIRAN                                      | XIII |
| I PENDAHULUAN                                        | 1    |
| 1.1 Latar Belakang                                   | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah                                  | 2    |
| 1.3 Tujuan                                           | 2    |
| 1.4 Manfaat                                          | 3    |
| 1.5 Ruang Lingkup                                    | 3    |
| II TINJAUAN PUSTAKA                                  | 4    |
| 2.1 <i>Zero Run-off</i>                              | 4    |
| 2.2 <i>Sustainable Urban Drainage System (SUDS)</i>  | 4    |
| 2.3 Infiltrasi dan Permeabilitas Tanah               | 6    |
| 2.4 <i>Water Balance</i>                             | 6    |
| 2.5 Sistem Peresapan dan Penampungan Air Hujan       | 8    |
| III METODE                                           | 10   |
| 3.1 Waktu dan Tempat                                 | 10   |
| 3.2 Alat dan Bahan                                   | 10   |
| 3.3 Prosedur Penelitian                              | 11   |
| IV HASIL DAN PEMBAHASAN                              | 17   |
| 4.1 Lokasi dan Tutupan Lahan                         | 17   |
| 4.2 Curah Hujan dan Volume Limpasan                  | 18   |
| 4.3 Infiltrasi dan Permeabilitas Tanah               | 21   |
| 4.4 Evaluasi Sistem Drainase                         | 23   |
| 4.5 Desain Tampungan dan Resapan Hujan               | 27   |
| 4.6 Pengujian ZROS dan Analisis <i>Water Balance</i> | 29   |
| 4.7 Distribusi dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) ZROS | 32   |
| V SIMPULAN DAN SARAN                                 | 36   |
| 5.1 Simpulan                                         | 36   |
| 5.2 Saran                                            | 36   |
| DAFTAR PUSTAKA                                       | 37   |
| LAMPIRAN                                             | 40   |
| RIWAYAT HIDUP                                        | 66   |

## DAFTAR GAMBAR

|    |                                                           |    |
|----|-----------------------------------------------------------|----|
| 1  | Ilustrasi konsep <i>Sustainable Urban Drainage System</i> | 5  |
| 2  | Lokasi Penelitian                                         | 10 |
| 3  | Prosedur pelaksanaan penelitian                           | 16 |
| 4  | Peta kontur lokasi penelitian                             | 17 |
| 5  | Grafik laju infiltrasi Dramaga Cantik Blok N-61           | 21 |
| 6  | Grafik laju infiltrasi Dramaga Cantik Blok U-1            | 22 |
| 7  | Grafik laju infiltrasi taman Dramaga Cantik Blok O        | 22 |
| 8  | Lokasi area genangan di TB1 dan TB2                       | 27 |
| 9  | Lokasi area genangan di TB4 dan TB5                       | 27 |
| 10 | Dokumentasi penerapan sumur resapan di Blok U-1           | 28 |
| 11 | Neraca air ZROS (R = 18,8 mm) data AWS                    | 29 |
| 12 | Neraca air ZROS (R = 46,4 mm) data AWS                    | 30 |
| 13 | Neraca air ZROS (R = 77,6 mm) data AWS                    | 30 |
| 14 | Neraca air ZROS (R = 130,4 mm) data BMKG                  | 30 |
| 15 | <i>Node flooding summary</i> setelah penambahan LID       | 33 |

## DAFTAR TABEL

|    |                                                                    |    |
|----|--------------------------------------------------------------------|----|
| 1  | Klasifikasi kemampuan permeabilitas tanah                          | 6  |
| 2  | Tutupan lahan dan koefisien limpasan Dramaga Cantik Residence      | 18 |
| 3  | Data curah hujan harian maksimum selama 20 tahun                   | 18 |
| 4  | Analisis model distribusi frekuensi curah hujan rencana            | 19 |
| 5  | Perbandingan nilai Cs dan Ck tiap metode distribusi                | 19 |
| 6  | Hasil uji parameter chi-square untuk metode Log-Pearson III        | 20 |
| 7  | Hasil pada uji Smirnov-Kolmogorov                                  | 20 |
| 8  | Volume andil banjir Dramaga Cantik Residence                       | 21 |
| 9  | Pembagian luas DTA dan Sub-DTA lokasi studi                        | 23 |
| 10 | Hasil evaluasi debit kapasitas pada saluran                        | 24 |
| 11 | Lokasi genangan hasil simulasi PCSWMM                              | 26 |
| 12 | Efektivitas ZROS di Dramaga Cantik Residence                       | 31 |
| 13 | Distribusi kebutuhan penerapan sistem <i>zero run-off</i> tiap DTA | 34 |
| 14 | Perhitungan RAB ZROS Dramaga Cantik Residence                      | 34 |
| 15 | Kombinasi sistem <i>zero run-off</i> (ZROS) optimal                | 35 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|    |                                                                      |    |
|----|----------------------------------------------------------------------|----|
| 1  | Analisis curah hujan dengan distribusi Normal                        | 40 |
| 2  | Curah hujan rencana metode distribusi Normal                         | 40 |
| 3  | Analisis curah hujan metode distribusi Log-Normal                    | 41 |
| 4  | Curah hujan rencana metode distribusi Log-Normal                     | 41 |
| 5  | Analisis curah hujan metode distribusi Log-Pearson III               | 42 |
| 6  | Curah hujan rencana metode distribusi Log-Pearson III                | 42 |
| 7  | Analisis curah hujan metode distribusi Gumbell                       | 43 |
| 8  | Curah hujan rencana metode distribusi Gumbell                        | 43 |
| 9  | Uji chi-square dengan metode distribusi Log-Pearson III              | 44 |
| 10 | Uji Smirnov-Kolmogorov dengan metode Log-Pearson III                 | 44 |
| 11 | Hasil pengukuran dan perhitungan laju infiltrasi tanah taman Blok O  | 45 |
| 12 | Grafik pengukuran dan perhitungan laju infiltrasi taman Blok O       | 45 |
| 13 | Hasil pengukuran dan perhitungan laju infiltrasi halaman Blok N-61   | 46 |
| 14 | Grafik pengukuran dan perhitungan laju infiltrasi tanah Blok N-61    | 46 |
| 15 | Hasil pengukuran dan perhitungan laju infiltrasi halaman Blok U-1    | 47 |
| 16 | Grafik pengukuran dan perhitungan laju infiltrasi tanah Blok U-1     | 47 |
| 17 | <i>Link Summary</i> hasil simulasi PCSWMM                            | 48 |
| 18 | <i>Subcatchment Run-off Summary</i> hasil simulasi PCSWMM            | 48 |
| 19 | <i>LID Control Summary</i> hasil simulasi PCSWMM                     | 49 |
| 20 | <i>LID Performance Summary</i> hasil simulasi PCSWMM                 | 49 |
| 21 | Dokumentasi galian tanah untuk sumur resapan                         | 50 |
| 22 | Dokumentasi pengecekan sumur resapan berkala                         | 50 |
| 23 | Genangan banjir di Dramaga Cantik (1)                                | 51 |
| 24 | Genangan banjir di Dramaga Cantik (2)                                | 51 |
| 25 | Kondisi saluran drainase eksisting saat terjadi genangan             | 52 |
| 26 | Kondisi penumpukan sampah di <i>inlet</i> saluran drainase           | 52 |
| 27 | Dokumentasi pengukuran infiltrasi lapangan                           | 53 |
| 28 | Dokumentasi banjir di lokasi penelitian                              | 53 |
| 29 | Kondisi tumpukan sedimen di <i>outfall</i> drainase                  | 54 |
| 30 | Kondisi <i>outfall</i> dekat Blok U-1                                | 54 |
| 31 | Alat <i>Automatic Weather Station</i> (AWS) di lokasi studi          | 55 |
| 32 | <i>Display</i> alat AWS di lokasi studi                              | 55 |
| 33 | Data hujan AWS di lokasi penelitian (5/5/2026)                       | 56 |
| 34 | Data hujan AWS di lokasi penelitian (25/5/2026)                      | 58 |
| 35 | Data hujan AWS di lokasi penelitian (8/2/2026)                       | 60 |
| 36 | Gambar teknik tampak atas sumur resapan                              | 62 |
| 37 | Gambar teknik potongan A-A sumur resapan                             | 63 |
| 38 | Gambar teknik detil potongan A-A sumur resapan                       | 64 |
| 39 | Contoh perhitungan dalam penerapan sistem <i>zero run-off</i> (ZROS) | 65 |



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University  
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University