

Nomor Urut : 029 A/UN7.F3.6.8.TL/DL/VIII/2022

TUGAS AKHIR

**EVALUASI DESAIN SISTEM DRAINASE KELURAHAN
PEDALANGAN, KOTA SEMARANG DENGAN PENERAPAN
*SUSTAINABLE URBAN DRAINAGE SYSTEM (SUDS)***



Disusun Oleh :

Dihan Azra Hanindya

21080119140130

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2023

HALAMAN PENGESAHAN

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir yang berjudul:
**EVALUASI DESAIN SISTEM DRAINASE KELURAHAN PEDALANGAN,
KOTA SEMARANG DENGAN PENERAPAN *SUSTAINABLE URBAN
DRAINAGE SYSTEM (SUDS)***

Disusun Oleh :

Nama : Dihan Azra Hanindya

NIM : 21080119140130

Telah disetujui dan disahkan pada :

Hari : Senin

Tanggal : 26 Juni 2023

Menyetujui,

Dosen Penguji 1



Ir. Nurandani Hardyanti, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.
NIP. 197301302000032001

Dosen Penguji 2



Titik Istirokhatun, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP. 197803032010122001

Dosen Pembimbing 1



Dr. Ir. Anik Sarminingsih, M.T., IPM., ASEAN Eng.
NIP. 196704011999032001

Dosen Pembimbing 2



Dr. Ir. Winardi Dwi Nugraha, Msi
NIP. 196709191999031003

Mengetahui,
Ketua Departemen Teknik Lingkungan



Dr. Ir. Agus Sudarno, S.T., M.Sc.
NIP. 197401311999031003

EVALUASI DESAIN SISTEM DRAINASE KELURAHAN PEDALANGAN, KOTA SEMARANG DENGAN PENERAPAN *SUSTAINABLE URBAN DRAINAGE SYSTEM (SUDS)*

Dihan Azra Hanindya*), Anik Sarminingsih *), Winardi Dwi Nugraha*)
Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
JL. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang, Semarang, Indonesia, 50275
Email: dihanazra@students.undip.ac.id

ABSTRAK

Wilayah perencanaan yang berada di Kelurahan Pedalangan merupakan daerah padat penduduk yang berisi tempat pendidikan, perdagangan, jasa, dan pemukiman. Jumlah penduduk yang tinggi, kondisi sistem drainase yang bermasalah, dan area resapan air yang menurun menyebabkan penurunan kapasitas saluran drainase untuk menampung limpasan. Tujuan dari perencanaan ini dilakukan untuk mengevaluasi sistem drainase di Kelurahan Pedalangan dengan penerapan *Sustainable Urban Drainage System (SUDS)* berupa sumur resapan, *permeable pavement*, dan biopori. Jenis sistem drainase yang digunakan di wilayah perencanaan adalah sistem drainase tercampur, sehingga debit yang dihitung adalah debit air buangan dan debit hidrologi. Analisis hidrologi yang dibutuhkan dalam pemodelan sistem drainase menggunakan periode ulang hujan 5 tahun dengan *software EPA SWMM 5.1*. Sementara, untuk analisis hidraulika dilakukan normalisasi berupa perubahan dimensi saluran, penambahan saluran baru, pengerukan sedimen, dan penerapan *Sustainable Urban Drainage System (SUDS)*. Penerapan *Sustainable Urban Drainage System (SUDS)* yang direncanakan adalah sumur resapan sebanyak 311 buah, *permeable pavement* seluas 10.573 m², dan biopori sebanyak 3.646 buah yang mampu mengurangi total *runoff* sebesar 29% dan mengurangi total peak *runoff* sebesar 31%. Didapatkan juga total infiltrasi sebesar 95% yaitu dari 114,56 mm menjadi 2414,85 mm. Rencana anggaran biaya yang dibutuhkan pada evaluasi sistem drainase adalah sebesar Rp. 4.435.000.000,00.

Kata Kunci: Drainase, *EPA SWMM 5.1*, SUDS, Sumur Resapan, *Permeable Pavement*, Biopori, Kelurahan Pedalangan, Kota Semarang

ABSTRACT

Pedalangan Village as planning area is a densely populated area containing places of education, settlements, and service trading places. The high population, the problematic condition of drainage system, and the decreased water catchment area hve resulted in a decrease in the ability of the drainage system to accommodate runoff. The purpose of this plan is to evaluate the drainage system in Pedalangan Village by implementing the Sustainable Urban Drainage System (SUDS) in infiltration wells, permeable pavements, and biopores. The type of drainage system used in Pedalangan Village is a mixed drainage system, so that domestic wastewater discharge and hydrological discharge are calculated. The hydrological analysis needed in modeling the drainage system uses a 5-year rains return period with the EPA SWMM 5.1 software. Meanwhile, for hydraulic analysis, normalization was carried out in the form of changing channel dimensions, adding new channels, dredging sediments, and implementing the Sustainable Urban Drainage System (SUDS). The planned implementation of the Sustainable Urban Drainage System (SUDS) consists of 311 infiltration wells, 10.573 m² of permeable pavement, and 3.646 biopores which can reduce total runoff by 29% and reduce total peak runoff by 31%. Also obtained a total infiltration of 95%, namely from 114,56 mm to 2414,85 mm. The budget plan required for evaluating the drainage system is Rp. 4.435.000.000,00.

Keywords: Drainage, EPA SWMM 5.1, SUDS, Infiltration Wells, Permeable Pavement, Biopore, Pedalangan Village, Semarang City

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Semarang adalah Ibukota Provinsi Jawa Tengah yang merupakan kota metropolitan terbesar kelima di Indonesia setelah Jakarta, Surabaya, Medan, dan Bandung. Kota Semarang memiliki jumlah penduduk sekitar 1,6 juta jiwa dengan luas wilayah administratif sebesar 373,70 km². Berada di daerah Pantai Utara Jawa menyebabkan Kota Semarang sering menghadapi permasalahan berupa banjir harian akibat rob. Permasalahan menjadi semakin kompleks karena alih fungsi lahan yang marak dilakukan. Selain itu, karakteristik kontur dari Kota Semarang yang merupakan wilayah dengan perbedaan ketinggian yang curam di tiap kecamatannya menyebabkan curah hujan yang terjadi di daerah hulu akan mengalir dengan cepat ke daerah hilir.

Saluran drainase adalah salah satu bangunan pelengkap pada ruas jalan dalam memenuhi salah satu persyaratan teknis prasarana jalan. Saluran drainase jalan raya berfungsi untuk mengalirkan air yang dapat mengganggu pengguna jalan, sehingga badan jalan tetap kering. Pada umumnya saluran drainase jalan raya adalah saluran terbuka dengan menggunakan gaya gravitasi untuk mengalirkan air menuju outlet. Distribusi aliran dalam saluran drainase menuju outlet ini mengikuti kontur jalan raya, sehingga air permukaan akan lebih mudah mengalir secara gravitasi. Semakin berkembangnya suatu daerah, lahan kosong untuk meresapkan air secara alami akan semakin berkurang. Permukaan tanah tertutup oleh beton dan aspal, hal ini akan menambah kelebihan air yang tidak terbuang. Kelebihan air ini jika tidak dapat dialirkan akan menyebabkan genangan. Dalam perencanaan saluran drainase harus memperhatikan tata guna lahan daerah tangkapan air saluran drainase yang bertujuan menjaga ruas jalan tetap kering walaupun terjadi kelebihan air, sehingga air permukaan tetap terkontrol dan tidak mengganggu pengguna jalan.

Genangan yang terutama terjadi pada musim hujan, diakibatkan oleh debit melampaui kapasitas penampang aliran yang telah mengalami degradasi kapasitas. Faktor lain seperti sedimentasi, penurunan fungsi dan kapasitas sungai,

dan adanya bangunan-bangunan ilegal di bantaran atau bahkan badan sungai atau saluran, berakibat pada berkurangnya fungsi kapasitas luberan (*High Water Channel*) dari palung sungai (*Low Water Channel*) diatas debit normal, meningkatnya unit *hydrograph* debit banjir, dan semakin cepatnya waktu konsentrasi debit akibat menurunnya fungsi resapan daerah tangkapan air pada waktu musim hujan.

Selain masalah genangan yang kerap timbul saat musim hujan, Kota Semarang juga disebut sudah mengalami penurunan muka tanah sebesar 9-10 cm. Hal ini disebabkan oleh penggunaan air tanah yang sudah berlebihan dan letak administrasi Kota Semarang berada di daerah pesisir yang tanahnya terbentuk dari aluvial karena hasil endapan sungai sehingga lebih mudah mengalami pemadatan. Kejadian serupa juga terjadi di Kelurahan Pedalangan. Penggunaan air tanah yang berlebihan akibat meningkatnya jumlah penduduk di Kelurahan Pedalangan dikhawatirkan dapat menurunkan muka tanah.

Kelurahan Pedalangan yang berada di wilayah Kecamatan Banyumanik didominasi oleh wilayah pemukiman dan pendidikan seperti Politeknik Kesehatan Semarang, SMA Islam Al Azhar 14, SMP Islam Al Azhar 14, SD Islam Al Azhar 14, dan wilayah *SOS Childen's Village*. Wilayah perencanaan berada di daerah yang memiliki kontur tinggi, yaitu antara 205 mdpl hingga 225 mdpl. Permasalahan drainase yang terjadi di wilayah perencanaan yaitu saluran sekunder dan tersier banyak yang mengalami sedimentasi serta adanya saluran yang kering sehingga banyak tumbuhan yang tumbuh di dasar saluran tersebut. Sampah yang menumpuk juga menghambat beberapa saluran menyebabkan adanya penyempitan dan pendangkalan saluran drainase. Sistem drainase yang terdapat di Kelurahan Pedalangan menggunakan sistem drainase campuran, saluran mengalirkan air permukaan yang berasal dari air limpasan hujan dan air yang berasal dari aktivitas manusia sehari-hari ke dalam saluran drainase. Beberapa titik di Kelurahan Pedalangan juga masih sering mengalami genangan saat hujan lebat dikarenakan saluran drainase yang kurang dapat menampung dan mengalirkan air permukaan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis perlu menentukan solusi penyelesaian masalahnya menggunakan konsep penanganan drainase yang berkelanjutan yang mendukung konservasi air. Penerapan Sub-Reservoir Air Hujan (s-RAH) yang mengacu pada *Zero Runoff* dan TRMA atau dikenal sebagai sistem TRAP (Tampung, Resapkan, Alirkan, dan Pelihara) merupakan salah satu solusi untuk menyelesaikan permasalahan yang ada di wilayah perencanaan. Lingkup pemanfaatan sistem TRAP dimulai dengan air hujan yang ditampung di tanah atau kolam retensi, kemudian dimanfaatkan untuk mendukung konservasi air tanah, cadangan air pemadam kebakaran, *flushing*, menyiram tanaman, dan yang lainnya. Air hujan juga dapat diresapkan melalui Sumur Resapan Air Hujan (SRAH) dangkal dan dalam atau dalam bentuk yang lain, sementara air kelebihan tampungan akan dialirkan ke saluran terdekat dalam jumlah seminimal mungkin. Penanganan drainase yang berkelanjutan (*Sustainable Urban Drainage System*) adalah konsep pembangunan drainase berwawasan lingkungan yang pada prinsipnya mengendalikan air hujan agar lebih banyak diresapkan ke dalam tanah sehingga mengurangi jumlah limpasan. Maka dari itu, penulis terdorong untuk melakukan studi terkait Evaluasi Desain Sistem Drainase dengan Penerapan Konsep *Sustainable Urban Drainage System* (SUDS) guna menciptakan sistem drainase terintegrasi. Penanganan dan evaluasi sistem drainase di wilayah perencanaan menggunakan konsep *Sustainable Urban Drainage System* (SUDS) yang merupakan wilayah dengan kontur tinggi juga dapat mengurangi limpasan air yang menuju ke bagian hilir, sehingga membantu meminimalisir penyebab banjir yang kerap terjadi di wilayah bagian hilir.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas didapat permasalahan terkait kesesuaian sistem yaitu kurangnya daerah resapan akibat perubahan tata guna lahan dan terdapat saluran yang berkurang kapasitasnya. Drainase yang berada di permukaan Kelurahan Pedalangan tidak maksimal dalam mengalirkan air hujan karena tertutup oleh aspal dan sampah sehingga menyebabkan adanya genangan. Sementara, penurunan muka tanah disebabkan oleh penggunaan air tanah yang berlebihan. Salah satu cara mengatasi masalah tersebut adalah perencanaan

jaringan drainase yang detail dan menyeluruh dengan meninjau ulang tata guna lahan saat ini dan mengkaji konsep *Sustainable Urban Drainage System* (SUDS). Selain itu, penggunaan air yang meningkat karena lonjakan mahasiswa menyebabkan berkurangnya cadangan air tanah yang dapat menjadi masalah baru bagi masyarakat yang tinggal di kawasan Kelurahan Pedalangan. Hal ini dapat diatasi dengan konservasi air sehingga akan menghasilkan rekomendasi sistem drainase berkelanjutan yang cocok diterapkan di Kelurahan Pedalangan. Perencanaan sistem drainase harus dilakukan berdasarkan peraturan dan pedoman-pedoman yang ada serta harus menentukan rekayasa apa yang sesuai dengan daerah tersebut dan dapat diterapkan dilapangan. Di Indonesia, standar untuk sistem drainase dikeluarkan oleh Menteri Pekerjaan Umum yaitu dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan. Standar tersebut dijadikan dasar dalam perancangan ini.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam perencanaan ini adalah :

1. Bagaimana kondisi eksisting sistem drainase pada Kelurahan Pedalangan?
2. Bagaimana pemodelan analisis hidrologi dan hidraulika pada sistem drainase di Kelurahan Pedalangan dengan menggunakan *software EPA SWMM 5.1*?
3. Bagaimana gambaran konsep rancangan dan perencanaan *Sustainable Urban Drainage System* (SUDS) yang sesuai untuk diterapkan di Kelurahan Pedalangan?
4. Bagaimana Rencana Anggaran Biaya (RAB) sistem drainase di Kelurahan Pedalangan dengan menggunakan penerapan *Sustainable Urban Drainage System* (SUDS)?

1.4 Tujuan Perencanaan

Tujuan dari perencanaan evaluasi desain sistem drainase di Kelurahan Pedalangan sebagai berikut :

1. Mengevaluasi saluran eksisting dari sistem drainase Kelurahan Pedalangan dalam menampung beban limpasan yang sudah direncanakan
2. Melakukan analisis hidrologi dan hidraulika menggunakan *software EPA SWMM 5.1*
3. Memberikan rekomendasi berupa gambaran rancangan dan perencanaan sistem drainase menggunakan konsep *Sustainable Urban Drainage System* (SUDS) yang dikaitkan dengan konservasi air di Kelurahan Pedalangan
4. Membuat Rencana Anggaran Biaya (RAB) sistem drainase di Kelurahan Pedalangan dengan menggunakan penerapan *Sustainable Urban Drainage System* (SUDS)

1.5 Pembatasan Masalah

Batasan masalah yang akan dilakukan pada perencanaan kali ini adalah :

1. Perancangan ini dilaksanakan pada Kelurahan Pedalangan dengan obyeknya adalah sistem drainase
2. Perencanaan drainase dilaksanakan dengan konsep *Sustainability Urban Drainage System* (SUDS) yang dikaitkan dengan konservasi air

1.6 Manfaat Perencanaan

Dari perencanaan yang akan dilakukan oleh penulis, diperoleh beberapa manfaat sebagai berikut :

1. Bagi Penulis
Untuk menambah wawasan dan ilmu pengetahuan tentang tentang perancangan sistem drainase sesuai dengan konsep SUDS serta dapat mengaplikasikan teori dan ilmu yang telah diterima selama proses perkuliahan.
2. Bagi Ilmu Pengetahuan
Untuk memberikan pengetahuan dan rekomendasi terkait pengembangan sistem drainase dengan menerapkan *Sustainability Urban Drainage System*

(SUDS), sehingga dapat diterapkan di wilayah lain untuk dapat mengatasi permasalahan saluran drainase.

3. Bagi Pemerintah

Untuk pemerintah Kecamatan Banyumanik diharapkan dapat digunakan sebagai bahan evaluasi untuk pengembangan sistem drainase yang *menerapkan Sustainability Urban Drainage System (SUDS)*

4. Bagi Masyarakat

Untuk memberikan solusi dari permasalahan berupa genangan air dan penurunan muka air tanah yang terjadi di Kelurahan Pedalangan. Hasil dari perencanaan dapat digunakan sebagai rekomendasi untuk program atau kebijakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, Robert J. and DeGaetano, Arthur T., 2005. *Areal Reduction Factors for Two Eastern United States Regions with High Rain-Gauge Density*. Journal of Hydrologic Engineering, Vol. 10, No. 4, July 1, 2005.
- Anggraini. 2005. Hidrolika Saluran Terbuka, Srikandi, Surabaya.
- Badan Pusat Statistik Kota Semarang, 2018. *Kecamatan Banyumanik Dalam Angka2017*. Semarang: Badan Pusat Statistik Kota Semarang
- Badan Pusat Statistik Kota Semarang, 2019. *Kecamatan Banyumanik Dalam Angka2018*. Semarang: Badan Pusat Statistik Kota Semarang
- Badan Pusat Statistik Kota Semarang, 2020. *Kecamatan Banyumanik Dalam Angka2019*. Semarang: Badan Pusat Statistik Kota Semarang
- Badan Pusat Statistik Kota Semarang, 2021. *Kecamatan Banyumanik Dalam Angka2020*. Semarang: Badan Pusat Statistik Kota Semarang
- Badan Pusat Statistik Kota Semarang, 2022. *Kecamatan Banyumanik Dalam Angka2021*. Semarang: Badan Pusat Statistik Kota Semarang
- Badan Pusat Statistik Kota Semarang, 2023. *Kecamatan Tembalang Dalam Angka 2022*. Semarang: Badan Pusat Statistik Kota Semarang
- Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2018). Perencanaan Jaringan Pipa Transmisi dan Distribusi Air Minum. Diperoleh 08 Maret 2023 dari <https://bpsdm.pu.go.id>edok>2018>11>
- Bell, F. C., 1976. *The Areal Reduction Factor in Rainfall Frequency Estimation*. Wallingford, Institute of Hydrology. (IH Report No.35) (Unpublished).
- C. D., Soemarto. 1999. *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Coffman, L. (2000): *Low-Impact Development Design Strategies, An Integrated Design Approach*. EPA 841-B-00-003. Prince George's County, Maryland. Department of Environmental Resources, Programs and Planning Division. ISSN: 1858-2559.
- CIRIA, 2000. *Sustainable Urban Drainage Systems: Design Manual for Scotland and Northern Ireland*. CIRIA C521, Construction Industry Research and Information Association, London, ISBN 0 86017 521 9.

- Denchak, M., 2019, *Green Infrastructure: How to Manage Water in a Sustainable Way*, Natural Resources Defense Council (NRDC), 40 West 20th Street 11th Floor New York 10011.
- Fajarwati, Ayi. 2000, Penyaluran Air Buangan Domestik.
- Hardjosuprpto, Moh. Masduki. 1998. *Drainase Perkotaan*. Departmen Pekerjaan Umum Jawa Barat.
- Hasmar, Halim., 2004, *Drainase Terapan*, UII Press, Yogyakarta.
- Hua, J., Liang, Z., & Yu, Z. (2003). *A Modified Rasional Formula for Flood Design in Small Basin*. Journal of the American Water Resources Assosiation, 1017- 1025.
- IowaSWMM, 2009, *Design Standart Infiltration Practices*, IOWA Department of Natural Resources, Iowa DNR Headquarters Wallace State Office Building | 502 East 9th Street, 4th Floor | Des Moines, IA 50319-0034.
- Kementerian Pekerjaan Umum, 2014. Peraturan Menteri No. 12/PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan. s.l:s.n.
- Lane, Thomas G. 1996. *Avenue:Customizing and Application Development for Arc View*. Environmental Systems Research Institute,Inc.
- Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. (2014). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 12 /PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Jakarta: Sekretariat Lingkungan Hidup.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 tentang Pemanfaatan Air Hujan*. Jakarta: Sekretariat Lingkungan Hidup
- SCOTS and SUDS Working Party, 2007, *SUDS For Roads*, University of Abertay Dundee and Transport Scotland.
- SNI 03-1733-2004. 2004. *Tata Cara Perencanaan Lingkungan Perumahan di Perkotaan*. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.

- Schmidt, F. H dan Ferguson, J. H. A. 1951. *Rainfall Types Based on Wet and Dry Period Rations for Indonesia with Western New Guinea*. Jakarta: Kementrian Perhubungan Meteorologi dan Geofisika.
- Subarkah, Imam. 1980. *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*. Bandung: Idea Dharma
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: ANDI Offset.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Bandung: Penerbit Nova
- Sosrodarsono, S. dan Tominaga, M. 1985. *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*. Terjemahan oleh Gayo, M. Y. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Sosrodarsono Suyono, Kensaku Takeda, 2003. *Hidrologi Untuk Pengairan*, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Wesli. 2008. *Drainase Perkotaan*. Edisi Pertama. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Zarkani, R. M., Sujatmoko, B., & Rinaldi. (2016). *Analisa Drainase Untuk Penanggulangan Banjir Menggunakan Epa Swmm*. Jom FTEKNIK, 3, 1–12.
- Zhou, Q., 2014. *A Review of Sustainable Urban Drainage Systems Considering the Climate Change and Urbanization Impacts Water*.