

Nomor Urut: 051 A/UN7.F3.6.8.TL/DL/IX/2023

052 A/UN7.F3.6.8.TL/DL/IX/2023

Laporan Tugas Akhir

**KAJIAN SISTEM DRAINASE KAWASAN
MUKTIHARJO**



Disusun Oleh:

Aqila Salma Ghina Rahma	21080120120018
Alifya Hananta Rachmayani	21080120130136

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir yang berjudul:

KAJIAN SISTEM DRAINASE KAWASAN MUKTIHARJO

Disusun Oleh:

Nama : Aqila Salma Ghina Rahma

NIM : 21080120120018

Telah disetujui dan disahkan pada:

Hari : Jumat

Tanggal: 22 Desember 2023

Menyetujui,

Dosen Penguji 1



Ir. Ganjar Samudro, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 198201202008011005

Dosen Penguji 2



Ir. Pertiwi Andarani S.T., M.T., M.Eng., Ph.D., IPP
NIP. 198704202014012001

Dosen Pembimbing 1



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

Dosen Pembimbing 2



Dr. Ir. Winardi Dwi Nugraha, M.Si.
NIP. 196709191999031003

Mengetahui,
Ketua Departemen Teknik Lingkungan



Dr. Ing. Sudarno, S.T., M.Sc.
NIP. 197401311999031003

HALAMAN PENGESAHAN

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir yang berjudul:
KAJIAN SISTEM DRAINASE KAWASAN MUKTIHARJO

Disusun Oleh:

Nama : Alifya Hananta Rachmayani

NIM : 21080120130136

Telah disetujui dan disahkan pada:

Hari :

Tanggal:

Menyetujui,

Dosen Penguji 1



Ir. Ganjar Samudro, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 198201202008011005

Dosen Penguji 2



Ir. Pertiwi Andarani S.T., M.T., M.Eng., Ph.D., IPP
NIP. 198704202014012001

Dosen Pembimbing 1



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

Dosen Pembimbing 2



Dr. Ir. Winardi Dwi Nugraha, M.Si.
NIP. 196709191999031003

Mengetahui,
Ketua Departemen Teknik Lingkungan



Dr. Ing. Sudarno, S.T., M.Sc.
NIP. 197401311999031003

ABSTRAK

Sistem drainase merupakan prasarana yang sangat hubungannya dengan tata ruang perkotaan dan harus diperhatikan. Perencanaan ini berlokasi di sistem drainase Kawasan Muktiharjo, yaitu terdiri dari Kelurahan Muktiharjo Lor dan Kelurahan Muktiharjo Kidul, yang terletak di Kecamatan Genuk dan Kecamatan Pedurungan, Kota Semarang. Kawasan Muktiharjo merupakan wilayah pemukiman dan industri yang relatif padat. Pada sistem ini aliran air tidak dapat mengalir dengan lancar dikarenakan oleh rusaknya beberapa titik saluran, adanya sedimentasi di dasar saluran, vegetasi yang tumbuh pada dasar saluran serta perubahan tata guna lahan. Dalam tahap evaluasi saluran drainase, akan dilakukan Analisis hidrologi yang dibutuhkan dalam pemodelan sistem drainase menggunakan periode ulang hujan 10 tahun dengan software EPA SWMM 5.1. Sementara, untuk analisis hidraulika dilakukan normalisasi berupa pengerukan sedimen, perubahan dimensi saluran, dan penerapan *Sustainable Urban Drainage System* (SUDS). Dari hasil evaluasi saluran drainase, didapatkan saluran dengan kapasitas yang tidak dapat menampung limpasan. Selain mengevaluasi dengan cara mengembalikan kapasitas saluran melalui normalisasi saluran dilakukan juga *redesign* pada saluran yang memungkinkan direhabilitasi, serta diterapkan konsep SUDS (*Sustainable Urban Drainage System*). Konsep penerapan SUDS pada sistem drainase kawasan Kawasan Muktiharjo dengan penerapan LID (*Low Impact Development*) berupa *Rain-Barrel* sebanyak 6074 unit tangki berkapasitas 2.000L, 823 unit tangki berkapasitas 3.000L, 295 unit tangki 4.000L, serta 16 unit tangki berkapasitas 5000L. dan Kolam Retensi dengan kapasitas tampungan 13.500m³. Perencanaan ini berhasil mereduksi banjir sebesar 48,89% dari semula 201,71 x 10⁶L menjadi 103,09 x 10⁶L. Rencana anggaran biaya yang dibutuhkan pada evaluasi sistem drainase adalah sebesar Rp59.917.782.500

Kata kunci: Drainase, SUDS (*Sustainable Urban Drainage System*), LID (*Low Impact Development*), EPA SWMM 5.1, Kawasan Muktiharjo

ABSTRACT

The drainage system is an infrastructure closely related to urban spatial planning and must be carefully considered. This planning is located in the drainage system of the Muktiharjo area, consisting of the Muktiharjo Lor Village and Muktiharjo Kidul Village, which are located in the Genuk and Pedurungan districts of Semarang City. The Muktiharjo area is a relatively dense residential and industrial area. In this area, water flow cannot run smoothly due to damage to several points of the channel, sedimentation at the channel's bottom, vegetation growing on its bed, and changes in land use. In the drainage channel evaluation phase, hydrological analysis required for drainage system modeling will be conducted using a 10-year rainfall return period with EPA SWMM 5.1 software. Meanwhile, hydraulic analysis involves normalization, such as sediment dredging, changing channel dimensions, and implementing the Sustainable Urban Drainage System (SUDS). From the evaluation of the drainage channels, it was found that some channels had capacities unable to accommodate runoff. In addition to evaluating by restoring channel capacity through channel normalization, redesign was also carried out on channels that could be rehabilitated, and the concept of the SUDS concept (Sustainable Urban Drainage System) was applied. The implementation of the SUDS concept in the Muktiharjo area's drainage system involves the use of the Low Impact Development (LID) concepts, such as 6074 rain barrels with a capacity of 2,000L, 823 rain barrels with a capacity of 3,000L, 295 rain barrels with a capacity of 4,000L, and 16 rain barrels with a capacity of 5,000L, and a retention pond with a capacity of 13,500m³. This planning successfully reduced flooding by 48.89%, from the original 201.71 x 10⁶L to 103.09 x 10⁶L. The budget required for the drainage system evaluation is IDR 59.917.782.500

Keywords: Drainage, the SUDS concept (Sustainable Urban Drainage System), Low Impact Development (LID) concepts, EPA SWMM 5.1, Muktiharjo Area.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air adalah sumber kehidupan, air merupakan kebutuhan primer yang diperlukan oleh semua makhluk di muka bumi. Air yang kita gunakan setiap hari berasal dari sebuah siklus. Dalam siklus air, atau biasa kita sebut siklus hidrologi, air hujan adalah salah satu elemen dari siklus hidrologi tersebut. Sistem penyaluran air hujan yang kurang baik dapat menimbulkan permasalahan apabila dibiarkan begitu saja dimana hal ini yang mendasari perencanaan drainase suatu daerah.

Drainase merupakan salah satu infrastruktur yang sangat penting bagi suatu wilayah. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan yang mempelajari usaha untuk mengalirkan air yang berlebihan dalam suatu konteks pemanfaatan tertentu. Sedangkan sistem drainase perkotaan adalah sebuah infrastruktur perkotaan yang pokoknya berperan dalam mengatur serta mengarahkan aliran air hujan dengan aman (Hardjosuprpto, 1998). Drainase memiliki interpretasi sebagai langkah teknis untuk mengurangi kelebihan air, termasuk yang berasal dari curah hujan, infiltrasi, atau kelimpahan air lainnya di suatu wilayah perkotaan, dengan tujuan agar fungsi kota tersebut tetap terjaga (Suripin, 2004).

Secara geografis, Kota Semarang terletak di pesisir utara Provinsi Jawa Tengah, dengan karakteristik topografi dataran rendah di bagian utara, memiliki kemiringan sekitar 0-2%, dan variasi ketinggian tanah berkisar antara 0 hingga 3,5 meter di atas permukaan laut. Luas wilayah Kota Semarang adalah 373,8 km², dengan 9,9 km² nya merupakan kawasan perairan. Sedangkan jumlah penduduknya mencapai 1,6 juta jiwa. Kondisi drainase di Kota Semarang pada tahun 2023 terdapat sekitar 680 saluran drainase yang mengalami kerusakan (DPU Kota Semarang, 2023) hal ini menyebabkan penurunan kapasitas saluran dan menyebabkan Kota Semarang secara berkala menghadapi permasalahan banjir dan genangan.

Faktor-faktor yang menyebabkan banjir di Kota Semarang meliputi tingginya curah hujan, pasang laut (rob), kapasitas saluran drainase yang terbatas dalam menampung aliran air, penyumbatan saluran drainase, minimnya tindakan pemeliharaan terhadap saluran, dan kekurangan area untuk penyerapan air. Menurut data dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Semarang, pada tahun 2023 terhitung hingga bulan April tercatat ada 18 kejadian banjir. Pada tahun 2022, catatan menunjukkan adanya 63 insiden banjir, sementara pada tahun 2021, terdapat 88 peristiwa banjir. Bencana banjir bukan hanya mengakibatkan kerusakan fisik pada bangunan dan infrastruktur umum, tetapi juga mengganggu aktivitas sosial dan ekonomi masyarakat (BPBD, 2020-2023).

Kecamatan Genuk, terletak di Kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah, memiliki luas wilayah 25.98 km² dan jumlah penduduk mencapai 128.696 jiwa pada tahun 2023. Secara topografis, wilayah Kecamatan Genuk berada di dataran rendah, dengan ketinggian tanah berkisar antara 1 hingga 6 meter di atas permukaan air laut. Sayangnya, kondisi drainase di Kecamatan Genuk masih belum mencapai tingkat optimal. Pada saat hujan, masih ada beberapa titik yang mengalami genangan air, terutama di daerah pemukiman padat penduduk. Penyebab utamanya termasuk kurangnya sistem saluran drainase yang memadai serta penyumbatan saluran drainase oleh sampah. Akibatnya, area yang tergenang banjir meluas hingga mencapai 174,2 hektar meliputi lahan industri, tambak, pemukiman, dan area vegetasi (Ulfani, 2023).

Menurut data dari Balai Pusat Statistik (BPS), Kecamatan Pedurungan memiliki luas wilayah sebesar 21.11 km² dan jumlah penduduk mencapai 193.125 jiwa. Kondisi saluran drainase di Kecamatan Pedurungan tidak semuanya berfungsi dengan baik. Masih ada beberapa saluran drainase yang berukuran kecil dan tidak mampu menangani aliran air hujan yang besar. Selain itu, saluran drainase sering terhambat oleh berbagai jenis sampah, baik yang berasal dari rumah tangga maupun industri. Tingginya muka air tanah juga menjadi faktor utama dalam menyebabkan genangan air di Kecamatan Pedurungan. Kecamatan ini terletak di daerah dataran rendah dengan ketinggian tanah berkisar antara 2 hingga 7 meter di atas permukaan

laut. Hal ini mengakibatkan air tanah mudah naik ke permukaan, sehingga saluran drainase tidak dapat mengatasi aliran air hujan dengan baik.

Kawasan Muktiharjo, yang terletak pada dataran rendah dengan ketinggian tanah antara 2 hingga 5 meter di atas permukaan laut, memiliki sistem drainase yang ada, tetapi saluran yang ada masih belum mampu menampung volume air yang cukup. Wilayah Muktiharjo terbagi menjadi dua bagian, yaitu Muktiharjo Lor dan Muktiharjo Kidul, dengan luas masing-masing sekitar 1,35 km² dan 2,03 km² dengan jumlah penduduk sebanyak 37.849 jiwa (BPS Kota Semarang, 2022).

Seiring dengan perkembangan dinamika masyarakat yang diikuti oleh peningkatan jumlah penduduk, lahan yang tersedia di Kawasan Muktiharjo untuk penyerapan alami air akan semakin terbatas. Area permukaan tanah tertutup oleh material seperti beton dan aspal, mengakibatkan berkurangnya kemampuan infiltrasi air ke dalam tanah. Akibatnya, aliran permukaan air (*surface runoff*) meningkat karena penyerapan yang semakin terhambat. Jika aliran permukaan ini melebihi kapasitas saluran drainase yang ada, maka akan terjadi genangan air dan bahkan banjir saat aliran tidak tertampung oleh saluran tersebut. Selain itu, rendahnya kesadaran masyarakat terkait pembuangan sampah ke dalam saluran drainase juga menjadi masalah, sehingga saluran-saluran tersebut tersumbat oleh endapan dan sampah. Hal ini mengakibatkan kinerja saluran menjadi tidak optimal dalam mengalirkan air hujan.

Membangun infrastruktur drainase untuk mengalirkan air hujan bertujuan untuk menciptakan lingkungan pemukiman yang aman dari genangan air dan dampak banjir. Ini juga mendukung peningkatan kapasitas lingkungan perkotaan dalam hal penggunaan yang berkelanjutan terkait dengan konservasi sumber daya air. Oleh karena itu, dilakukan analisis terhadap sistem drainase di Kawasan Muktiharjo, Kota Semarang. Tujuan dari analisis ini adalah agar sistem drainase di atas permukaan dan di bawah permukaan dapat diimplementasikan dengan baik dan terstruktur, sehingga risiko banjir dapat diminimalkan. Pendekatan yang digunakan adalah menerapkan konsep normalisasi saluran, *redesign* saluran dan *Sustainability Urban Drainage System* (SUDS).

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan permasalahan yang melatarbelakangi Tugas Akhir ini, dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Terjadi banjir di Kelurahan Muktiharjo Lor dan Muktiharjo Kidul.
2. Adanya aktivitas industri di Kawasan Muktiharjo yang terganggu akibat banjir yang tidak kunjung surut.
3. Peningkatan debit air buangan yang dihasilkan Kota Semarang seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi eksisting Sistem Drainase Kawasan Muktiharjo Lor dan Muktiharjo Kidul di Kota Semarang?
2. Bagaimana perencanaan sistem drainase yang dapat diterapkan dan mampu mengatasi masalah genangan air hujan di Kawasan Muktiharjo?
3. Bagaimana Rancangan Anggaran Biaya (RAB) sistem drainase dengan penerapan *Sustainable Urban Drainage System* (SUDS) di Kawasan Muktiharjo?

1.4 Tujuan

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Mengkaji saluran eksisting Sistem Drainase Muktiharjo Lor dan Muktiharjo Kidul di Kota Semarang apakah masih dapat menampung beban limpasan sesuai yang direncanakan.
2. Memberikan rekomendasi *redesign* pada saluran yang mengalami limpasan untuk menangani masalah banjir di Muktiharjo Lor dan Muktiharjo Kidul.
3. Membuat Rancangan Anggaran Biaya (RAB) sistem drainase dengan penerapan *Sustainable Urban Drainage System* (SUDS) di Kawasan Muktiharjo

1.5 Pembatasan Masalah

Perencanaan ini dibatasi pada permasalahan terkait:

1. Objek perencanaan yaitu sistem drainase

2. Review kondisi eksisting sistem drainase dilaksanakan di Kelurahan Muktiharjo Lor dan Muktiharjo Kidul
3. Perencanaan drainase dilaksanakan dengan konsep *Sustainable Urban Drainage System* (SUDS)
4. Tidak membahas terkait pengolahan air lebih lanjut dari air yang dipanen atau ditampung pada simulasi penerapan *Sustainable Urban Drainage System* (SUDS)
5. Beberapa data yang digunakan dalam analisis ini menggunakan data sekunder, seperti data curah hujan, topografis, elevasi berdasarkan Peta DEM, dan permeabilitas tanah.

1.6 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari Kajian Sistem Drainase Kawasan Muktiharjo adalah:

1. Bagi pihak perencana pembangunan sistem drainase:
Sebagai faktor yang dipertimbangkan oleh Pemerintah Kota Semarang dalam menghadapi tantangan drainase di Kawasan Muktiharjo, Kota Semarang, adalah menerapkan prinsip *Sustainable Urban Drainage System* (SUDS).
2. Bagi Perancang:
Meningkatkan pemahaman dan pandangan terkait perencanaan sistem drainase dengan pendekatan *Sustainable Urban Drainage System* (SUDS), serta mampu menerapkan pengetahuan yang diperoleh selama proses belajar pada program studi Teknik Lingkungan.
3. Bagi Masyarakat:
Perencanaan ini digunakan sebagai bahan masukan dan pertimbangan kepada masyarakat terhadap sistem saluran drainase agar dapat diterapkan dan sebagai bagian dari perwujudan lingkungan sehat.

DAFTAR PUSTAKA

- [KELAIR] Kelompok Teknologi Pengelolaan Air Bersih dan Limbah Cair, B. P. (2016). *Sistem pemanfaatan air hujan (SPA) dan pengolahan air siap minum (ARSINUM)*. Retrieved from KELAIR BPPT: <http://www.kelair.bppt.go.id/Sitpa/Artikel/Spah/spah.html>
- Abdulla, F. A.-S. (2009). Roof rainwater harvesting systems for household water supply in Jordan. *Desalination*, 243, 195–207.
- Asdak, C. (2007). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Badan Standarisasi Nasional. (2016). SNI 2415:2016 Tata Cara Perhitungan Debit Banjir.
- Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Pemali-Juana. 2013-2022. *Data Curah Hujan* BPBD. (2020-2023). *Data Bencana*. Kota Semarang: BPBD.
- BPS Kota Semarang. (2022). *Kecamatan Genuk dalam Angka 2022*. Semarang: Badan Pusat Statistik Kota Semarang.
- BPS Kota Semarang. (2022). *Kecamatan Pedurungan dalam Angka 2022*. Semarang: Badan Pusat Statistik Kota Semarang.
- Chow, V.T., 1989, *Hidrolika Saluran Terbuka* (terjemahan), Jakarta: Erlangga
- CIDA. (1994) *Urban Drainage Guidelines And Technical Design Standards*
- Denchak, M. (2019). *Green Infrastructure: How to Manage Water in a Sustainable Way*. Retrieved from Natural Resources Defense Council (NRDC): <https://www.nrdc.org/stories/green-infrastructurehow-manage-water-sustainable-way>
- Dinas PU. 2011. Materi Teknis Sistem Drainase. Semarang
- Dirjen Cipta Karya. (2012). *Tata Cara Perencanaan Kolam Detensi, Kolam Retensi dan Sistem Polder*. Retrieved from http://ciptakarya.pu.go.id/plp/upload/peraturan/buku_jilid_1_tata_cara_perencanaan_drainase.pdf
- Environmental Protection Agency of United States, (2008). *Rainwater Harvesting Policies*. Manual Handbook. EPA-833-F-08-010
- Fajarwati, A. (2000). *Penyaluran Air Buangan Domestik*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Fathi, Ahmad Saiful, et al. 2014. Perancangan Sistem *Rain Water Harvesting*, Studi Kasus: Hotel Novotel Yogyakarta. Yogyakarta: Teknofisika, Vol.3 No. 2 Edisi Mei 2014, Issn 2089-7154

- Hadihardja, J. (1997). *Pengembangan Sumber Daya Air*. Jakarta: Gunadarma.
- Hardjosuprpto, M. M. (1998). *Drainase Perkotaan*. Jawa Barat: Departemen Pekerjaan Umum Jawa Barat.
- Hasmar, H. (2011). *Drainase Terapan*. Yogyakarta: UII Press.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Diklat Teknis Penanganan Drainase Jalan Modul 4: Perencanaan Sistem Polder dan Kolam Retensi. Jakarta: SIMANTU Kementerian PUPR, 2016.
- Kementerian Pekerjaan Umum, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 11/PRT/M/2014 Tentang Pengelolaan Air Hujan Pada Bangunan Gedung dan Persilnya. Jakarta: Sekretariat Negara, 2014.
- Kementerian Pekerjaan Umum, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 12/PRT/M/2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan. Jakarta: Sekretariat Negara, 2014.
- Kep. MENLH No. 112 Tahun 2003. Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003.
- Kodoatie, R. D., & Sugiyanto. (2002). *Banjir. Beberapa Penyebab Dan Metode Pengendalian Dalam Presepelesif Lingkungan*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar.
- Konstruksi, P. P. (2016). *Perhitungan Saluran dan Drainase*. Bandung: Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Li XY, X. Z. (2003). Run off characteristics of artificial catchment materials for rainwater harvesting in the semiarid regions of China. *Agricultural Water Management*, 65(3):211-224.
- Maha, F., Rumilla, R., & Lukman, A. (2020). Perencanaan Penampang Saluran Drainase Di Desa Tumpatan Nibung Batang Kuis Kab. Deli Serdang Sumatera Utara. *Buletin Utama Teknik*, 16(1), 34-38.
- Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat SPALD-T Buku A. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2018.
- Pemerintah Kota Semarang. Peraturan Daerah Kota Semarang Nomor 7 Tahun 2014 tentang Rencana Induk Sistem Drainase Kota Semarang Tahun 2011-2031 (2014). Kota Semarang.
- Peraturan Pemerintah Nomor 37 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai
- Ponce, V. (1989). *Engineering Hidrology, Principle and Practices*. New Jersey: Prentice hall.

- Rahayu, & dkk. (2009). *Banjir dan Upaya Penanggulangannya*. Bandung: Pusat Mitigasi.
- Rahman, S. e. (2014). Sustainability of rainwater harvesting system in terms of water quality. *The Scientific World Journal*, 1-10.
- Rossmann, L., Dickinson, R., Schade, T., Chan, C., Burgess, E., Sullivan, D., & Lai, F. (2004). SWMM 5-the next generation of EPA's storm water management model. *Journal of Water Management Modeling*.
- Soemarto, C. (1999). *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Soemarto, C. (1999). *Hidrologi Teknik Edisi ke-2*. Jakarta: Erlangga.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Bandung: Nova.
- Sosrodarsono, S., & Takeda, K. (1978). *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Sri, H. (1993). *Analisis Hidrologi*. Jakarta: PT Gramedia.
- Sunjoto. (1987). *Sistem Drainase Air Hujan yang Berwawasan Lingkungan*. Universitas Gajah Mada: PAU Ilmu Teknik.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: ANDI.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Ulfani, A. (2023). *STUDI SEBARAN AREA GENANGAN BANJIR PASANG DAN DAMPAKNYA PADA PENGGUNAAN LAHAN PESISIR BERDASARKAN PEMODELAN GEOSPASIAL DI KECAMATAN GENUK, KOTA SEMARANG, JAWA TENGAH*. Semarang: Doctoral dissertation, Diponegoro University.
- Wesli. (2008). *Drainase Perkotaan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Yani, P., Saidah, H., & Wirahman, L. (2021). POLA DISTRIBUSI HUJAN JAM-JAMAN DI STASIUN HUJAN JURANG SATE DAN STASIUN HUJAN LINGKOK LIME PADA WILAYAH LOMBOK TENGAH. *Hourly Rainfall Distribution in Jurang Sate and Lingkok Lime Station in Central Lombok Regency*, *Spektrum Sipil*, 8(1), 41-54.
- Zhou, Q. (2014). A review of sustainable urban drainage systems considering the climate change and urbanization impacts. *Water*, 6(4), 976-992.