



Pengendalian Limpasan Air Hujan di Rusun Mahasiswa Kampus 2 Politeknik PU Semarang

Wildan Herwindo¹, Ingerawi Sekaring Bumi², Suhardi Suhardi³, Syamsul Bahri⁴, Andi Patiroi⁵

Jurnal Konstruksi
Politeknik Pekerjaan Umum
Jl. Soekarno Hatta, Siwalan, Kec. Gayamsari, Kota Semarang, Jawa Tengah
Email : akademik@politeknikpu.ac.id

¹wildan.herwindo@pu.go.id

²ingerawi@gmail.com

³hardisuh@pu.go.id

⁴syamsulbahri67@pu.go.id

⁵andi.patiroi09@pu.go.id

Abstrak – Kejadian banjir di seluruh dunia cenderung meningkat. Berdasarkan data BNPB peristiwa banjir di Indonesia menjadi salah satu bencana dengan kejadian tertinggi. Bencana banjir banyak terjadi di kota-kota besar Indonesia seperti Jakarta, Bandung, Samarinda, dan Semarang. Politeknik PU merupakan kampus yang terletak di Kota Semarang dan merupakan daerah rawan banjir karena berada di dataran rendah. Untuk mengurangi potensi banjir di kampus Politeknik PU dilakukan upaya pengendalian limpasan hujan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas pengendalian limpasan air hujan melalui pembuatan sumur resapan di kawasan rusun mahasiswa (rusun) pada kampus 2 Politeknik PU. Penelitian dilakukan dengan melakukan analisis debit limpasan pada kawasan rusun dan uji permeabilitas tanah pada area tersebut. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode kuantitatif dengan menggunakan data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari hasil pengukuran permeabilitas tanah sedangkan data sekunder yang digunakan meliputi data curah hujan, *master plan* drainase dan peta *Digital Elevation Model* (DEMNAS). Berdasarkan penelitian, diperoleh hasil pengukuran nilai permeabilitas tanah di kawasan rusun Politeknik PU memiliki nilai 0,029-1,680 cm/jam, termasuk dalam permeabilitas rendah. Hasil uji permeabilitas tanah dan geolistrik menunjukkan kondisi tanah pada lokasi penelitian berupa tanah jenuh air sehingga sulit untuk meresapkan air ke dalam tanah. Analisis kapasitas sumur resapan dengan menggunakan nilai permeabilitas 0,029 cm/jam diperlukan sumur resapan sebanyak 38.217 buah, sedangkan perhitungan dengan nilai permeabilitas 1,680 cm/jam diperlukan sumur resapan sebanyak 660 buah. Jumlah kebutuhan sumur resapan dapat berkurang dengan memperhitungkan volume tampungan dan pola operasi embung yang terdapat pada kawasan rusun mahasiswa kampus 2 Politeknik PU. Kondisi lokasi penelitian yang relatif jenuh air dan memiliki permeabilitas rendah menyebabkan air sulit meresap sehingga perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mencari alternatif lain yang lebih sesuai guna diterapkan pada area tersebut.

Kata Kunci – Banjir; Debit Limpasan; Semarang; Sumur Resapan; Politeknik PU.

I. PENDAHULUAN

Kejadian banjir di seluruh dunia cenderung meningkat akibat dari perubahan iklim. Pemanasan global meningkatkan evaporasi dan mempercepat pembentukan titik-titik air di udara [1]. Peristiwa ini

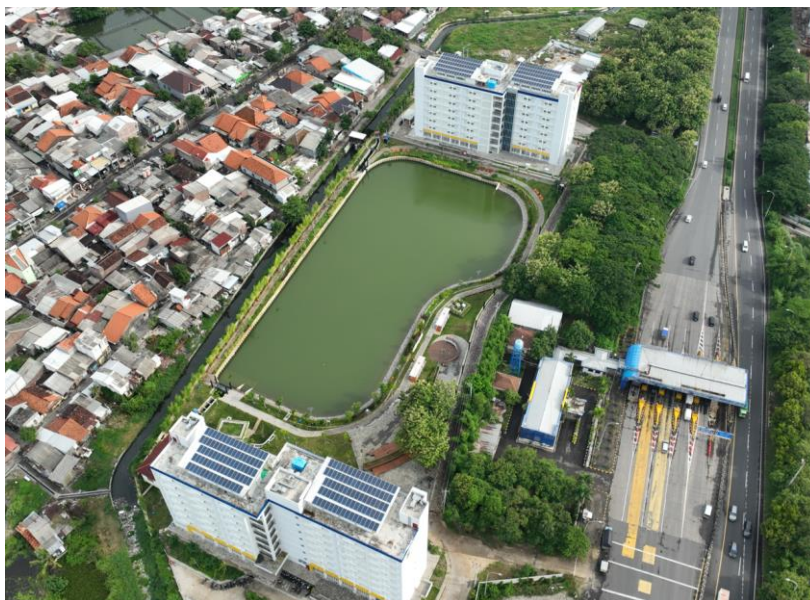
mengakibatkan siklus hidrologi menjadi lebih cepat. Dampak dari perubahan siklus hidrologi dapat menyebabkan peningkatan potensi curah hujan tinggi maupun peningkatan intensitas hujan, yang menyebabkan potensi kejadian banjir semakin meningkat [2]. Selain faktor perubahan iklim, banjir juga dipengaruhi oleh perubahan tata guna lahan. Jumlah penduduk bertambah menyebabkan kebutuhan akan lahan meningkat. Perubahan tata guna lahan tidak dapat dihindari seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk [3].

Berdasarkan data BNPB peristiwa banjir di Indonesia menjadi salah satu bencana dengan kejadian tertinggi [4]. Bencana banjir banyak terjadi di kota-kota besar Indonesia seperti Jakarta, Bandung, Samarinda, dan Semarang. Beberapa data menyebutkan luas area genangan banjir mengalami peningkatan dari tahun ke tahun [5]. Kota Semarang merupakan salah satu daerah yang rentan terhadap bencana banjir [6]. Banjir di Semarang hampir terjadi setiap tahun. Beberapa upaya sudah dilakukan untuk mengurangi debit banjir seperti pembangunan Bendungan Jatibarang [7], sistem polder [8], normalisasi sungai [9], dan lain-lain.

Politeknik PU merupakan kampus yang terletak di Kota Semarang dan merupakan daerah rawan banjir karena berada di dataran rendah. Untuk mengurangi potensi banjir di kampus Politeknik PU dilakukan upaya pengendalian limpasan hujan. Pengendalian limpasan hujan dilakukan dengan membangun embung pada area rumah susun (rusun) mahasiswa dan *long storage* pada area gedung perkuliahan. Di samping itu direncanakan pula penerapan teknologi lain seperti sumur resapan dan biopori, namun sumur resapan dinilai lebih efektif karena dapat menyerap air lebih banyak dibandingkan dengan biopori [10].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas pengendalian limpasan air hujan melalui pembuatan sumur resapan di kawasan rusun mahasiswa (rusun) pada kampus 2 Politeknik PU. Penelitian dilakukan dengan melakukan analisis debit limpasan pada kawasan rusun dan uji permeabilitas tanah. Kedua data tersebut akan menjadi dasar dalam perancangan kebutuhan sumur resapan pada area tersebut.

II. METODOLOGI PENELITIAN

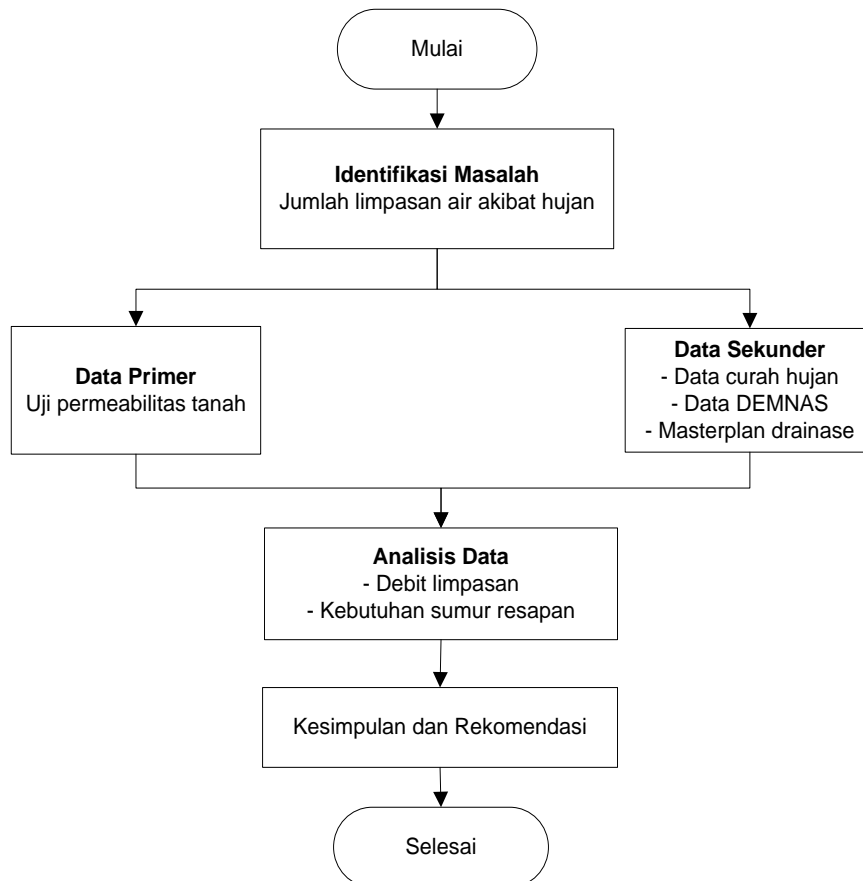


Gambar 1: Lokasi Penelitian Rusun Mahasiswa Kampus 2 Politeknik PU

Penelitian dilakukan di kampus 2 Politeknik Pekerjaan Umum, tepatnya pada kawasan rusun mahasiswa Politeknik PU seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Secara administratif, kawasan ini termasuk pada Kecamatan Gayamsari, Kota Semarang. Secara geografis daerah penelitian terletak pada $6^{\circ} 58' 20,62''$ – $6^{\circ} 58' 35,34''$ Lintang Selatan dan $110^{\circ} 27' 00,29''$ – $110^{\circ} 27' 05,67''$ Bujur Timur. Rusun mahasiswa Politeknik PU

memiliki luas area 28.153 m² dan terdiri dari dua gedung rusun mahasiswa, embung, dan beberapa fasilitas umum bagi mahasiswa.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode kuantitatif dengan alur kerja sesuai dengan gambar 2. Data yang digunakan dalam penelitian terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari hasil pengukuran permeabilitas tanah sedangkan data sekunder yang digunakan meliputi data curah hujan, master plan drainase dan peta *Digital Elevation Model (DEMNAS)*.



Gambar 2: Diagram Alir Penelitian

Penelitian diawali dengan melakukan analisis hujan-limpasan berdasarkan data curah hujan yang diperoleh dari stasiun hujan Maritim Tanjung Mas Semarang dengan jarak 5 km dari lokasi penelitian, selama 10 tahun dari 2012-2021. Data hujan digunakan untuk melakukan analisis intensitas hujan dengan metode Mononobe [11] dan debit banjir dengan menggunakan persamaan rasional [12] pada persamaan 1 dan persamaan 2.

$$I = \left[\frac{R_{24}}{24} \right] \left[\frac{24}{t} \right]^{2/3} \quad \dots(1)$$

Dengan :

I = intensitas hujan (mm/jam);

t = waktu curah hujan (jam);

R 24 = curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm).

$$Q_p = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \quad \dots(2)$$

Dengan :

Qp = debit puncak (m³/det);

C = koefisien limpasan;

I = intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam);

A = luas daerah aliran sungai (km²)

Persamaan lain yang dibutuhkan dalam perhitungan intensitas hujan yaitu waktu konsentrasi. Waktu konsentrasi adalah waktu yang dibutuhkan oleh hujan dari titik awal jatuh hingga mencapai lokasi penelitian. Waktu konsentrasi dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan Kirpich [13] sebagai berikut (persamaan 3).

$$t_c = \left(\frac{0,87 \cdot L^2}{1000 \cdot S} \right)^{0,385} \quad \dots(3)$$

Dengan :

t_c = waktu (jam);

L = panjang saluran (m);

S = kemiringan.

Pengukuran permeabilitas dilakukan dengan mengambil sampel tanah terganggu yang diambil pada lima titik di rusun Politeknik PU dengan cara penggalian lubang sampai kedalaman -1.00 m dari permukaan tanah. Alat-alat yang digunakan adalah *hand auger*, linggis, *stopwatch*, ember, gayung, meteran, dan alat tulis.

Analisis kebutuhan sumur resapan mengacu pada SK SNI 03-2453-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Teknik Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan. Berdasarkan standar tersebut diketahui bahwa dimensi ideal untuk sumur resapan individu yaitu diameter 1 m dan kedalaman 3 m [14], [15].

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Uji Permeabilitas Tanah

Lokasi penelitian diketahui termasuk dalam jenis tanah lempung yang berasal dari endapan, oleh karena itu metode uji permeabilitas yang digunakan yaitu *falling head* [16]. Koefisien permeabilitas dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu derajat kejenuhan tanah, distribusi ukuran dan butir tanah, kekentalan cairan, angka pori, dan kekasaran permukaan butiran tanah [17]. Koefisien permeabilitas tanah dibagi dalam 3 kategori yaitu rendah, menengah, dan tinggi seperti ditunjukkan pada Tabel 1 [18].

Tabel 1: Jenis Permeabilitas Tanah

Permeabilitas Tanah	Koefisien
Rendah	0,19 – 1,98 cm/jam
Menengah	2,20 – 2,85 cm/jam
Tinggi	> 3 cm/jam

Berdasarkan hasil uji permeabilitas tanah yang dilakukan pada lima titik di kawasan rusun mahasiswa kampus 2 Politeknik PU, diperoleh nilai permeabilitas tanah antara 0,029 – 1,680 cm/jam sehingga termasuk dalam kategori dengan permeabilitas tanah rendah. Hal ini sesuai dengan kondisi tanah yang cenderung terdiri tanah lempung. Kombinasi permeabilitas tanah yang termasuk dalam kategori rendah dan curah hujan yang tinggi berpotensi menghasilkan limpasan, sehingga perlu ditanggulangi agar tidak menjadi banjir.

B. Analisis Debit Limpasan

Analisis debit limpasan dilakukan dengan pengolahan data hujan dari stasiun hujan terdekat yaitu stasiun hujan Maritim Tanjung Mas. Data hujan yang digunakan yaitu dalam rentang tahun 2012 hingga 2021. Hal ini didasarkan atas data curah hujan yang dapat digunakan dalam analisis minimal adalah data hujan selama 10 tahun tanpa terputus dan memenuhi hasil analisis frekuensi [19]. Selain data curah hujan, diperlukan data topografi untuk mengetahui luas kawasan yang diteliti dan mengetahui panjang lereng (L) serta kemiringan lereng. Berdasarkan peta dari DEMNAS, diketahui luas area penelitian adalah 0,001 km², panjang lereng adalah 0,201 km, dan kemiringan lereng 0,05 %. Data tersebut digunakan untuk menghitung waktu konsentrasi (t_c) sesuai dengan persamaan 3 berikut.

$$tc = \left(\frac{0,87.L^2}{1000.S} \right)^{0,385}$$

$$tc = \left(\frac{0,87.201^2}{1000.0,05} \right)^{0,385}$$

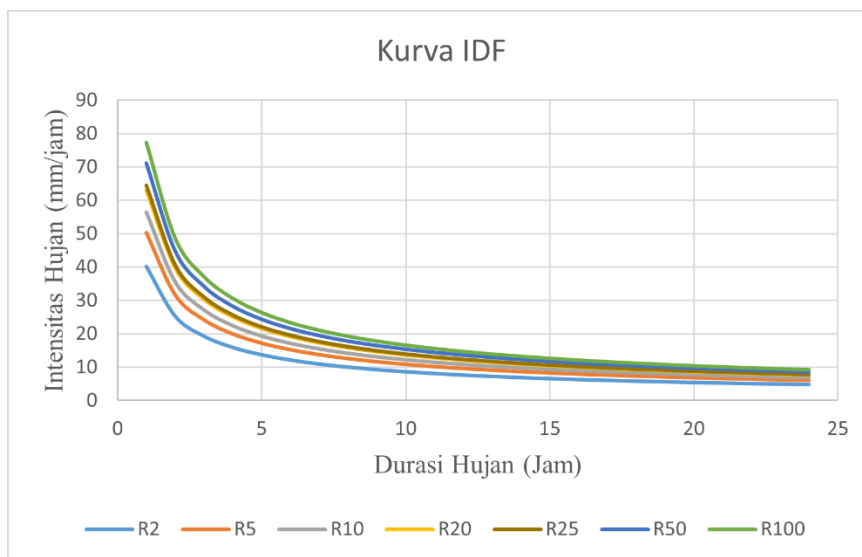
$$tc = 0,06 \text{ jam}$$

Data curah hujan maksimum ditentukan dengan menggunakan kurva Intensitas-Durasi-Frekuensi/IDF pada Gambar 3. Mengacu pada *masterplan* rusun mahasiswa Politeknik PU, saluran drainase pada kawasan tersebut didesain dengan menggunakan periode ulang 2 tahun, sehingga curah hujan 2 tahunan maksimum selama 24 jam berdasarkan Gambar 3 adalah 115,07 mm. Nilai tersebut kemudian digunakan dalam perhitungan intensitas hujan dengan metode Mononobe yang sudah dijelaskan pada persamaan 2. Perhitungan intensitas intensitas curah hujan periode ulang 2 tahun adalah sebagai berikut :

$$I = \left[\frac{R_{24}}{24} \right] \left[\frac{24}{t} \right]^{2/3}$$

$$I_{TR2} = \left[\frac{115,07}{24} \right] \left[\frac{24}{0,06} \right]^{2/3}$$

$$I_{TR2} = 257,14 \text{ mm/jam}$$



Gambar 3. Kurva IDF

Data hujan tersebut selanjutnya digunakan sebagai masukan pada perhitungan debit limpasan. Metode perhitungan debit limpasan dilakukan dengan menggunakan metode rasional. Pemilihan metode ini didasari oleh luas area penelitian kurang dari 50 ha sehingga metode yang cocok digunakan adalah metode debit rasional.

Tabel 2: Koefisien Limpasan

No	Topografi (Ct)	C
1	Datar (<1%)	0,03
2	Bergelombang (1-10%)	0,08
3	Perbukitan (10-20%)	0,16
4	Pegunungan (>20%)	0,26
No	Tanah (Cs)	C
1	Pasir dan kerikil	0,04
2	Lempung berpasir	0,08

Koefisien Limpasan
(C) = Ct + Cs + Cv

3	Lempung dan lanau	0,16
4	Lapisan batu	0,26
No	Vegetasi (Cv)	C
1	Pasir dan kerikil	0,04
2	Lempung berpasir	0,08
3	Lempung dan lanau	0,16
4	Lapisan batu	0,26

Sumber : Hassing, 1995 dalam Samaawa

Nilai koefisien limpasan (C) yang digunakan pada analisis didasarkan pada metode Hassing [20] yang disajikan dalam Tabel 2. Lokasi penelitian merupakan area dengan topografi datar, kondisi tanah lempung, dan vegetasi rerumputan, sehingga koefisien limpasan (C) diperoleh $0,03 + 0,16 + 0,21 = 0,40$.

Nilai C, I dan A yang sudah diperoleh kemudian digunakan untuk menghitung debit banjir limpasan sesyau dengan persamaan 1. Berikut adalah debit banjir limpasan pada area rusun mahasiswa kampus 2 Politeknik PU.

$$Q_p = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$Q_{pTR2} = 0,278 \times 0,4 \times 257,14 \times 0,001$$

$$Q_{pTR2} = 0,029 \text{ m}^3/\text{det.}$$

C. Analisis Kebutuhan Sumur Resapan

Sesuai dengan volume debit limpasan dan kondisi tanah yang sudah dianalisis maka dapat ditentukan debit air yang dapat diresapkan melalui sumur resapan di lokasi penelitian. Dengan mengacu pada SNI dapat diketahui luas permukaan sumur dengan diameter 1 m adalah sebesar $10,21 \text{ m}^2$. Koefisien permeabilitas diperoleh nilai $0,029-1,680 \text{ cm/jam}$, sehingga jumlah sumur minimal dapat ditentukan dengan menggunakan nilai koefisien permeabilitas terbesar dan jumlah sumur maksimal dapat ditentukan dengan menggunakan koefisien terkecil. Debit air yang dapat diresapkan ke dalam tanah dapat dihitung dengan mengalikan luas permukaan (A) (m^2) dengan koefisien permeabilitas (v) (m/jam). Berikut adalah perbandingan analisis debit dengan menggunakan nilai permeabilitas maksimum dan minimum yang dapat diresapkan pada lokasi penelitian.

$$Q = A \cdot v \quad \dots(4)$$

Debit dengan permeabilitas tanah $0,029 \text{ cm/jam}$

$$Q = 10,21 \times 0,00029 \\ = 0,003 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Debit dengan permeabilitas tanah $1,68 \text{ cm/jam}$

$$Q = 10,21 \times 0,0168 \\ = 0,172 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Mengacu pada analisis debit limpasan periode ulang 2 tahun yang sudah dilakukan, diperoleh hasil $0,029 \text{ m}^3/\text{detik}$. Nilai tersebut setara dengan $104,4 \text{ m}^3/\text{jam}$. Data tersebut kemudian digunakan untuk mengetahui kedalaman total sumur resapan. Kedaalaman total sumur resapan diperoleh dengan persamaan berikut :

$$H = \frac{V}{2\pi rK} \quad \dots(5)$$

Dengan :

H = kedalaman sumur (m);

V = volume limpasan (m^3/jam);

r = jari-jari sumur resapan (m);

K = permeabilitas (m/jam);

Kedalaman sumur dengan permeabilitas tanah 0,029 cm/jam

$$H = \frac{104,4}{2 \times 3,14 \times 0,5 \times 0,00029}$$
$$= 114.649,68 \text{ m}$$

Kedalaman sumur dengan permeabilitas tanah 1,680 cm/jam

$$H = \frac{104,4}{2 \times 3,14 \times 0,5 \times 0,0168}$$
$$= 1979,07 \text{ m}$$

Jika kedalaman sumur resapan adalah 3 m sesuai dengan SK SNI, maka jumlah sumur resapan dapat ditentukan dengan membagi H dengan tinggi sumur resapan rencana. Berikut adalah perbandingan jumlah sumur yang dibutuhkan dengan menggunakan nilai permeabilitas tanah terkecil dan terendah.

Jumlah sumur dengan permeabilitas tanah 0,029 cm/jam

$$n = \frac{114.649,68}{3}$$
$$= 38.217 \text{ buah.}$$

Jumlah sumur dengan permeabilitas tanah 1,680 cm/jam

$$n = \frac{1979,07}{3}$$
$$= 660 \text{ buah.}$$

Berdasarkan analisis, untuk memenuhi prinsip zero delta q di lokasi penelitian dibutuhkan kuantitas sumur resapan yang sangat besar sehingga membutuhkan lahan yang luas dalam aplikasinya. Namun analisis ini masih mengabaikan volume air yang ditampung oleh embung yang terdapat pada kawasan rusun mahasiswa Politeknik PU. Penggabungan antara teknologi sumur resapan dan embung diharapkan dapat mengurangi jumlah sumur yang dibutuhkan. Meski demikian, kondisi tanah yang jenuh air dan memiliki permeabilitas rendah menyebabkan air sulit meresap sehingga perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mencari alternatif lain yang lebih sesuai.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh hasil pengukuran nilai permeabilitas tanah yang dilakukan di kawasan rusun Politeknik PU memiliki nilai 0,029-1,680 cm/jam, termasuk dalam permeabilitas rendah. Hasil uji permeabilitas tanah dan geolistrik menunjukkan kondisi tanah pada lokasi penelitian berupa tanah jenuh air sehingga sulit untuk meresapkan air ke dalam tanah. Analisis kapasitas sumur resapan dengan menggunakan nilai permeabilitas 0,029 cm/jam diperlukan sumur resapan sebanyak 38.217 buah, sedangkan perhitungan dengan nilai permeabilitas 1,680 cm/jam diperlukan sumur resapan sebanyak 660 buah. Jumlah kebutuhan sumur resapan dapat berkurang dengan memperhitungkan volume tampungan dan pola operasi embung yang terdapat pada kawasan rusun mahasiswa kampus 2 Politeknik PU. Kondisi lokasi penelitian yang relatif jenuh air dan memiliki permeabilitas rendah menyebabkan air sulit meresap sehingga perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mencari alternatif lain yang lebih sesuai guna diterapkan pada area tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Eingrüber and W. Korres, "Climate change simulation and trend analysis of extreme precipitation and floods in the mesoscale Rur catchment in western Germany until 2099 using Statistical Downscaling Model (SDSM) and the Soil & Water Assessment Tool (SWAT model)," *Science of The Total Environment*, vol. 838, p. 155775, Sep. 2022, doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.155775.

- [2] P. Berg, C. Moseley, and J. O. Haerter, "Strong increase in convective precipitation in response to higher temperatures," *Nature Geosci*, vol. 6, no. 3, pp. 181–185, Mar. 2013, doi: 10.1038/ngeo1731.
- [3] A. Rosyidie, "Banjir: Fakta dan Dampaknya, Serta Pengaruh dari Perubahan Guna Lahan," *jrcp*, vol. 24, no. 3, p. 241, Dec. 2013, doi: 10.5614/jpwk.2013.24.3.1.
- [4] S. N. Qodriyatun, "Bencana Banjir: Pengawasan dan Pengendalian Pemanfaatan Ruang Berdasarkan UU Penataan Ruang dan RUU Cipta Kerja," *aspirasi*, vol. 11, no. 1, pp. 29–42, Jun. 2020, doi: 10.46807/aspirasi.v11i1.1590.
- [5] W. M. Putuhena and S. Ginting, "Pengembangan Model Banjir Jakarta," vol. 4.
- [6] A. Wahyuningtyas, J. E. Pahlevari, S. Darsono, H. Budienny, and J. Soedarto, "Pengendalian Banjir Sungai Bringin Semarang," vol. 6, 2017.
- [7] D. Oleh, "Kajian Efektifitas Pengendalian Banjir di DAS Garang".
- [8] Department of Civil Engineering Sultan Agung Islamic University, Jl. Raya Kaligawe Km. 4, Semarang, INDONESIA., H. P. Adi, S. I. Wahyudi, and Department of Civil Engineering Sultan Agung Islamic University, Jl. Raya Kaligawe Km. 4, Semarang, INDONESIA., "Tidal Flood Handling through Community Participation in Drainage Management System (A case study of the first water board in Indonesia)," *IJIE*, vol. 10, no. 2, May 2018, doi: 10.30880/ijie.2018.10.02.004.
- [9] D. P. Putra, H. Nugroho, and J. Soedarto, "Perencanaan Normalisasi Sungai Beringin Di Kota Semarang".
- [10] M. Juliandari, "Efektivitas Lubang Resapan Biopori Terhadap Laju Resapan (INFILTRASI)," *JTLTB*, vol. 1, no. 1, Sep. 2013, doi: 10.26418/jtltb.v1i1.3441.
- [11] D. Harisuseno, S. Wahyuni, and Y. Dwirani, "Penentuan Formulasi Empiris Yang Sesuai Untuk Mengestimasi Kurva Intensitas Durasi Frekuensi," *pengairan*, vol. 11, no. 1, pp. 47–60, May 2020, doi: 10.21776/ub.pengairan.2020.011.01.06.
- [12] A. Farida and V. T. Aryuni, "Analisis Limpasan Permukaan Di Sekitar Kampus Universitas Muhammadiyah Sorong Kota Sorong," vol. 12, 2020.
- [13] U. S. Lestari, "Kajian Metode Empiris Untuk Menghitung Debit Banjir Sungai Negara Di Ruas Kecamatan Sungai Pandan (Alabio)," *POROSTEKNIK*, vol. 8, no. 2, p. 86, Jan. 1970, doi: 10.31961/porosteknik.v8i2.373.
- [14] Badan Standarisasi Nasional, "SNI 03 2453 2002 Tata Cara Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan untuk Lahan Pekarangan." Badan Standarisasi Nasional, 2002.
- [15] K. Iriani and A. Gunawan, "Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan Untuk Konservasi Air Tanah Di Daerah Permukiman (STUDI KASUS DI PERUMAHAN RT. II, III, DAN IV PERUMNAS LINGKAR TIMUR BENGKULU)," 2013.
- [16] M. Imamuddin and B. A. Hanif, "Penggunaan Metode Falling Head Dalam Menentukan Daya Serap Air Untuk Mereduksi Genangan Di Kampus Ft-Umj".
- [17] M. Muntaha, "42Pemodelan Infiltrasi Air ke Dalam Tanah dengan Alat "Kolom Infiltrasi" untuk Menghitung Koefisien Permeabilitas Tanah Tidak Jenuh (kw)," *JITS*, vol. 8, no. 1, p. 35, Feb. 2010, doi: 10.12962/j12345678.v8i1.2732.
- [18] N. Penhen, T. M. Hartati, and E. Ladjinga, "Penentuan Laju Infiltrasi dan Permeabilitas Tanah Pada Beberapa Penggunaan Lahan di Kelurahan Jambula," *Prosiding Seminar Nasional Agribisnis 2022*, vol. 2, no. 1, 2022.
- [19] D. Mulyono, "Analisis Karakteristik Curah Hujan Di Wilayah Kabupaten Garut Selatan," *Jurnal Konstruksi*, vol. 12, no. 1, Apr. 2016, doi: 10.33364/konstruksi/v.12-1.274.
- [20] A. Samaawa and M. P. Hadi, "Estimasi Debit Puncak Berdasarkan Beberapa Metode Penentuan Koefisien Limpasan Di Sub Das Kedung Gong, Kabupaten Kulonprogo, Yogyakarta".