

ALTERNATIF PENGENDALIAN LIMPASAN PERMUKAAN DI PERKOTAAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE *ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS* (AHP)

Tiny Mananoma¹, Frederiko Marchiano Imanuel Moningka^{2*}

^{1,2} Universitas Sam Ratulangi, Indonesia

E-mail: moningkamarch@gmail.com

Abstract: Control of surface runoff is a major challenge in sustainable urban stormwater management. High rainfall can cause various problems such as floods and landslides. Related to the problem of surface runoff includes a number of problems that require attention and good solutions to maintain environmental sustainability and prevent negative impacts from surface runoff. Surface runoff control activities generally tend to be social, technically costly, and relatively long. Collaboration with experts, government, and local stakeholders can also reinforce the concept of successful surface runoff control. The application of the AHP (Analytical Hierarchy Process) method is needed as a systematic approach to evaluate and select effective alternative surface runoff control systems, in this study four alternatives were taken based on three criteria. These alternatives involve solutions such as the application of biopores of infiltration wells, rainwater harvesting, retention ponds and green open spaces then these alternatives are evaluated based on relevant criteria, in this study the relevant criteria are taken namely technically, environmentally and cost. The results of this analysis using the AHP method provide relative priority values for each alternative, allowing for the selection of optimal solutions to surface runoff problems. The result is alternative green open space is an optimal solution for surface runoff control systems in urban areas.

Keywords : AHP, Surface Breath

Abstrak: Pengendalian limpasan permukaan merupakan tantangan utama dalam manajemen air hujan di perkotaan yang berkelanjutan. Curah hujan yang tinggi dapat menimbulkan berbagai permasalahan seperti banjir dan tanah longsor. Terkait dari permasalahan limpasan permukaan ini mencakup sejumlah masalah yang memerlukan perhatian dan solusi yang baik untuk menjaga keberlanjutan lingkungan dan mencegah dampak negatif dari limpasan permukaan. Kegiatan pengendalian limpasan permukaan umumnya cenderung bersifat sosial, dan secara teknis memerlukan biaya yang cukup besar, serta waktu yang relative panjang. Kolaborasi dengan ahli, pemerintah, dan pemangku kepentingan lokal juga dapat memperkuat konsep pengendalian limpasan permukaan yang berhasil. Penerapan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) diperlukan sebagai pendekatan sistematis untuk mengevaluasi dan memilih alternatif sistem pengendalian limpasan permukaan yang efektif, dalam kajian ini diambil empat alternatif dengan berdasarkan tiga kriteria. Alternatif-alternatif ini melibatkan solusi seperti penerapan biopori sumur resapan, pemanenan air hujan, kolam retensi dan ruang terbuka hijau kemudian alternatif tersebut dievaluasi berdasarkan kriteria yang relevan, dalam kajian ini diambil kriteria yang berkaitan yakni secara teknis, lingkungan dan biaya. Hasil dari analisis menggunakan metode AHP ini memberikan nilai prioritas relatif untuk setiap alternatif, yang memungkinkan dalam pemilihan solusi yang optimal terkait permasalahan limpasan permukaan. Hasil alternatif ruang terbuka hijau merupakan solusi yang optimal untuk sistem pengendalian limpasan permukaan di perkotaan.

Kata Kunci : AHP, Limpasan permukaan

PENDAHULUAN

Curah Hujan merupakan aspek penting dalam siklus air di bumi dan memiliki berbagai manfaat dan dampak yang signifikan terhadap lingkungan dan kehidupan (Desmonda et al., 2018; Nufutomo, 2022; Taufiqurrahman, 2020). Manfaat hujan dapat digunakan sebagai penyediaan air bersih terutama untuk daerah yang memiliki keterbatasan terhadap sumber air permukaan, kemudian air hujan bermanfaat sebagai penyuburan tanah dikarenakan air yang jatuh ke daratan dan meresap ke dalam tanah dapat menyuburkan tanah namun bukan hanya menyuburkan tanah air hujan juga dapat menyuburkan tumbuhan dan tanaman pertanian. Selain itu hujan dapat mendukung ekosistem alami termasuk hutan, sungai dan danau, dan juga hujan dapat membantu mengendalikan suhu di lingkungan dengan mengurangi panas melalui penguapan air (Citra et al., 2022; Nasib et al., 2022; Ningsih, 2012).

Selain bermanfaat hujan juga dapat memberi dampak negatif bagi lingkungan hidup diantaranya dapat menyebabkan banjir, erosi tanah, dan dapat merusak ekosistem yang ada (Dewanti et al., 2018; Rahmawan et al., 2022; Sideng et al., 2022). Curah hujan yang tinggi dapat menimbulkan permasalahan seperti banjir dan tanah longsor, dengan demikian, hujan adalah sumber daya yang sangat penting, tetapi juga dapat memiliki dampak negatif jika tidak dikelola dengan baik (Ishak, 2018; Maslia & Puspitasari, 2023). Untuk meminimalisir debit limpasan permukaan maka perlu dilakukan pengendalian limpasan permukaan yang bijaksana, termasuk infrastruktur pengendalian limpasan permukaan yang memadai dan tindakan konservasi lingkungan, dapat membantu memaksimalkan manfaat dan mengurangi dampak negatifnya (Freecenta et al., 2022; Yuda, 2020).

Dengan penggunaan Analisis Hirarki Proses dalam pengendalian limpasan permukaan dapat membantu untuk pengambilan keputusan dengan melakukan penilaian yang berbasis data dan sistematis. Hal ini membantu dalam memilih solusi terbaik yang mencapai tujuan pengendalian limpasan permukaan dengan cara yang paling efisien dan efektif sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan (Leal, 2020).

METODE

Pengembangan model yang diterapkan dengan menggunakan *Metode Analytical Hierarchy Process* (AHP). *Metode Analytical Hierarchy Process* (AHP) adalah suatu

pendekatan sistematis untuk membandingkan sejumlah tujuan atau alternatif. AHP memberikan landasan yang jelas dalam pengambilan keputusan, baik secara rasional maupun intuitif, untuk memilih alternatif terbaik dari berbagai opsi yang dievaluasi dengan multi kriteria (Han et al., 2020; Mohammed et al., 2018). Analisis perlu mengikuti langkah-langkah berikut untuk mempertimbangkan kriteria dan alternatif kriteria untuk mendapatkan hasil yang optimal. Pelaksanaan dilaksanakan dengan identifikasi tujuan, menentukan tujuan dan kriteria, alternatif sistem pengendalian limpasan. Proses mendapatkan hasil alternatif dan penilaian alternatif.

1. Identifikasi tujuan

Masalah pengendalian limpasan melibatkan risiko yang tinggi akibat curah hujan yang ekstrim, yang dapat menyebabkan banjir yang merusak properti, infrastruktur, dan lingkungan, identifikasi tujuan dalam pengendalian limpasan permukaan dapat menjadi langkah awal yang penting untuk merumuskan solusi yang efektif.

2. Tentukan tujuan dan kriteria

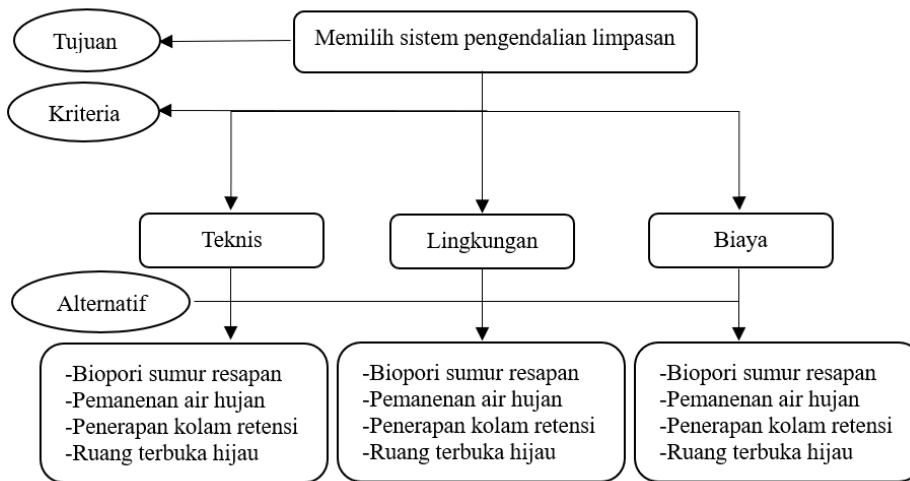
Tentukan tujuan dan kriteria dengan cermat berdasarkan permasalahan limpasan permukaan adalah langkah yang penting dalam pengambilan sistem pengendalian limpasan permukaan yang efektif.

3. Alternatif sistem pengendalian limpasan

Berdasarkan permasalahan limpasan permukaan maka diambil solusi alternatif dengan memperhatikan berbagai aspek dan kepentingan agar dapat mengurangi banjir dan erosi tanah. Dalam hal ini 4 jenis alternatif system yang dilaksanakan yaitu :

1. Biopori sumur resapan
2. Pemanenan air hujan
3. Penerapan kolam retensi
4. Penerapan ruang terbuka hijau

Hirarki tujuan, kriteria serta alternatif tindakan dalam pendukung keputusan pada pengendalian limpasan permukaan dijelaskan pada gambar berikut ini :



Gambar 1. Hirarki tujuan, kriteria dan alternatif

4. Proses untuk mendapatkan alternatif

Menggunakan pengembangan konsep permasalahan maka setiap alternatif pengendalian diproses untuk mendapatkan keputusan yang optimal

5. Penilaian Alternatif

Penilaian alternatif ini menggunakan skala peringkat hirarki dengan perbandingan dari masing-masing kriteria.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

a. Penilaian kriteria

Kriteria	Teknis	Lingkungan	Biaya
Teknis	1	2	2
Lingkungan	1/2	1	2
Biaya	1/2	1/2	1

Menghitung nilai eigen dengan perkalian matriks dan diperoleh nilai eigen yang stabil sehingga diketahui peringkat kriteria sebagai berikut :

Teknis	0,49
Lingkungan	0,31
Biaya	0,20

b. Penilaian Alternatif Terhadap Kriteria Teknis

Teknis	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 4
Alternatif 1	1	3	2	2
Alternatif 2	1/3	1	1/3	1/3

Alternatif 3	1/2	3	1	1/2
Alternatif 4	1/2	3	2	1

Menghitung nilai eigen dengan perkalian matriks dan diperoleh nilai eigen yang stabil sehingga diketahui peringkat alternatif terhadap kriteria teknis sebagai berikut :

Alternatif 1	0,38
Alternatif 2	0,12
Alternatif 3	0,21
Alternatif 4	0,29

c. Penilaian Alternatif Terhadap Kriteria Lingkungan

Lingkungan	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 4
Alternatif 1	1	3	2	1/2
Alternatif 2	1/3	1	1/3	1/3
Alternatif 3	1/2	3	1	1/2
Alternatif 4	2	3	2	1

Menghitung nilai eigen dengan perkalian matriks dan diperoleh nilai eigen yang stabil sehingga diketahui peringkat alternatif terhadap kriteria lingkungan sebagai berikut:

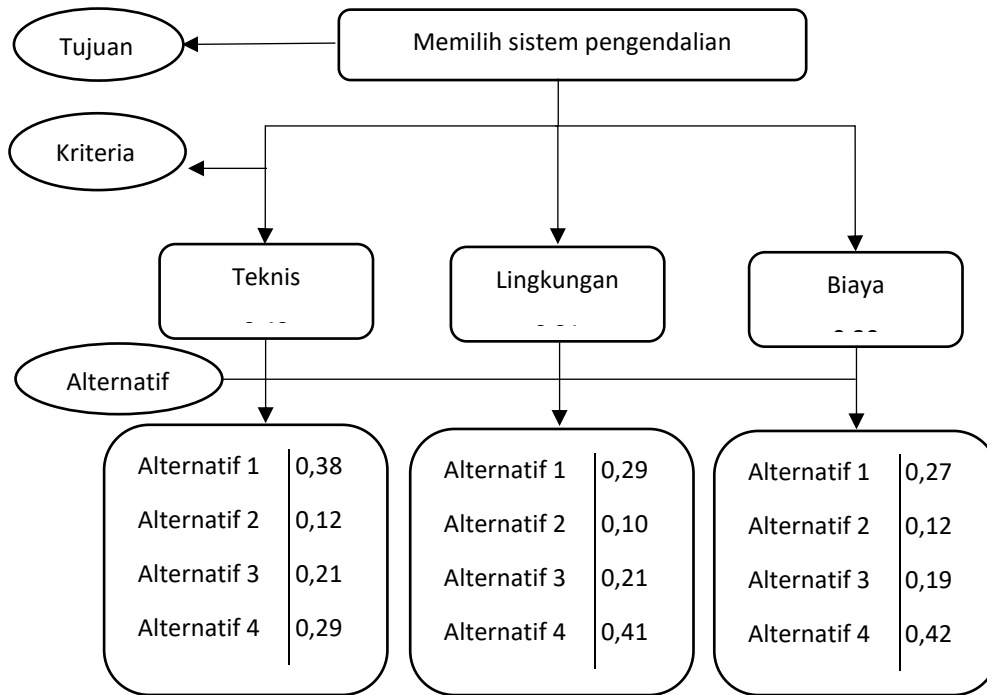
Alternatif 1	0,29
Alternatif 2	0,10
Alternatif 3	0,21
Alternatif 4	0,41

d. Penilaian Alternatif Terhadap Kriteria Biaya

Biaya	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 4
Alternatif 1	1	2	2	1/2
Alternatif 2	1/2	1	1/2	1/3
Alternatif 3	1/2	2	1	1/2
Alternatif 4	2	3	2	1

Menghitung nilai eigen dengan perkalian matriks dan diperoleh nilai eigen yang stabil sehingga diketahui peringkat alternatif terhadap kriteria biaya sebagai berikut :

Alternatif 1	0,27
Alternatif 2	0,12
Alternatif 3	0,19
Alternatif 4	0,42



Gambar 2. Nilai kriteria dan alternatif

Perangkingan diperoleh dari perkalian matriks bobot kriteria dengan matriks bobot alternatif.

	Teknis	Lingkungan	Biaya	
Alternatif 1	0,38	0,29	0,27	0,49
Alternatif 2	0,12	0,10	0,12	0,31
Alternatif 3	0,21	0,21	0,19	0,20
Alternatif 4	0,29	0,41	0,42	

Hasil perkalian matriks memberikan nilai terhadap masing-masing alternatif sebagai berikut :

Pengendalian Limpasan Permukaan	Nilai
Alternatif 1. Biopori dan sumur resapan	0,33
Alternatif 2. Pemanenan air hujan	0,11
Alternatif 3. Penerapan kolam retensi	0,21
Alternatif 4. Ruang terbuka hijau	0,35

Alih fungsi lahan serta peningkatan penduduk di perkotaan merupakan salah satu penyebab dari permasalahan limpasan permukaan. Permasalahan terkait limpasan permukaan mencakup sejumlah masalah yang memerlukan perhatian dan solusi yang baik untuk menjaga keberlanjutan lingkungan dan mencegah dampak negatif. Terdapat berbagai permasalahan yang terkait dengan limpasan permukaan, masalah ini dapat

memengaruhi lingkungan, infrastruktur, dan kesejahteraan masyarakat. Beberapa masalah umum yang terkait dengan limpasan permukaan seperti banjir, tanah longsor, kerusakan infrastruktur, penggunaan energi yang tinggi, ancaman kesehatan dan kerugian ekonomi (Kebangkitan et al., 2022; Latief et al., 2021).

Pengendalian limpasan permukaan merupakan aspek kunci dalam manajemen sumber daya air dan lingkungan, terutama di daerah perkotaan. Kegiatan pengendalian limpasan permukaan umumnya cenderung bersifat sosial, dan secara teknis memerlukan biaya yang cukup besar, serta waktu yang relatif panjang. Pengendalian limpasan permukaan akan berhasil dengan baik jika dilakukan dengan teknis yang tepat, melibatkan masyarakat pelaku aktivitas dalam kawasan yang dikendalikan, serta mendatangkan keuntungan ekonomi (Kamiana, 2018a; Kustamar, 2017). Untuk menyusun strategi pengendalian, maka perlu melakukan serangkaian tindakan yang dirancang untuk mengendalikan limpasan permukaan dan perlu dikenali berbagai faktor yang berpengaruh seperti hujan dan kondisi tanah, agar tidak menyebabkan banjir dan erosi tanah, pencemaran air, atau kerusakan lingkungan. Ini melibatkan penggunaan infrastruktur, praktik konservasi, dan tindakan manajemen lainnya. Penggunaan infrastruktur dan praktik teknis ini akan sangat bermanfaat untuk mengurangi permasalahan yang disebabkan oleh limpasan permukaan. Strategi pengendalian memerlukan pendekatan secara keseluruhan dan berkelanjutan. Hasil penelitian lain menyebutkan bahwa strategi mengatasi masalah limpasan permukaan yaitu dilakukan dengan perencanaan yang bijaksana dalam tata guna lahan perkotaan, infrastruktur drainase yang efisien, tata guna lahan, teknologi ramah lingkungan, pemantauan rutin terhadap kualitas air hujan yang mencapai saluran air atau sungai untuk mengidentifikasi polutan, perencanaan pengembangan jangka panjang, dan edukasi pada masyarakat terkait pengendalian limpasan permukaan yang berkelanjutan (Kamiana, 2018b; Kustamar et al., 2018).

Guna mendapatkan hasil yang optimal pendekatan AHP membantu dalam mengambil keputusan yang berdasarkan data dan kriteria yang terdefinisi dengan baik, yang dapat memungkinkan pengendalian limpasan permukaan yang lebih efektif dan sesuai dengan tujuan yang ditetapkan. Pada pengembangan konsep pengendalian limpasan permukaan melibatkan proses perancangan dan menciptakan strategi untuk mengendalikan limpasan permukaan yang efektif dan berkelanjutan. Konsep ini dapat

membantu dalam perencanaan, dan pengambilan keputusan terkait pengendalian limpasan permukaan (Leal, 2020).

Dalam pengembangan konsep tahap awal mengidentifikasi permasalahan yang ada terkait limpasan permukaan di suatu wilayah atau sistem, untuk mengurangi resiko seperti banjir yang sering terjadi dan lakukan pengumpulan data yang relevan terkait pengendalian limpasan permukaan agar dapat digunakan analisis hasil dari berbagai skenario untuk mengevaluasi sistem pengendalian limpasan permukaan. Lakukan optimasi dalam berbagai alternatif pengendalian dengan menggunakan sistem pengambilan keputusan untuk mendapatkan hasil atau solusi yang optimal (Kamiana, 2018a; Permadi et al., 2018).

Terkait pendekatan sistem dalam memilih hasil yang optimal diketahui bahwa dibutuhkan pemahaman menyeluruh tentang sistem hidrologi, tata guna lahan, dan faktor-faktor terkait lainnya yang mempengaruhi limpasan permukaan merupakan suatu pendekatan sistem dalam memilih hasil yang optimal dalam pengendalian limpasan permukaan. Tujuan utamanya adalah untuk mengelola aliran air permukaan secara efektif, mengurangi risiko banjir, erosi tanah serta meminimalkan dampak negatif pada lingkungan (Isa et al., 2020; Kustamar et al., 2018).

SIMPULAN

Penerapan Ruang Terbuka Hijau adalah yang paling efisien dan efektif untuk mengurangi dampak negatif dari limpasan permukaan.

DAFTAR RUJUKAN

- Citra, F. W., Nurmintan, & Dhamri. (2022). Karakteristik Intensitas Curah Hujan Yang Terjadi Di Kota Bengkulu Pada Tahun 2016 – 2021. *Jurnal Georaflesia*, 7(2).
- Desmonda, D., Tursina, T., & Irwansyah, M. A. (2018). Prediksi Besaran Curah Hujan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series. *Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi (JUSTIN)*, 6(4), 141. <https://doi.org/10.26418/justin.v6i4.27036>
- Dewanti, Y. P., Muliadi, & Adriat, R. (2018). Pengaruh El Niño Southern Oscillation (ENSO) Terhadap Curah Hujan di Kalimantan Barat. *Prisma Fisika*, 6(3).
- Frecenta, H. F., Yulia Puspaningrum, E., & Maulan, H. (2022). Prediksi Curah Hujan Di Kab. Malang Menggunakan LSTM (Long Short Term Memory). *Jurnal Informatika Dan Sistem Informasi*, 3(1). <https://doi.org/10.33005/jifosi.v3i1.448>

- Han, Y., Wang, Z., Lu, X., & Hu, B. (2020). Application of AHP to road selection. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(2). <https://doi.org/10.3390/ijgi9020086>
- Hastuty, S. (2017). Identifikasi faktor pendorong alih fungsi lahan pertanian. *Jurnal Prosiding Seminar Nasional*, 03(01).
- Isa, M., Sumarauw, J. S. F., & Hendratta, L. A. (2020). Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Sungai Marisa Kecamatan Limboto Barat Kabupaten Gorontalo. *Jurnal Sipil Statik*, 8(4), 591–600.
- Ishak, I. (2018). Dampak Curah Hujan Terhadap Produktivitas Tanaman Padi Sawah Pada Masyarakat Petani Di Desa Lambo-Lemo Kecamatan Samaturu Kabupaten Kolaka. *Jurnal Penelitian Pendidikan Geografi*, 3(4). <https://doi.org/10.36709/jppg.v3i4.4834>
- Kamiana, I. M. (2018a). Pengendalian Debit Limpasan Permukaan Berbasis Pemanenan Air. *PROTEKSI (Proyeksi Teknik Sipil)*, 4(2).
- Kamiana, I. M. (2018b). Pengendalian Debit Limpasan Permukaan Berbasis Pemanenan Air Hujan Skala Individu Pada Jaringan Saluran Drainase Tersier. *PROTEKSI (Proyeksi Teknik Sipil)*, 4.
- Kebangkitan, P. M., Kreatif, E., Petani, K., Faktor-Faktor, D., Memengaruhi, Y., Fungsi, A., Kakao, L., Jhalani, N. F., Managanta, A. A., & Ridwan, D. (2022). Karakteristik Petani dan Faktor-Faktor yang Memengaruhi Alih Fungsi Lahan Kakao ke Nilam. *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Pertanian UNS*, 6(1).
- Kustamar. (2017). Pengendalian Limpasan Permukaan. *Mitra Gajayana, Bagian I*.
- Kustamar, Hargono, E., & Subakti, B. (2018). Strategi Pengendalian Banjir di Kawasan Permukiman Padat. *Buletin Utama Teknik*, 14(1).
- Latief, R., Barkey, R. A., & Suhaeb, M. I. (2021). Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Banjir di Kawasan Daerah Aliran Sungai Maros. *Urban and Regional Studies Journal*, 3(2). <https://doi.org/10.35965/ursj.v3i2.669>
- Leal, J. E. (2020). AHP-express: A simplified version of the analytical hierarchy process method. *MethodsX*, 7. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2019.11.021>
- Maslia, & Puspitasari, D. juli. (2023). Dampak Perubahan Curah Hujan Terhadap Pendapatan Petani Padi Di Desa Kombo Kecamatan Dampal Selatan Kabupaten Tolitoli. *Jurnal Gawalise*, 1(2).
- Mohammed, A. M., Morsy, E. I., & Omara, F. A. (2018). *Trust model for cloud service*

- consumers. 122–129. <https://doi.org/10.1109/itce.2018.8316610>
- Nasib, S. K., Nurwan, N., Yanuari, E. D. D., & Macmud, T. (2022). Karakteristik Rantai Markov Pada Data Curah Hujan Bulanan Stasiun Djalaluddin. *Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika, Vol. 7 No. 2* (Vol. 7 No. 2 (2022): Vol. 7 No. 2 (2022): September 2022-Februari 2023).
- Ningsih, D. H. U. (2012). Metode Thiessen Polygon untuk Ramalan Sebaran Curah Hujan Periode Tertentu pada Wilayah yang Tidak Memiliki Data Curah Hujan. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK, Volume 17*(No 2).
- Nufutomo, T. K. (2022). Perubahan Iklim Sebagai Ancaman Ketahanan Kualitas Air Pada Daerah Aliran Sungai: Literatur Review. *Jurnal Reka Lingkungan, 10*(3).
- Permadi, M. G., Tjahjono, B., & Baskoro, D. P. T. (2018). Identifikasi Daerah Risiko Bencana Longsor di Kota Bogor. *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan, 20*(2). <https://doi.org/10.29244/jitl.20.2.86-94>
- Rahmawan, H., Muhammad, D. M., & Farianto. (2022). Pengembangan sistem pengukur curah hujan di sungai Jakarta berbasis IoT. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Agri-Informatika, 9*(1). <https://doi.org/10.29244/jika.9.1.23-36>
- Sari, R. W. S. W. S., & Yuliani, E. (2022). Identifikasi Dampak Alih Fungsi Lahan Pertanian Ke Non Pertanian Untuk Perumahan. *Jurnal Kajian Ruang, 1*(2). <https://doi.org/10.30659/jkr.v1i2.20032>
- Sideng, U., Zhiddiq, S., & Ernah, E. (2022). Analisis Karakteristik Curah Hujan di Wilayah Kabupaten Sinjai. *LaGeografia, 20*(2). <https://doi.org/10.35580/lageografia.v20i2.22730>
- Taufiqurrahman, T. (2020). *Pengaruh Ketelitian Proses Interpolasi Data Curah Hujan analisis Rawan Bencana Banjir*.
- Yuda, I. W. A. (2020). Perbandingan Dampak El Nino Kuat 2015/16 Dan 1997/98 Terhadap Curah Hujan Di Provinsi Bali - Indonesia. *Megasains, 11*(2). <https://doi.org/10.46824/megasains.v11i2.13>