

Analisis Sedimentasi di Hulu Waduk Malahayu Kecamatan Banjarharjo Kabupaten Brebes

Sedimentation Analysis in the Upstream of Malahayu Reservoir Banjarharjo Subdistrict, Brebes Regency

Ahmad Muzaeni¹, Abdul Khamid², Wahidin³, Wahudin Diantoro⁴, Yulia Feriska⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhadi Setiabudi, Brebes, Indonesia

E-mail: *¹ahmadmuzaeni@gmail.com, ²abdulkhamid.mt@gmail.com, ³wahidinnaures@gmail.com,
⁴ir.wahudiniantoro@gmail.com, ⁵yuliaferiska1@gmail.com

Abstract

Sediments are the result of erosion, either in the form of surface erosion, trench erosion, or other types of soil erosion. The increase in the percentage of sediment in the reservoir which increases rapidly at any time, causing siltation of the reservoir and influencing the reservoir capacity and service life of the reservoir. In this result, will discuss the volume of sediment deposits, sedimentation rates, sediment distribution, and estimated service life of reservoirs in the North West Brebes district. Sediment sediment volume that settles at each marked elevation is reduced by the volume of reservoir reservoir. The sedimentation rate that occurs is based on the volume of sediment that settles every year. The service life of the reservoir is marked by a decrease in the dead reservoir. The volume of sediment that occurred in the Balikayu dam in 2016 reached 8.7965437 million m³. The sedimentation rate that occurred ranged from 1.2566491 million m³ / year. The age of the reservoir is 85 years, but the measurement results move faster. By comparing the actual sedimentation rate with reservoir planning data, if there is a suitability it is necessary to carry out maintenance and if a faster estimate occurs with planning it is necessary to handle the sediment that occurs.

Keywords: reservoir reservoir, sediment volume, sedimentation rate, age of reservoir service

Abstrak

Sedimen adalah hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi tanah lainnya. Kenaikan persentasi sedimen pada waduk yang tiap waktu meningkat pesat sehingga menimbulkan pendangkalan waduk dan berpengaruh terhadap kapasitas waduk serta umur layanan waduk. Penelitian ini tentang volume endapan sedimen, laju sedimentasi, distribusi sedimen, dan estimasi umur layanan waduk di bendungan malahayu Kabupaten Brebes Jawa Tengah. Volume endapan Sedimen yang mengendap pada tiap elevasi yang ditandai dengan berkurangnya volume tampungan waduk. Laju sedimentasi yang terjadi berdasar pada volume sedimen yang mengendap setiap tahunnya. Umur layanan waduk ditandai dengan berkurangnya tampungan mati waduk tersebut. Volume sedimen yang terjadi di bendungan malahayu pada tahun 2016 mencapai 8.7965437 juta m³. Laju sedimentasi yang terjadi berkisar 1.2566491 juta m³/tahun. Umur usia waduk yang di rencanakan 85 tahun namun hasil pengukuran bergerak lebih cepat. Dengan membandingkan laju sedimentasi aktual dengan data perencanaan waduk, jika terjadi kesesuaian maka perlu di lakukan pemeliharaan dan jika terjadi perkiraan yang lebih cepat dengan perencanaan, maka perlu dilakukan penanganan sedimen yang terjadi.

Kata Kunci: tampungan waduk, volume sedimen, laju sedimentasi, umur layanan waduk

PENDAHULUAN

Sebagian besar air hujan mengalir ke tempat lebih rendah dan akhirnya ke danau/laut melalui alur sungai. Aliran ini menggerus dasar sungai dan membentuk alur sungai. Perlakuan manusia pada sungai menyebabkan perubahan pola aliran, termasuk gaya dan angkutan sedimen. Bendungan Malahayu di Kabupaten Brebes, berjenis Concrete Faced Rockfill dam,

memiliki tinggi 31,35 m, panjang 176 m, dan kapasitas tampung 46 juta meter kubik. Dalam waktu kurang dari satu tahun, bendungan diharapkan berfungsi sebagai sumber air [1].

Secara garis besar total volume air yang ada yaitu air asin dan air tawar di dunia adalah 1.385.984.610 km³, yang terdiri atas air laut (air asin) sekitar 1.338.000.000 km³ atau 96,54%, air asin diluar air laut 12.995.400 km³ atau 0,93%, dan air tawar sekitar 35.029.210 km³ atau 2,53% dari total air keseluruhan. Jumlah total air tawar di dunia, diluar es di kutub, diluar es lainnya dan salju adalah 10.665.110 km³ dengan rincian air tanah tawar 98,73% dan air tanah dangkal 0,15 %. Sisanya sebanyak 1,11% terdiri dari danau tawar (0,85%), rawa/payau (0,85%), sungai (0,02%), air biologi (0,01 %), dan air di udara (0,12%) [2].

Waduk adalah sebuah struktur atau bangunan air yang dibuat dengan tujuan menampung air dalam jumlah yang cukup besar [3]. Waduk biasanya dibangun di aliran sungai atau daerah aliran sungai untuk mengatur aliran air, menyimpan air, dan memanfaatkannya untuk berbagai keperluan [4]. Waduk sering digunakan untuk penyediaan air irigasi bagi lahan pertanian, pengendalian banjir, pembangkit listrik tenaga air, serta keperluan air minum dan industry [5], [6]. Selain itu, waduk juga dapat menjadi tempat rekreasi, pariwisata, dan budi daya ikan air tawar [7], [8]. Waduk berperan sebagai tempat penyimpanan dan penampungan air yang cukup selama musim basah, sehingga air tersebut dapat digunakan pada musim kering [1], [9]. Fungsi utama waduk adalah untuk mengairi lahan pertanian, namun juga memiliki fungsi lain seperti pengendalian banjir saat musim hujan, budidaya ikan air tawar, serta sebagai tempat rekreasi dan pariwisata [10].

Waduk Malahayu dibangun antara tahun 1934 hingga 1937 dan dioperasikan untuk menampung air dari sungai Kabuyutan dan beberapa sungai kecil lainnya [11]. Pada tahun 1974, dilakukan perbaikan aliran sungai Kabuyutan dan sungai-sungai kecil oleh Prosida (subproyek Pemali-Comal). Waduk Malahayu menerima pasokan air dari sungai Kabuyutan, yang memiliki dua anak sungai yaitu sungai Ciomas yang berasal dari Gunung Heubeulisuk, dan sungai Cigora yang berasal dari Gunung Beleketepe [12], [13]. Fungsi utama Waduk Malahayu adalah sebagai penyedia air irigasi untuk luas area seluas 12.674 hektar. Daerah irigasi yang dilayani oleh waduk ini mencakup Daerah Irigasi Kabuyutan (4.166 Ha), Daerah Irigasi Jengkolak (6.173 Ha), dan Daerah Irigasi Babakan (2.335 Ha). Artinya, waduk ini berperan penting dalam memasok air untuk pertanian di wilayah tersebut. Saluran air di sekitar Waduk Malahayu memiliki total panjang 35,674 km. Saluran tersebut terdiri dari Saluran Induk (SI) Babakan dengan panjang 9,126 km, Saluran Induk Jengkelok dengan panjang 4,308 km, Saluran Induk Kabuyutan dengan panjang 3,440 km, dan Saluran Sekunder Tanjung dengan panjang 18,800 km. Saat ini, terdapat beberapa permasalahan yang dihadapi. Pertama, terjadi endapan pada Waduk Malahayu dengan volume sekitar 30 juta meter kubik. Selain itu, terjadi kerusakan pada bangunan pembagi dan pintu bendung. Selain permasalahan di waduk itu sendiri, endapan juga terjadi pada ketiga saluran induk dan saluran sekunder Tanjung. Pada musim kemarau, air dari Waduk Malahayu dialirkan untuk memenuhi kebutuhan tanaman padi, palawija, dan tebu [14], [15].

Operasi waduk (*reservoir operation*) melibatkan proses penampungan aliran air sungai ke dalam sebuah waduk (*reservoir*) dan pelepasan air yang telah ditampung tersebut untuk berbagai tujuan [16]. Pola operasi mengacu pada pedoman operasional dalam suatu periode tertentu di mana debit air yang dilepaskan oleh waduk harus mengikuti ketentuan agar ketinggian muka air (*elevasi*) waduk tetap sesuai dengan perancangan yang telah ditetapkan [17], [18]. Setelah analisis evaporasi waduk, kebutuhan air irigasi dan data debit diketahui dilakukan simulasi waduk berdasarkan tampungan [19]. Operasi waduk adalah serangkaian tindakan dan keputusan yang dilakukan untuk mengelola waduk atau bendungan dengan tujuan mengendalikan aliran air, menyediakan pasokan air, menghasilkan energi listrik, atau merawat ekosistem air di sekitarnya [20], [21]. Proses ini melibatkan pemantauan dan pengendalian aliran air yang masuk dan keluar dari waduk, seringkali dengan mengatur pintu air dan perangkat lainnya [22], [23]. Operasi waduk sangat bervariasi sesuai dengan tujuan spesifik dari waduk tersebut, seperti penyimpanan air untuk irigasi pertanian, pembangkitan listrik tenaga air, atau perlindungan dari

banjir. Pemeliharaan dan perbaikan waduk juga termasuk dalam operasi waduk untuk memastikan keamanan struktur tersebut. Selain manfaat teknisnya, operasi waduk juga mempertimbangkan dampak lingkungan, termasuk ekologi sungai dan habitat air di sekitarnya. Keseluruhan tujuan dari operasi waduk adalah untuk memaksimalkan manfaat sumber daya air yang disediakan oleh waduk, sambil meminimalkan dampak negatif pada lingkungan dan masyarakat yang terpengaruh [24], [25].

Air tanah memiliki proporsi yang besar, tetapi biaya eksplorasi tinggi dan intrusi air laut di pantai membatasi pemanfaatannya. Manusia cenderung lebih mengandalkan air permukaan karena ketergantungan pada air tanah lebih rendah [26]. Pertumbuhan penduduk global meningkatkan kebutuhan air, sementara ketersediaan air permukaan terbatas. Akibatnya, air yang dulu melimpah dan mudah diakses, kini semakin langka karena derajat kelangkaannya yang meningkat [27], [28].

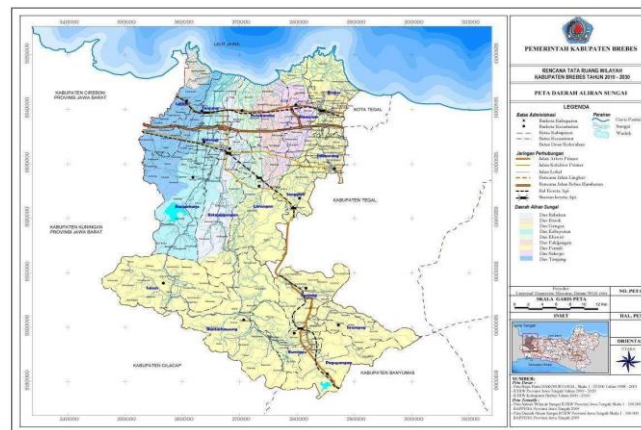
Saat ini dan di masa depan bendungan akan tetap memegang peranan penting dalam rangka pemenuhan kebutuhan air di dunia. Bendungan adalah salah satu infrastruktur yang berfungsi untuk menampung air yang dapat memenuhi kebutuhan air sesuai permintaan dengan berbagai pola operasi waduk [29]. Fungsi inilah yang menjadikan peranan waduk sangat penting saat ini. Dengan melakukan pengaturan volume air tampungan, waduk dapat memenuhi kebutuhan air yang terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk, aktifitas ekonomi dan perkembangan irigasi untuk pertanian. Dalam hal kuantitas pemanfaatan air, irigasi adalah pemanfaat terbesar dari air yang disediakan oleh waduk. Kebutuhan air irigasi mencapai 69% dari seluruh pemanfaatan air di dunia dan mencapai 89% dalam lingkup penggunaan air untuk kebutuhan konsumtif [30].

Sedimen adalah hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi tanah lainnya [31]. Sedimen umumnya mengendap di bagian bawah kaki bukit, di daerah genangan banjir, di saluran air, sungai, dan waduk. Sedimen adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan partikel padat yang terendap di permukaan bumi atau dalam lingkungan air. Partikel-partikel ini dapat berupa berbagai ukuran, mulai dari pasir halus hingga bebatuan besar, dan mereka dapat terdiri dari berbagai bahan, termasuk mineral, kerak organik, dan material anorganik [32], [33]. Sedimen biasanya terbentuk sebagai akibat dari proses-proses geologis, seperti pelapukan batuan, erosi, dan pengendapan. Mereka dapat ditemukan di berbagai lingkungan, seperti sungai, danau, laut, serta lapisan dasar laut, di mana mereka berperan dalam membentuk karakteristik geologi dan ekologi wilayah tersebut [34], [35]. Sedimen juga memiliki nilai penting dalam penelitian ilmiah, arkeologi, dan rekayasa sipil, karena mereka bisa memberikan wawasan tentang sejarah lingkungan dan geologi serta memengaruhi desain proyek konstruksi dan manajemen sumber daya alam. Hasil Sedimen (sedimen yield) adalah besarnya sedimen yang berasal dari erosi yang terjadi di daerah tangkapan air yang diukur pada periode waktu dan tempat tertentu [36]. Hasil sedimen biasanya diperoleh dari pengukuran sedimen yang terlarut dalam sungai (*suspended sediment*) atau dengan pengukuran langsung di waduk [37].

Sedimentasi waduk dimulai dikenal sejak tahun 1930-an namun saat itu teknik mengenai bendungan dan waduk lebih terfokus pada masalah struktur bendungan dan hanya menyisakan sedikit perhatian pada masalah akumulasi sedimen pada waduk [38]. Semua tampungan baik tampungan alami maupun yang terbentuk karena pembangunan bendungan akan mengalami sedimentasi. Kenaikan sedimen mempengaruhi pendangkalan waduk dan umur layanan waduk, memerlukan penanganan dengan bangunan pengendali sedimen. Oleh karena itu, tugas akhir ini menganalisis laju sedimentasi di Bendungan Malahayu dan memperkirakan umur layanan waduk [39], [40].

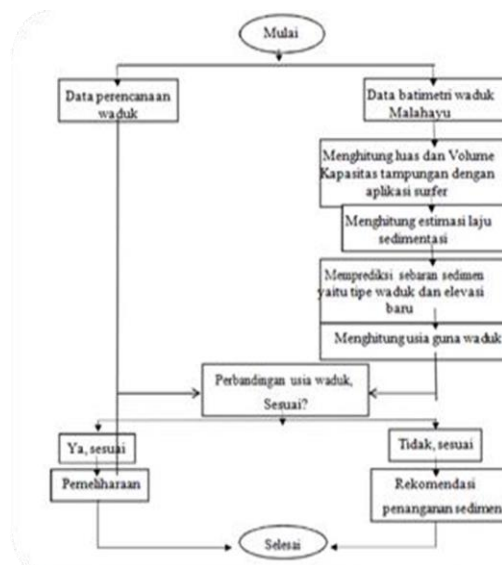
METODE PENELITIAN

Rancangan hasil studi (*output*) yang diharapkan dari studi ini adalah besarnya sedimen yang masuk dan mengendap ke dalam waduk kedepan yang menyebabkan berkurangnya kapasitas tampungan di waduk Malahayu dalam kaitannya untuk menghitung prediksi sisa usia guna waduk dalam upaya keberlanjutan usia guna waduk.



Gambar 1. Peta Lokasi Bendungan Malahayu

Penelitian mengenai perhitungan laju sedimentasi dalam konteks Waduk Malahayu melibatkan serangkaian tahapan yang penting untuk mengukur kapasitas waduk dan memperkirakan sisa usia pemanfaatannya. Tahap awal adalah pengumpulan data, yang mencakup data hidrologi dan sedimentasi historis, seperti curah hujan, aliran masuk, dan ukuran sedimen yang terbawa. Setelah itu, tahap analisis data dilakukan, dengan menghitung laju sedimentasi berdasarkan data yang ada, menggunakan metode yang sesuai seperti persamaan sedimentasi Einstein-Brown atau metode lainnya. Langkah ini memberikan gambaran tentang seberapa cepat sedimentasi terjadi di waduk. Selanjutnya, tahap pemodelan dapat dilakukan dengan menggunakan data laju sedimentasi untuk memprediksi bagaimana sedimentasi akan berkembang di masa depan. Ini membantu dalam memperkirakan sisa usia pemanfaatan waduk sebelum kapasitas tampungnya terlampaui oleh sedimen. Tahap akhir adalah merumuskan rekomendasi berdasarkan hasil perhitungan dan pemodelan. Rekomendasi ini mencakup tindakan konkret yang dapat diambil, seperti pengelolaan sedimentasi, peningkatan infrastruktur pengendalian sedimentasi, atau perencanaan penggunaan lahan di sekitar waduk.



Gambar 2. Alur Tahapan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Merupakan parameter penting dalam perencanaan maupun pengelolaan waduk karena sebagian volume yang tersedia akan terisi oleh endapan sedimen sehingga volume efektifnya akan berkurang. Selain itu, sedimen dapat mengendap di mulut pengambilan sehingga akan

mengganggu operasi waduk. Perkiraan umur (*life time*) waduk dihitung berdasar perkiraan endapan sedimen sampai mencapai ambang pengambilan. Pada hulu Waduk Malahayu terdapat 12 sub DAS (Daerah Aliran Sungai) yang masuk ke waduk, diantaranya: Sub DAS Cigora, Sub DAS Cikabuyutan, Sub DAS Cimandala, Sub DAS Ciomas, Sub DAS Cipanjang, Sub DAS Kabuyutan, Sub DAS Pabogohan, Sub DAS Geger Karacak, Sub DAS Pari, Sub DAS Cibuni, Sub DAS Rembet, Sub DAS Sarongge. Sedangkan Stasiun hujan yang digunakan pada analisa data ada 2 stasiun yaitu Stasiun Hujan Malahayu dan Stasiun Hujan Kertasari.

Untuk memperkirakan besarnya laju erosi pada umumnya menggunakan metode *USLE* (*Universal Soil Loss Equation*) atau PUKT (Persamaan umum Kehilangan Tanah). Perhitungan laju erosi dengan metode *USLE* memperhitungkan faktor-faktor adalah: 1. *Indeks Erosivitas* Hujan (R) 2. *Erodibilitas* Tanah (K) 3. Panjang Kemiringan Lereng (LS) 4. Konservasi Tanah dan Pengelolaan Tanaman (CP)

Tabel 1. Hasil Perhitungan Laju Erosi di Hulu Waduk Malahayu

No	Sub DAS	Luas Sub DAS (km ²)	Erosi Total (ton/tahun)
1	Cigora	15.06	93,862.12
2	Cikabuyutan	12.10	76,053.54
3	Cimandala	5.80	29,395.06
4	Ciomas	5.11	25,677.75
5	Cipajang	2.93	11,359.25
6	Kabuyutan	8.11	48,425.42
7	Pabogohan	1.25	4,232.51
8	Geger Karacak	1.51	4,589.09
9	Pari	0.38	2,105.77
10	Cibuni	0.88	2,396.89
11	Rembet	1.11	7,146.39
12	Sarongge	2.59	8,973.97

Sumber: Hasil Perhitungan

Perhitungan sedimentasi dilakukan dengan dua cara, yaitu secara teoritis dengan menggunakan persamaan empiris Ratio Pelepasan Sedimen (SDR) yang dikembangkan oleh “Wischmeier dan Smith”

Tabel 2. Rekapitulasi Sedimen di Hulu Waduk Malahayu

No	Sub DAS	Luas Sub DAS (km ²)	Laju Sedimen (mm/th)
1	Cigora	15.06	1.11
2	Cikabuyutan	12.10	1.08
3	Cimandala	5.80	0.94
4	Ciomas	5.11	1.04
5	Cipajang	2.93	0.74
6	Kabuyutan	8.11	0.99
7	Pabogohan	1.25	0.76
8	Geger Karacak	1.51	0.71
9	Pari	0.38	1.56
10	Cibuni	0.88	0.65
11	Rembet	1.11	1.51
12	Sarongge	2.59	0.70

Sumber: Hasil Perhitungan

Laju sedimentasi sesuai sampel di lapangan dapat dihitung dengan beberapa metode diantaranya metode MPM (Meyer Petter Muller) dan metode Einstein.

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan Laju Sedimentasi

NO.	HASIL ANALISIS	LAJU SEDIMENTASI	
		m ³ /tahun	mm/tahun
1	Muller Peter Meyer (MPM)	17.936	1,18
2	Einstein	17.817	1,17
3	USLE	16.872	1,11

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari rekapitulasi tersebut diatas, maka untuk desain laju sedimentasi diambil 1,18 mm/th atau 17.936,30 m³/th.

KESIMPULAN

Dalam penelitian ini, disimpulkan bahwa studi konservasi hulu Waduk Malahayu merupakan langkah penting untuk mengevaluasi efektivitas dan manfaat lingkungan di sekitar waduk, terutama pada bagian hulu sebagai daerah tampungan air. Inventarisasi sungai yang masuk ke hulu waduk dilakukan melalui survei, termasuk Sungai Kabuyutan, Ciomas, Cigora, Cimandala, Cikalapa, dan Waduk Malahayu itu sendiri. Hasil penelitian menunjukkan laju erosi aktual tertinggi terjadi di Sub DAS Cigora dengan 93.862,12 ton/tahun dan terendah di Sub DAS Pari dengan 2.105,77 ton/tahun. Dalam perhitungan laju sedimentasi secara teoritis dengan persamaan "Wischmeier dan Smith," laju tertinggi tercatat di Sub DAS Pari dengan 1,56 mm/tahun, sementara yang terkecil adalah di Sub DAS Cibuni dengan 0,65 mm/tahun. Tingkat Bahaya Erosi (TBE) di daerah hulu Waduk Malahayu tergolong dalam kategori tingkat bahaya yang beragam, dengan 23,72% sangat berat, 30,22% berat, 29,18% sedang, 16,70% ringan, dan 0,18% sangat ringan dari luas total sub DAS. Debit banjir rancangan dihitung dengan beberapa metode, dan pendekatan metode Creger digunakan untuk menentukan metode debit banjir rancangan yang akan diadopsi.

SARAN

Berdasarkan temuan penelitian ini, sejumlah saran dapat diajukan untuk mengatasi tantangan sedimentasi di Waduk Malahayu. Pertama, dianjurkan untuk melanjutkan studi konservasi hulu waduk guna memahami secara lebih mendalam efektivitas dan manfaat lingkungan di daerah tersebut. Selanjutnya, penting untuk menerapkan program pengelolaan erosi dan sedimentasi yang difokuskan pada area-area dengan tingkat bahaya erosi yang lebih tinggi. Monitoring berkala terhadap laju sedimentasi juga sangat penting dalam merespons perubahan jangka panjang di waduk. Pengembangan model simulasi yang lebih rinci dan keterlibatan aktif pihak berkepentingan seperti pemerintah daerah, masyarakat setempat, dan ahli, juga dianggap krusial dalam menyusun strategi pengelolaan yang lebih holistik. Selain itu, edukasi dan kesadaran lingkungan di kalangan masyarakat sekitar waduk akan membantu mengurangi aktivitas yang potensial meningkatkan erosi dan sedimentasi. Akhirnya, penelitian lebih lanjut terkait pendekatan perhitungan debit banjir rancangan dengan pendekatan metode Creger dapat membantu menentukan metode yang paling sesuai dalam mengatasi dampak banjir dan sedimentasi di Waduk Malahayu. Dengan mengambil langkah-langkah ini, diharapkan waduk ini dapat berperan secara efektif dan berkelanjutan dalam memberikan manfaat bagi lingkungan dan masyarakat sekitarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Hamid and H. Wildan, "Perencanaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Untuk Peningkatan Ruas Jalan Brebes –Jatibarang Kabupaten Brebes," *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2020.
- [2] A. Hamid and A. Sodikin, "Identifikasi Kerusakan Jalan pada Jalan Larangan Pamulihan Kabupaten Brebes," *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 01, pp. 21–28, 2020.
- [3] W. S. N. Wahidin, "Perencanaan Sistem Drainase Perumahan Sapphire Regency Desa Pulosari Kecamatan Brebes," *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 1, pp. 43–51, 2020.
- [4] W. Sulistiyo and W. Wahidin, "Pelaksanaan Pembangunan Rumah Layak Huni di Desa Cikuya: Pelaksanaan Pembangunan Rumah Layak Huni di Desa Cikuya," *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 01, 2020.
- [5] W. Sulistiyo, Wahidin, and Imron, "Pelaksanaan Pembangunan Rumah Layak Huni di Desa Cikuya," *Infratech Build. J.*, pp. 68–73, 2020.
- [6] G. R. F.G, Wahidin, and M. Taufiq, "Perencanaan Pembangunan Drainase di Desa Ciawi Kecamatan Banjarharjo Kabupaten Brebes," *Infratech Build. J.*, pp. 52–60, 2020.
- [7] R. B. Saputra, Abdul Khamid, and Imron, "Perencanaan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan (Eco-Drainage) di Desa Tiwulandu," *Infratech Build. J.*, pp. 62–67, 2020.
- [8] Wahidin, "Analisis Laju Sedimentasi dan Konservasi di Hulu Waduk Malahayu," *Infratech Build. J.*, pp. 29–35, 2020.
- [9] M. GilangAlfarizi, Wahidin, and M. Yunus, "Analisis Perbandingan RAB Metode SNI dan BOW Jalan Rigid Desa Banjarharjo," *Infratech Build. J.*, pp. 61–66, 2020.
- [10] G. A. N. Wahidin, "Analisis Laju Sedimentasi dan Konservasi di Hulu Waduk Malahayu," *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 1, pp. 29–35, 2020.
- [11] Y. Feriska and A. Unaesih, "Pengaruh Beban Kendaraan terhadap Kerusakan Jalan Pada Ruas Jalan Pebatan - Rengaspendawa di Kabupaten Brebes," *Infratech Build. J.*, vol. 2, no. 2, pp. 36–42, 2020.
- [12] Wahidin and Windy, "Perencanaan Sistem Drainase Perumahan Sapphire Regency Desa Pulosari Kecamatan Brebes," *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 01, pp. 43–51, 2020.
- [13] L. Nurdin and D. A. A. G, "Evaluasi dan Perbaikan Sistem Drainase Serta Pengendalian Banjir Perkotaan (Studi Kasus Limbangan Wetan, Limbangan Kulon, Kelurahan Brebes," *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 01, pp. 11–20, 2020.
- [14] S. Fuaddi and A. Khamid, "Perencanaan Pembangunan Jalan Usaha Tani di Desa Cikakak Kecamatan Banjarharjo," *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 2, 2020.
- [15] Wahidin, "Analisis Faktor Penyebab Kerusak Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan Desa Cikakak)," *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 2, 2020.
- [16] G. R. FG and W. Wahidin, "Perencanaan Pembangunan Drainase di Desa Ciawi Kecamatan Banjarharjo Kabupaten Brebes," *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 01, 2020.
- [17] S. Azhari, "Perencanaan Peningkatan Jalan Rigid Pavement pada Ruas Jalan Dusun Longkrang Desa Banjarharjo," *Infratech Build. J.*, vol. 2, no. 1, pp. 103–111, 2021.
- [18] S. D. Wahyuni, "Perencanaan Penampungan Air Bersih di Desa Cigadung Kecamatan Brebes Kabupaten Brebes: Perencanaan Penampungan Air Bersih di Desa Cigadung Kecamatan Brebes Kabupaten Brebes," *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 2, pp. 112–117, 2020.
- [19] M. G. Alfarizi, W. Wahidin, and M. Yunus, "Analisis Perbandingan RAB Metode SNI dan Bow Jalan Rigid Desa Banjarharjo," *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 01, 2020.
- [20] A. Nurfajar, Y. Feriska, and M. Yunus, "Perencanaan Perbaikan Jalan Desa Tegalreja," *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 2, 2020.
- [21] Wahidin, Imron, and Y. Feriska, "Perencanaan Jembatan Prestessed Sungai Cijalu Kabupaten Cilacap," *Infratech Build. J.*, 2020.
- [22] Wahidin, "Perencanaan Biaya Pengadaan Sumur Bor dalam untuk Distribusi Air Bersih di Desa Cigadung," *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 2, 2020.
- [23] H. Kurniawan, Abdul Khamid, and D. D. Apriliano, "Evaluasi dan Rencana

- Pengembangan Sistem Drainase di Kota Tegal (Studi Kasus di Kecamatan Tegal Barat),” *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 2, 2020.
- [24] Justiansyah, A. Khamid, and M. Taufiq, “Analisis Kondisi Permukaan Pekerjaan Jalan Desa Cikakak Dengan Metode PCI dan RCI,” *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 2, 2020.
- [25] D. Irawan, A. L. Nurdin, A. Khamid, and Y. Feriska, “Model Analisis Pelaksanaan Proyek dengan Metode Critical Path Method (CPM) dan Metode Crashing (Study Kasus pada Pelaksanaan Pekerjaan Peningkatan Jalan Kebandingan – Gembongdadi , Kecamatan Kramat , Kabupaten Tegal) Project Implementation Analysis Mo,” *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 2, pp. 96–102, 2020.
- [26] W. Diantoro, “Studi Mengenai Persepsi Masyarakat terhadap Kegiatan Pembangunan Jalan Desa di Banjarnor Kabupaten Brebes,” *Tesis Univ. Islam Sultan Agung Semarang*, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.bioscientifica.com/view/journals/eje/171/6/727.xml>
- [27] I. Nabawi, Y. Feriska, and W. Diantoro, “Analisis Dampak Kerusakan Jalan terhadap Pengguna Jalan dan Lingkungan di Ruas Jalan Pebatan - Rengaspendawa Brebes Impact Analysis of Road Damage on Road Users and the Environment on Jalan Pebatan - Rengaspendawa Brebes,” *Infratech Build. J.*, vol. 2, no. 1, pp. 28–34, 2021.
- [28] U. Udin, A. Khamid, M. Taufiq, and D. D. Apriliano, “Optimasi Debit Air Saluran Irigasi pada Bendung Sungapan Kecamatan Pemalang Kabupaten Pemalang Studi Kasus Saluran Induk Simangu 844 , 74 Ha Optimization of Water Discharge of Irrigation Canals at Sungapan Weir , Pemalang District , Pemalang Regency Case ,” *Infratech Build. J.*, vol. 2, no. 1, pp. 42–48, 2021.
- [29] A. Khamid and H. Wildan, “Perencanaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) untuk Peningkatan Ruas Jalan Brebes–Jatibarang Kabupaten Brebes,” *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 01, 2020.
- [30] A. Khamid, “Sedimentation Handling Model of Sediment Reservoir on Darma Reservoir Das Cimanuk–Cisanggarung Kuningan Regency,” in *International Conference on Coastal and Delta Areas*, 2017, pp. 276–284.
- [31] A. Khamid, “Pengaruh Genangan Air Hujan terhadap Kinerja Campuran Aspal Concere - Wearing Course (AC - WC),” *Syntax Lit. J. Ilm. Indones.*, vol. 4, no. 7, pp. 5–24, 2019.
- [32] H. Wibowo, Y. Feriska, A. L. Nurdin, D. D. Apriliano, and M. Yunus, “Studi Kelayakan Investasi Properti Pembangunan Perumahan Griya Sengon Indah 3 di Desa Sengon Kecamatan Tanjung Feasibility Study of Property Investment in Griya Sengon Indah 3 Housing Development in Sengon Village , Tanjung District,” *Infratech Build. J.*, vol. 2, no. 1, pp. 49–55, 2022.
- [33] S. Azhari, Y. Feriska, A. L. Nurdin, and D. D. Apriliano, “Studi Implementasi Pemakaian Kalsifloor Pengganti Cor Beton pada Bangunan Gedung RSIA Permata Insani Kabupaten Brebes Study on the Implementation of the Use of Calcifloor Substitute for Cast Concrete in the Building of Rsia Permata Insani Building , Brebe,” *Infratech Build. J.*, vol. 2, no. 1, pp. 56–64, 2021.
- [34] A. Khamid, Y. Feriska, and W. Diantoro, “Analisis Kinerja Lalu Lintas Simpang Tiga Tak Bersinyal (Studi Kasus Simpang Tiga Jalan Raya Klampok Km 180 + Ruas Jalan Klampok - Banjarnor , Kabupaten Brebes) Traffic Performance Analysis of Simpang Tiga Tak Bersinyal (Case Study of Simpang Tiga Jalan,” *Infratech Build. J.*, vol. 2, no. 1, pp. 35–41, 2021.
- [35] B. S. Pangestu and Wahidin, “Studi Tentang Kenyamanan Pejalan Kaki terhadap Pemanfaatan Trotoar di Kota Tegal (Studi Kasus Jalan RA Kartini Kota Tegal) Study on Pedestrian Comfort on Sidewalk Utilization in Tegal City (Case Study of RA Kartini Street , Tegal City),” *Infratech Build. J.*, vol. 2, no. 1, pp. 22–27, 2021.
- [36] M. G. Alfarizi and Wahidin, “Analisis Tingkat Kerusakan Jalan Akibat Volume Kendaraan pada Perkerasan Rigid di Ruas Jalan Pantura Tegal - Pemalang Kabupaten Tegal Analysis of the Level of Road Damage Due to Vehicle Volume on Rigid Pavement on Jalan Pantura Tegal - Pemalang Kabupaten,” *Infratech Build. J.*, vol. 2, no. 1, pp. 7–

-
- 13, 2021.
- [37] A. Khamid and M. A. Izazi, "Pengaruh Genangan Air Hujan terhadap Kinerja Campuran Aspal Concere-Wearing Course (Ac-Wc)," *Syntax Lit. J. Ilm. Indones.*, vol. 4, no. 7, pp. 1–14, 2019.
- [38] A. Khamid and A. Sodikin, "Identifikasi Kerusakan Jalan pada Jalan Larangan Pamulian Kabupaten Brebes," *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 01, 2020.
- [39] Sultoni and Wahidin, "Perencanaan Sistem Drainase Perumahan Sapphire Regency Desa Pulosari Kecamatan Brebes," *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 1, pp. 43–51, 2020.
- [40] S. Fuaddi and Wahidin, "Studi Perbandingan Harga Satuan Pekerjaan Proyek Pembangunan Gedung Puskesmas Kedungbanteng dengan Metode Analisa Bow, SNI, dan Lapangan Comparative Study of Unit Price of Work Project Construction of Kedungbanteng Puskesmas Building with Bow, SNI, and Fi," *Infratech Build. J.*, vol. 2, no. 1, pp. 14–21, 2021.