



JOURNAL OF APPLIED CIVIL ENGINEERING & INFRASTRUCTURE TECHNOLOGY

Published by :



Indonesian Society of
Applied Science (ISAS)



**JOURNAL OF APPLIED CIVIL ENGINEERING AND
INFRASTRUCTURE TECHNOLOGY (JACEIT)**

Indonesian Society of Applied Science (ISAS)

<https://journal.isas.or.id/index.php/JACEIT>

Volume 4, Nomor 2, Desember 2023

e-ISSN. 2723-5378

**JOURNAL OF APPLIED CIVIL ENGINEERING AND
INFRASTRUCTURE TECHNOLOGY
(JACEIT)**

<https://journal.isas.or.id/index.php/JACEIT>

VOLUME 4, NOMOR 2, DESEMBER 2023

E-ISSN. 2723-5378

DOI: [HTTPS://DOI.ORG/10.52158/](https://doi.org/10.52158/)



Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology (JACEIT) adalah sebuah jurnal *blind peer review* yang didedikasikan untuk publikasi hasil penelitian yang berkualitas dalam bidang ilmu Teknik Sipil dan Rekayasa Infrastruktur namun tak terbatas secara implisit. Semua publikasi di junal JACEIT bersifat akses terbuka yang memungkinkan artikel tersedia secara bebas online tanpa berlangganan apapun.

Penerbit

Indonesian Society of Applied Science (ISAS)

Alamat Redaksi

Jl. Raya ITS, Sukolilo, Surabaya, 60111

Email: jaceit@isas.or.id; jaceit.isas@gmail.com



Indonesian Society of Applied Science

Office: Kampus Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Jl. Raya ITS, Sukolilo, Surabaya, 60111.

Phone: +6281234302724, +6287859160488

ISAS

The Biggest Applied Science Society in Indonesia

<https://isas.or.id>

humas@isas.or.id



SAMBUTAN EDITOR

Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology (JACEIT) merupakan jurnal ilmiah yang dikelola dan dipublikasikan oleh **Indonesian Society of Applied Science (ISAS)**, yang merupakan suatu perkumpulan dari konsorsium Pusat/Unit Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Politeknik Negeri se-Indonesia yang berbadan hukum dari Keputusan Menteri dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia **Nomor AHU-0011316.AH.01.07 Tahun 2019** pada tanggal 8 November 2019.

JACEIT terbit sejak Agustus 2020 dengan ISSN Online 2723-5378, SK LIPI Nomor. 0005.27235378/Jl.3.1/SK.ISSN/2020.08 Tanggal 6 Agustus 2020. **JACEIT** diterbitkan dua kali dalam setahun yaitu Bulan Agustus dan Desember. *Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology (JACEIT)* merupakan jurnal ilmiah dengan ruang lingkup bidang teknik sipil antara lain bidang struktur, manajemen konstruksi, geoteknik, hidroteknik, material maju, pemetaan/geomatika/ sistem informasi geografis, teknik lingkungan, transportasi dan rekayasa teknologi infrastruktur. **JACEIT** juga sudah terindeks **Google Scholar, ROAD, Crossref, WorldCat, One Search dan GARUDA**. **JACEIT** memiliki DOI: <https://doi.org/10.52158/>. Kami akan terus berupaya dalam meningkatkan lembaga pengindeks agar dapat meningkatkan impact factor OJS **JACEIT**.

Pada Volume 4 No. 2, Desember 2023 ini terdiri atas 6 artikel dengan 17 penulis yang berasal dari 4 perguruan tinggi di Indonesia, yaitu Politeknik Negeri Banyuwangi, Universitas Ibn Khaldun Bogor, Universitas Jember, dan Universitas Teknologi Sumbawa.

Penerbitan Jurnal ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, terutama ucapan terima kasih kami sampaikan kepada para editor dan reviewer yang sudah rela bekerja keras dalam me-review manuskrip hingga layak publish di Jurnal ini. Kami juga mengapresiasi para peneliti dan praktisi yang sudah menjadikan Jurnal **JACEIT** sebagai media untuk publikasi hasil penelitiannya. Membutuhkan usaha lebih keras untuk mendapatkan *submission paper* dari kalangan akademisi dari berbagai Perguruan Tinggi Negeri ataupun Swasta. Diharapkan kesediaan kerjasama diantara para editor jurnal di Indonesia dalam *sharing* artikel ilmiah, sehingga bisa memperkaya keilmuan bidang khususnya bidang Teknik Sipil di dalam terbitan Jurnal kami kedepannya.

Semoga manuskrip di Jurnal **JACEIT** dapat menambah khazanah keilmuan dan wawasan ilmiah, khususnya dalam bidang Teknik Sipil. Kritik dan saran membangun tetap kami harapkan untuk perbaikan Jurnal ini.

Banyuwangi, 1 Desember 2023

Ketua Dewan Redaksi,

Cand. Dr. Zulis Erwanto, S.T., M.T.





DAFTAR ISI TERBITAN

No.	Judul – Penulis	Halaman
1	Penentuan Karakteristik Hidraulik Sungai Setail Berdasarkan Angka Reynold Dan Angka Froude <i>Ilham Rusdi Arifki, Zulis Erwanto</i>	1-10
2	Pengaruh Sedimentasi Terhadap Fungsi Kapasitas Saluran Drainase di Jalan Tongkol Kelurahan Seketeng Sumbawa Besar <i>Novia Dwianti, Adi Mawardin, Eti Kurniati</i>	11-18
3	Studi Penentuan Tarif Buy the Service Transpakuan Koridor 6 Metode Ability to Pay dan Willingness to Pay <i>Fitri Aning Ayu Dwi Ardila, Tedy Murtedjo, Nurul Chayati</i>	19-27
4	Analisis Penurunan Tanah Jalan R.E. Martadinata Jakarta Utara Menggunakan Metode Konvensional dan Pengamatan GPS Geodetic <i>Kurniawan Ramadhan, Syaiful, Fadhila Muhammad Libasut Taqwa</i>	28-33
5	Analisis Kerusakan Permukaan Jalan Berdasarkan Penilaian Dengan Metode SDI Dan IRI (Studi Kasus: Jalan Raya Ciherang Kabupaten Bogor) <i>Miftah Maulana, Rulhendri, Nurul Chayati</i>	34-41
6	Analisis Indeks Kepuasan Pengguna Terhadap Manajemen Pemeliharaan Bangunan Gedung <i>Candra Wira Adikusuma, Anik Ratnaningsih, Jojok Widodo Soetjipto</i>	42-46





Penentuan Karakteristik Hidraulik Sungai Setail Berdasarkan Angka Reynold dan Angka Froude

Ilham Rusdi Arifki¹, Zulis Erwanto²

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Banyuwangi

¹ilhamarifki95@gmail.com, ²zulis.erwanto@poliwangi.ac.id*

Abstract

The large distribution of flow velocity in the Setail River creates problems, one of which is the overflow of river water which can cause flooding due to high sediment deposits. The large flow velocity of the Setail River and high rainfall caused the river to overflow which caused hundreds of houses in Wringinputih Village, Muncar District to be submerged by floods as high as 1 meter. The purpose of this study is to determine the Reynold and Froude figures in the upper, middle, and lower reaches of the Setail River. Flow velocity measurement using the Current Meter tool. After the discharge, velocity, and coordinate data were obtained, then proceeded with data processing to determine the Reynold number and Froude number to determine the hydraulic characteristics of the river and input in the Surfer program to determine the shape and contour of the Setail River flow velocity distribution. In the upper reaches of the Setail River, an average speed of 0.63 m/second was obtained, with an average discharge of 0.77 m³/second, the average Reynold number of 1789288.36 including turbulent flow types, and the average Froude number of 0.38 subcritical flow types. In the middle of the Setail River, an average speed of 0.32 m/second was obtained, an average discharge of 0.77 m³/second, a Reynold average of 112775.85 including turbulent flow types, and an average Froude number of 0.19 subcritical flow types. Then in the lower reaches of the Setail River, an average speed of 0.24 m/second was obtained, the average discharge was 0.96 m³/second, the average Reynold number was 185107.50 including the turbulent flow type, and the average Froude number was 0.07 including the subcritical flow type.

Keywords: Froude number, Reynold number, Flow Velocity, Surfer, Setail River.

Abstrak

Besarnya distribusi kecepatan aliran pada Sungai Setail menimbulkan permasalahan, salah satunya yaitu peluapan air sungai yang dapat mengakibatkan banjir karena endapan sedimen yang tinggi. Kecepatan aliran pada Sungai Setail ditambah curah hujan yang tinggi mengakibatkan sungai meluap yang menyebabkan ratusan rumah di Desa Wringinputih, Kecamatan Muncar terendam banjir setinggi 1 meter. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan angka Reynold dan angka Froude di hulu, tengah dan hilir Sungai Setail. Pengukuran kecepatan aliran menggunakan alat *Current Meter*. Setelah didapatkan data debit, kecepatan, dan koordinat, kemudian dilanjutkan dengan pengolahan data untuk mengetahui angka Reynold dan angka Froude untuk menentukan karakteristik hidraulik sungai dan di *input* dalam program *Surfer* untuk mengetahui bentuk dan kontur distribusi kecepatan aliran Sungai Setail. Pada bagian hulu Sungai Setail diperoleh kecepatan rerata sebesar 0,63 m/detik, dengan debit rerata sebesar 0,77 m³/detik, rerata angka Reynold sebesar 1789288,36 termasuk jenis aliran turbulen, dan rerata angka Froude sebesar 0,38 tipe aliran subkritis. Pada bagian tengah Sungai Setail didapatkan kecepatan rerata sebesar 0.32 m/detik, debit rerata sebesar 0.77 m³/detik, rerata angka Reynold sebesar 112775,85 termasuk jenis aliran turbulen, dan rerata angka Froude sebesar 0,19 tipe aliran subkritis. Lalu pada bagian hilir Sungai Setail diperoleh kecepatan rerata sebesar 0.24 m/detik, debit rerata sebesar 0,96 m³/detik, rerata angka Reynold sebesar 185107,50 termasuk jenis aliran turbulen, dan rerata angka Froude sebesar 0,07 termasuk tipe aliran subkritis.

Kata kunci: Angka Froude, Angka Reynold, Kecepatan Aliran, Surfer, Sungai Setail.



1. Pendahuluan

Dalam perencanaan saluran dikenal adanya variabel bebas (*dependent variable*). Variabel bebas merupakan masukan yang terdiri dari debit air, debit sedimen dan diameter partikel dasar. Lalu variabel tak bebas merupakan hasil perhitungan yang terdiri dari lebar, kedalaman, kemiringan talud dan kemiringan dasar saluran [1].

Sungai Setail merupakan salah satu sungai besar yang ada di Banyuwangi, sumber air sungai ini berasal dari Gunung Raung, mengalir ke wilayah selatan kemudian ke wilayah timur kabupaten Banyuwangi, dan bermuara di Selat Bali atau Samudera Hindia. Sungai Setail berfungsi sebagai sumber air bersih, sebagai tempat untuk mandi, dan untuk mencuci pakaian bagi warga yang berdomisili di sekitarnya. Besarnya distribusi kecepatan aliran pada sungai Setail menimbulkan permasalahan, salah satunya yaitu peluapan air sungai yang dapat mengakibatkan banjir karena endapan sedimen yang tinggi. Masalah ini mengakibatkan meningkatnya konsentrasi sedimen melayang (*suspended load*) yang akhirnya mengalami peningkatan pengendapan di dasar sungai. Lokasi penelitian yang berada di Sub DAS Setail dibagi menjadi 3 bagian, di bagian hulu, bagian tengah, dan bagian hilir. Dimana bagian hulu Sungai Sub DAS Setail berada di Bendung Sempu, Desa Jambewangi, Sempu, Banyuwangi [2].

Daya rusak aliran sungai Setail terbilang cukup besar, yang dipengaruhi oleh kecepatan aliran dan endapan sedimen yang cukup tinggi. Oleh karena itu, perlu adanya pengukuran kecepatan aliran untuk menentukan distribusi kecepatan aliran sungai Setail, agar dapat diketahui karakteristik dan jenis aliran di sungai Setail berdasarkan kriteria angka *Reynold* (*Re*) dan angka *Froude* (*Fr*). Data yang diperlukan dalam perencanaan ini adalah kecepatan dan debit, debit diperoleh dari hasil pengukuran dilapangan dengan alat *current meter*. Program bantu menggunakan Surfer. Berdasarkan masalah tersebut maka perlu dilakukannya penelitian pengukuran kecepatan aliran untuk menentukan angka *Reynold* dan angka *Froude* di daerah hulu, tengah, dan hilir sungai Setail, dengan dasar untuk menentukan karakteristik hidraulik sungai Setail, dalam menanggulangi terjadinya banjir di sungai Setail Kabupaten Banyuwangi.

Beberapa penelitian terdahulu seperti penelitian [3] yang telah melakukan evaluasi distribusi kecepatan aliran dan perubahan morfologi yang terjadi. Dari hasil analisa geometri sungai dan pemodelan hidrodinamika dan arus diketahui bahwa pada saat debit banjir untuk semua kondisi pasang surut, gerakan pusaran arus/*vortex* ini bergerak menyusuri sisi luar belokan dan berbalik arah ke hulu. Kondisi ini akan berpotensi pada pengendapan/penggerusan disekitar perubahan arah arus tersebut dan tergantung pada kondisi alami tebing dan material sedimen yang terbawa. Dari

pemodelan transportasi sedimen, untuk debit banjir diperoleh kecenderungan akan terjadinya penggerusan di sisi luar belokan (pada lokasi *sheetpile*). Untuk itu diperlukan adanya penanganan yang berupa pengendalian dinamika arus aliran dan perkuatan dasar tebing.

Penelitian [4] telah melakukan analisis distribusi kecepatan aliran Sungai Musi (Ruas Sungai: Pulau Kemaro Sampai dengan Muara Sungai Komerling). Penelitian ini menggunakan metode *velocity area* untuk perhitungan debit. Kemudian Bilangan *Froude* dan Bilangan *Reynolds* untuk menentukan jenis aliran. Lokasi yang ditinjau dipengaruhi keadaan fisik aliran sungai berupa lebar, kedalaman dan variasi kecepatan aliran. Dalam studi ini akan dilakukan analisis distribusi kecepatan aliran agar mengetahui debit yang diperoleh, bagaimana menentukan jenis aliran yang dipengaruhi oleh kecepatan aliran sungai ini, selanjutnya mengaplikasikan pola kecepatannya dengan menggunakan program Surfer 11. Data dari lapangan diolah dan dianalisis sehingga didapatkan hasil perhitungan debit dengan menggunakan *Velocity Area Method*. Menentukan jenis aliran pada sungai menggunakan metode Bilangan *Froude* dan Bilangan *Reynolds* dengan hasil yang didapat aliran turbulen dan subkritis. Penelitian sejenis terkait distribusi kecepatan aliran terhadap degradasi dasar sungai pada penelitian [5].

Penelitian [6] telah melakukan studi eksperimen distribusi kecepatan aliran sungai. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui distribusi kecepatan menggunakan metode *Point Integrated Sampling* (*PIS*) yaitu pengukuran pada titik-titik yang telah ditentukan pada arah vertikal maupun transversal. Penelitian ini menggunakan model saluran terbuka (*open channel*) dan menggunakan alat ukur tabung pitot untuk pengambilan data kecepatan. Kecepatan diukur pada titik tertentu yaitu 6 titik arah transversal dan tiap titik pengukuran arah transversal diukur 6 titik ke dalam vertikal, sehingga total pengukuran tiap tampang 36 titik yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kecepatan aliran semakin ke atas diperoleh kondisi maksima 0,86d. sebaliknya, semakin mendekati dasar saluran nilai kecepatan aliran semakin kecil bahkan mendekati nol. Kurva kecepatan pada penampang metintang berbentuk parabolik. Ini berarti semakin mendekati tengah saluran maka semakin besar nilai kecepatan yang diperoleh.

Penelitian [2], hasil penelitian menunjukkan bahwa muatan sedimen mempengaruhi sedimentasi saluran irigasi yang berdampak terhadap fluktuasi debit irigasi untuk pengairan irigasi. Terkait karakteristik debit-sedimen seperti pada penelitian [7], [8]. Hasil formulasi muatan sedimen di hulu sungai besar terhadap debit irigasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Formulasi Muatan Sedimen Di Hulu Sungai Besar Terhadap Debit Irigasi [2]

Sungai	Formulasi <i>Suspended Load</i>		Formulasi <i>Bed Load</i>	
	Hulu	Hilir	Hulu	Hilir
Tambong	$Y = 1.1197x^{1.0079}$	$Y = 0.0074x^{3.4886}$	$Y = 0.377x^{1.1403}$	$Y = 0.2405x - 0.2703$
Bomo	$Y = 0.3699x^{3.2929}$	$Y = 0.0439x - 0.0127$	$Y = 1.3797\ln(x) - 1.3327$	$Y = 0.0787\ln(x) + 0.0781$
Setail	$Y = 0.2352x^2 - 1.6205x + 5.9756$	$Y = 0.096x^{2.2936}$	$Y = 0.1354x^{1.682}$	$Y = 0.0216x - 0.0222$
Baru	$Y = 2.9019x^{0.5347}$	$Y = 0.0056x^{2.9503}$	$Y = 0.0029x^2 - 0.0487x + 0.2816$	$Y = 0.3096x^{1.4924}$

superkritis, gaya inersia yang sangat menonjol, sehingga aliran mempunyai kecepatan tinggi dan cepat [9].

2. Metode Penelitian

2.1 Karakteristik Hidraulik Sungai

Karakteristik hidraulik sungai yang meliputi kecepatan aliran, debit, jenis aliran dan tipe aliran. Aliran saluran terbuka dapat diklasifikasikan menjadi berbagai jenis dan diuraikan dengan berbagai cara. Jenis aliran terbuka dapat dibagi menjadi dua yaitu aliran laminar dan turbulen. Tipe aliran dibagi menjadi aliran kritis, aliran subkritis dan aliran super kritis, sedangkan macam aliran dibagi menjadi aliran tetap dan tidak tetap serta aliran seragam dan tidak seragam [1].

Pada tahun 1884 Osborne Reynolds melakukan percobaan untuk menunjukkan sifat-sifat aliran laminar dan turbulen. Berdasarkan pada percobaan aliran di dalam pipa, Reynolds menetapkan bahwa untuk bilangan Reynolds dibawah 500, aliran pada kondisi tersebut adalah laminar. Aliran akan turbulen apabila bilangan Reynolds lebih besar 1000. Pada umumnya tipe aliran melalui saluran terbuka adalah turbulen, karena kecepatan aliran dan kekasaran dinding relatif besar. Angka *Reynolds* mempunyai persamaan [9]:

$$Re = \frac{VL}{\nu} \tag{1}$$

Dengan :

Re = Bilangan *Reynolds*

V = Kecepatan aliran (m/s)

L = Panjang karakteristik (m)

ν = Viskositas (m^2/s)

Panjang karakteristik yang dimaksud dari percobaan *Reynolds* adalah diameter pipa saluran tertutup (D). Sedangkan untuk saluran terbuka panjang karakteristik diambil sama dengan jari-jari hidraulik (R).

Laminar : $Re < 500$

Transisi : $500 < Re < 12500$

Turbulen : $Re > 12500$

Viskositas atau kekentalan dari suatu cairan adalah salah satu sifat cairan yang menentukan besarnya perlawanan terhadap gaya geser. Viskositas dapat dikorelasikan dengan suhu air dengan rumus [1]:

$$\nu = (1,14 - 0,031 \cdot (T^\circ - 15) + 0,00068 \cdot (T^\circ - 15)^2) \times 10^{-6} \tag{2}$$

Penentuan tipe aliran dapat didasarkan pada nilai angka *Froude* (Fr). Aliran adalah sub kritis apabila $Fr < 1$, kritis apabila $Fr = 1$, dan super kritis apabila $Fr > 1$. Jika $F < 1$ aliran bersifat subkritis, dalam keadaan ini peranan gaya tarik bumi lebih menonjol, dan bila $F > 1$, aliran bersifat

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gy}} \tag{3}$$

Dengan :

Fr = Bilangan *Froude*

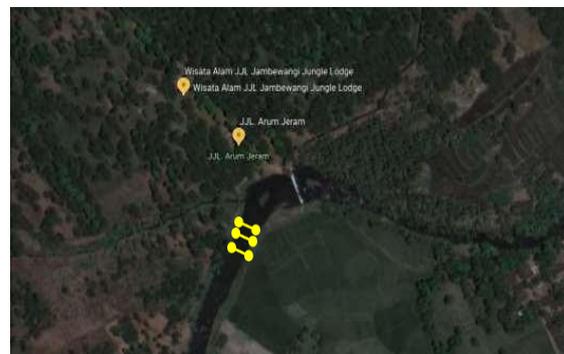
V = Kecepatan aliran (m/s)

g = Percepatan gravitasi (m/s^2)

y = Panjang karakteristik/kedalaman hidrolis (m)

2.1 Bagian Hulu

Bagian hulu ini berada di atas Bendung Jambewangi, Desa Jambewangi, Kecamatan Sempu, Kabupaten Banyuwangi. Pengukuran kecepatan aliran sungai dengan menggunakan *Current Meter* dilakukan di dasar dan di tengah kedalaman sungai. Per pias dilakukan 5 segmen pengukuran dengan jarak titik pengambilan per segmen ± 25 meter. Karena dibagian hulu sungai ini memiliki cabang, maka dibagian hulu terdapat 3 area pengukuran. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Bagian Hulu Sungai Setail (Google Maps, 2019)

2.2 Bagian Tengah

Bagian tengah ini berada di jembatan Genteng, Genteng, Banyuwangi. Pengukuran kecepatan aliran dengan menggunakan *Current Meter*. Per pias dilakukan 3 segmen pengukuran dengan jarak titik per segmen ± 25 meter. dibagian tengah terdapat 3 area pengukuran. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi Penelitian di Bagian Tengah Sungai Setail (Google Maps, 2019)

2.3 Bagian Hilir

Bagian hilir ini berada di Desa Kradenan, Purwoharjo, Banyuwangi. Pengukuran kecepatan dengan menggunakan *Current Meter*. Jarak titik pengambilan per segmen ± 25 meter. Dibagian hilir ini terdapat 1 area pengukuran yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Lokasi Penelitian di Bagian Hilir Sungai Setail (Google Maps, 2019)

2.4 Data Primer

Data primer meliputi pengukuran panjang, pengukuran lebar per segmen, pengukuran kedalaman tiap segmen pada ruas sungai, pengukuran elevasi, menentukan koordinat, pengukuran kecepatan aliran dan debit menggunakan *Current Meter*. Per segmen melintang pada ruas sungai dibagi 6 titik pengukuran.

2.5 Data Sekunder

Data sekunder yang digunakan yaitu data peta Sub DAS Setail untuk menentukan lokasi studi.

2.6 Flowchart Penelitian

Untuk tahapan dapat dilihat dalam Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Proses Pengolahan Data *Surfer*

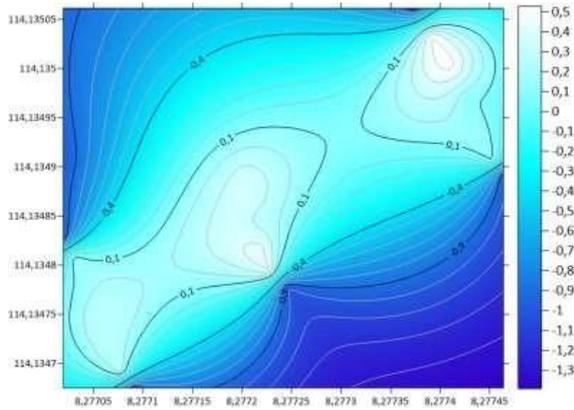
Surfer adalah salah satu perangkat lunak yang digunakan untuk pembuatan peta kontur dan pemodelan tiga dimensi dengan mendasarkan pada *grid*. Perangkat lunak ini melakukan plotting data tabular X,Y,Z tak beraturan menjadi lembar titik-titik segi empat (*grid*) yang beraturan. *Grid* adalah serangkaian garis vertikal dan horisontal yang dalam *surfer* berbentuk segi empat dan digunakan sebagai dasar pembentuk kontur.

3.2 Hasil *Output* Program *Surfer*

Perlu diketahui pada gambar hasil *output surfer* bagian hulu Sungai Sub DAS Setail ini arah utara berada pada sisi sebelah kiri gambar. Karena pada program *surfer* ini mengacu pada titik koordinat mulai dari nilai yang terkecil sampai yang terbesar.

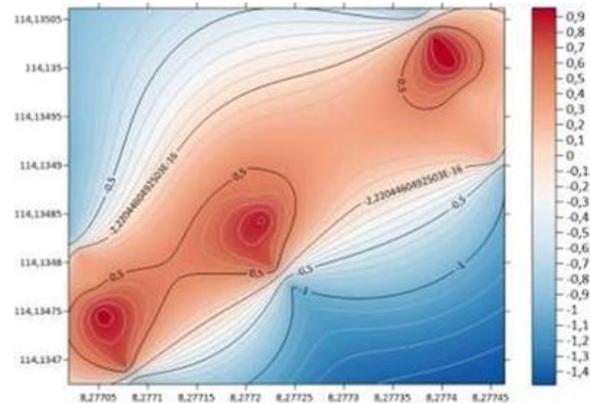
3.2.1 Hasil Pengolahan Data Bagian Hulu Sungai Setail

Setelah dilakukan pengolahan data seperti cara di atas, maka diperoleh distribusi aliran hasil sebagai berikut:



Gambar 5. Kontur Kedalaman Bagian Hulu Sungai Setail

Dari Gambar 5. dijelaskan hasil *output surfer* kontur kedalaman hulu Sungai Setail yang memiliki kedalaman terdalam sebesar 0,5 m ditandai dengan gradasi warna putih, kedalaman terendah sebesar 0,1 m ditandai dengan gradasi warna hijau pupus, lalu area sempadan sungai ditandai dengan gradasi warna biru.



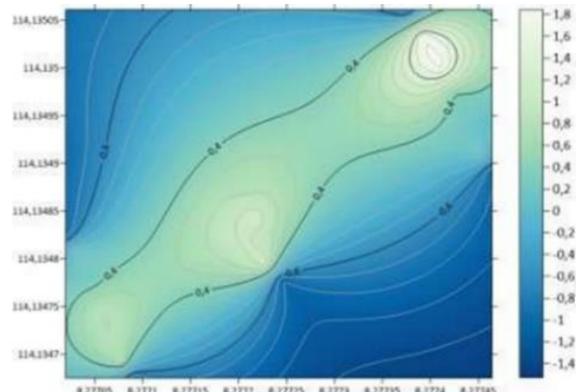
Gambar 6. Distribusi Kecepatan Bagian Hulu Sungai Setail

Dari Gambar 6. dijelaskan hasil *output surfer* distribusi kecepatan hulu Sungai Setail yang memiliki kecepatan aliran tertinggi sebesar 0,9 m/dt ditandai dengan gradasi warna merah, kecepatan terendah sebesar 0,1 m/dt ditandai dengan gradasi warna putih, lalu area sempadan sungai ditandai dengan gradasi warna biru. Berikut adalah gambar kecepatan aliran sungai bagian hulu Sungai Setail yang berlokasi di Jambewangi.



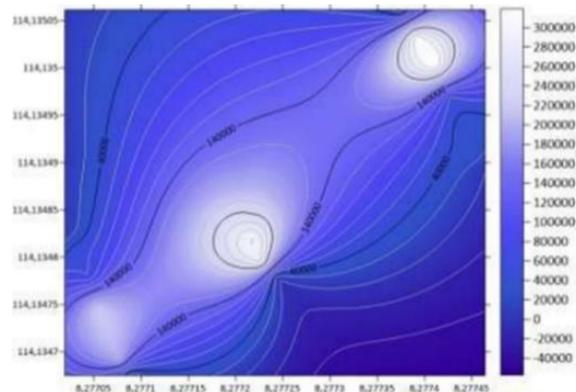
Gambar 7. Lokasi Distribusi Kecepatan Bagian Hulu Sungai Setail

Dapat dilihat pada Gambar 7, bahwa di lokasi hulu Sungai Setail ini memiliki warna. Warna merah, putih lalu biru yang terlihat menunjukkan tingkat kecepatan aliran yang disurvei.



Gambar 8. Distribusi Debit Bagian Hulu Sungai Setail

Dari Gambar 8. dijelaskan hasil *output surfer* distribusi debit hulu Sungai Setail yang memiliki memiliki debit tertinggi sebesar 1,8 m³/detik. ditandai dengan gradasi warna putih, debit terendah sebesar 0,1 m/dt ditandai dengan gradasi warna hijau, lalu area sempadan sungai ditandai dengan gradasi warna biru.



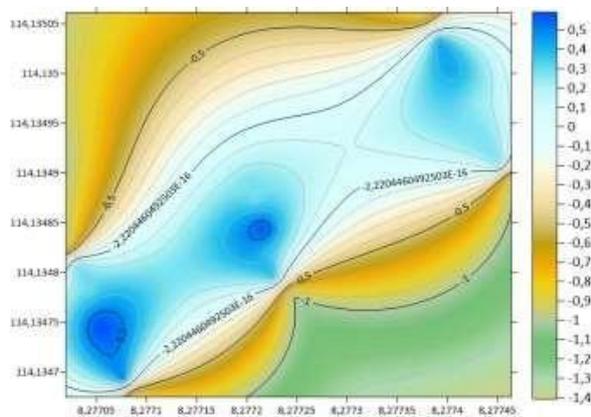
Gambar 9. Distribusi Angka Reynold Bagian Hulu Sungai Setail

Dari Gambar 9. dapat dilihat bahwa di Bagian Hulu memiliki angka Reynold tertinggi 300000. Dan rata-rata sebesar $Re = 178928,36$. Jadi di bagian hulu Sungai Sub DAS Setail ini termasuk jenis aliran turbulen dikarenakan $Re > 12500$. Berikut adalah gambar distribusi Reynold bagian hulu Sungai Setail yang berlokasi di Jambewangi.



Gambar 10. Lokasi Distribusi Reynold Bagian Hulu Sungai Setail

Dari Gambar 11, dapat dilihat bahwa di bagian hulu Sungai Setail memiliki angka *Froude* tertinggi 0,5 ditandai dengan gradasi warna biru yang paling besar disekitar area tersebut. Hal ini dibuktikan oleh skala warna yang ada disamping kanan gambar bahwa warna biru memiliki angka *Froude* lebih besar. Sehingga dapat disimpulkan di bagian hulu Sungai Sub DAS Setail ini termasuk tipe aliran subkritis dikarenakan $Fr < 1$.



Gambar 11. Distribusi Angka *Froude* Bagian Hulu Sungai Setail

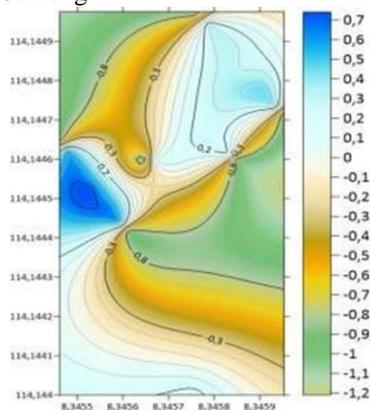


Gambar 12. Lokasi Distribusi Angka *Froude* Bagian Hulu Sungai Setail

Dapat dilihat pada Gambar 12. bahwa di lokasi hulu Sungai Setail ini memiliki beberapa warna. Warna biru, biru muda dan putih yang terlihat menunjukkan distribusi *Froude* yang disurvei.

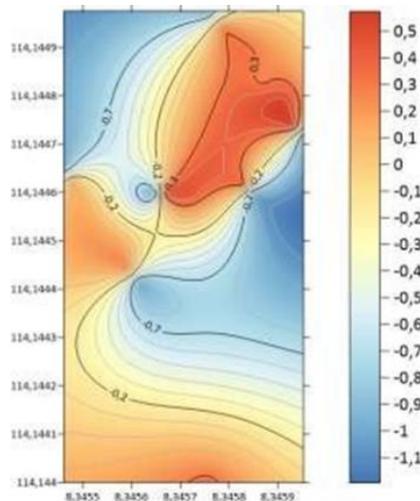
3.2.2 Hasil Pengolahan Data Bagian Tengah Sungai Setail

Lokasi penelitian Bagian Tengah Sungai Setail berada di Jembatan Genteng.



Gambar 13. Kontur Kedalaman Bagian Tengah Sungai Setail
DOI : <https://doi.org/10.52158/jaceit.v4i2.433>

Dari Gambar 13, dijelaskan hasil output surfer kontur kedalaman tengah Sungai Setail yang memiliki kedalaman terdalam sebesar 0,7 m ditandai dengan gradasi warna biru, kedalaman terendah sebesar 0,1 m ditandai dengan gradasi warna putih, lalu area sempadan sungai ditandai dengan gradasi warna hijau.



Gambar 14. Distribusi Kecepatan Bagian Tengah Sungai Setail

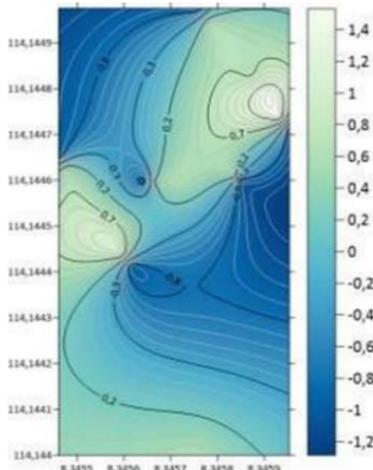
Dari Gambar 14, dijelaskan hasil output surfer distribusi kecepatan tengah Sungai Setail yang memiliki kecepatan aliran tertinggi sebesar 0,5 m/dt ditandai dengan gradasi warna merah. Kecepatan terendah sebesar 0,1 m/dt ditandai dengan gradasi warna putih, lalu area sempadan sungai ditandai dengan gradasi warna biru.

Berikut adalah gambar kecepatan aliran sungai bagian tengah Sungai Setail yang berlokasi di Upstream Jembatan Genteng.



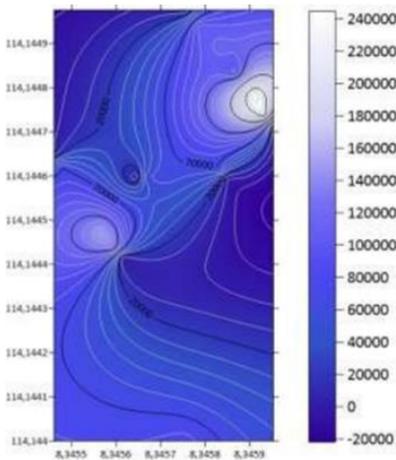
Gambar 15. Lokasi Distribusi Kecepatan Bagian Tengah Sungai Setail

Dapat dilihat pada Gambar 15, bahwa di lokasi tengah Sungai Setail ini memiliki beberapa warna. Warna merah, putih dan biru yang terlihat menunjukkan tingkat kecepatan aliran yang disurvei.



Gambar 16. Distribusi Debit Bagian Tengah Sungai Setail

Dari Gambar 16, dijelaskan hasil *output surfer* distribusi debit tengah Sungai Setail yang memiliki memiliki debit tertinggi sebesar 1,4 m³/detik. ditandai dengan gradasi warna putih, debit terendah sebesar 0,1 m/dt ditandai dengan gradasi warna hijau, lalu area sempadan sungai ditandai dengan gradasi warna biru.



Gambar 17. Distribusi Angka Reynold Bagian Tengah Sungai Setail

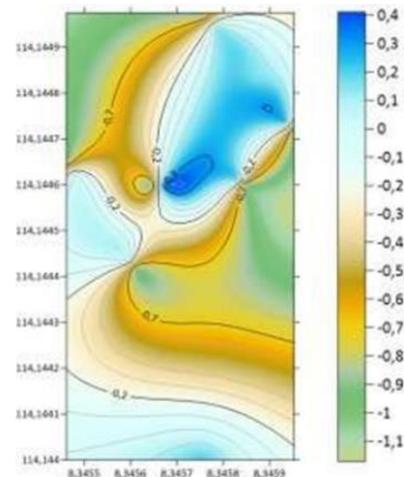
Dari Gambar 17, dapat dilihat bahwa di bagian tengah memiliki angka Reynold tertinggi 300000. Dan rata-rata sebesar $Re = 178928,36$. Jadi di bagian hulu Sungai Sub DAS Setail ini termasuk jenis aliran turbulen dikarenakan $Re > 12500$.

Berikut adalah gambar distribusi *Reynolds* bagian tengah Sungai Setail yang berlokasi di Upstream Jembatan Genteng.



Gambar 18. Lokasi Distribusi *Reynolds* Bagian Tengah Sungai Setail
DOI : <https://doi.org/10.52158/jaceit.v4i2.433>

Dapat dilihat pada Gambar 18, bahwa di lokasi Tengah Sungai Setail ini memiliki beberapa warna. Warna putih, biru dan ungu yang terlihat menunjukkan distribusi *Reynolds* yang disurvei.



Gambar 19. Distribusi Angka *Froude* Bagian Tengah Sungai Setail

Dari Gambar 19, dapat dilihat bahwa di bagian tengah Sungai Setail memiliki angka *Froude* tertinggi 0,5 ditandai dengan gradasi warna biru yang paling besar disekitar area tersebut. Hal ini dibuktikan oleh skala warna yang ada disamping kanan gambar bahwa warna biru memiliki angka *Froude* lebih besar. Sehingga dapat disimpulkan di bagian hulu Sungai Sub DAS Setail ini termasuk tipe aliran subkritis dikarenakan $Fr < 1$. Berikut adalah gambar distribusi *Froude* bagian Tengah Sungai Setail yang berlokasi di Upstream Jembatan Genteng:

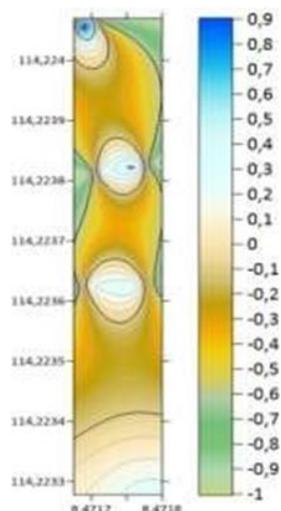


Gambar 20. Lokasi Distribusi *Froude* Bagian Tengah Sungai Setail

Dapat dilihat pada Gambar 20 bahwa di lokasi tengah Sungai Setail ini memiliki beberapa warna. Warna biru, biru muda dan putih yang terlihat menunjukkan distribusi *Froude* yang disurvei.

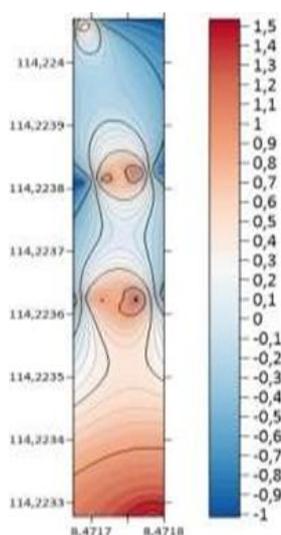
3.2.3 Hasil Pengolahan Data Bagian Hilir Sungai Setail

Lokasi penelitian Bagian Hilir Sungai Setail berada di Upstream Jembatan Kradenan, Krajan, Purwoharjo.



Gambar 21. Kontur Kedalaman Bagian Hilir Sungai Setail

Dari Gambar 21, dijelaskan hasil *output surfer* kontur kedalaman tengah Sungai Setail yang memiliki kedalaman terdalam sebesar 0,9 m ditandai dengan gradasi warna biru, kedalaman terendah sebesar 0,1 m ditandai dengan gradasi warna putih, lalu area sempadan sungai ditandai dengan gradasi warna hijau.



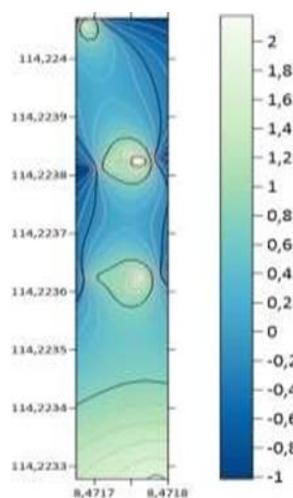
Gambar 22. Distribusi Kecepatan Bagian Hilir Sungai Setail

Dari Gambar 22, dijelaskan hasil *output surfer* distribusi kecepatan hilir sungai Setail yang memiliki kecepatan aliran tertinggi sebesar 1,5 m/dt ditandai dengan gradasi warna putih. Kecepatan terendah sebesar 0,1 m/dt ditandai dengan gradasi warna putih, lalu area sempadan sungai ditandai dengan gradasi warna biru tua. Berikut adalah gambar kecepatan aliran sungai bagian hilir Sungai Setail yang berlokasi di *Upstream* Jembatan Kradenan, Krajan, Purwoharjo.



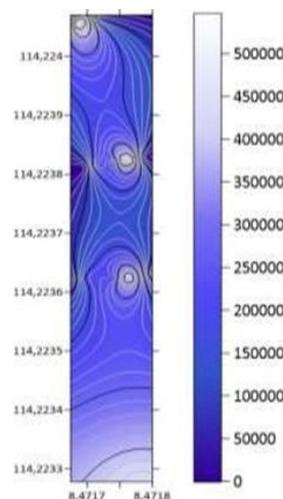
Gambar 23. Lokasi Distribusi Kecepatan Bagian Hilir Sungai Setail

Dapat dilihat pada Gambar 23, bahwa di lokasi tengah Sungai Setail ini memiliki beberapa warna. Warna merah, putih dan biru yang terlihat menunjukkan tingkat kecepatan aliran yang disurvei.



Gambar 24. Distribusi Debit Bagian Hilir Sungai Setail

Dari Gambar 24, dijelaskan hasil *output surfer* distribusi debit hilir Sungai Setail yang memiliki memiliki debit tertinggi sebesar 2 m³/detik. ditandai dengan gradasi warna putih, debit terendah sebesar 0,1 m³/dt ditandai dengan gradasi warna hijau, lalu area sempadan sungai ditandai dengan gradasi warna biru.



Gambar 25. Distribusi Angka Reynolds Bagian Hilir Sungai Setail

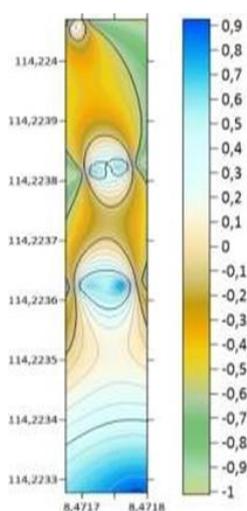
Dari Gambar 25, dapat dilihat bahwa di Bagian Hulu memiliki angka *Reynolds* tertinggi 500000. Dan rata-rata sebesar $Re = 178928,36$. Jadi di bagian hilir Sungai Sub DAS Setail ini termasuk jenis aliran turbulen dikarenakan $Re > 12500$.

Berikut adalah gambar distribusi *Reynolds* bagian hilir Sungai Setail yang berlokasi di *Upstream* Jembatan Kradenan, Krajan, Purwoharjo.



Gambar 26. Lokasi Distribusi *Reynolds* Bagian Hilir Sungai Setail

Dapat dilihat pada Gambar 26 bahwa di lokasi hilir Sungai Setail ini memiliki beberapa warna. Warna putih, biru dan ungu yang terlihat menunjukkan distribusi *Reynolds* yang disurvei.



Gambar 27. Distribusi Angka *Froude* Bagian Hilir Sungai Setail

Dari Gambar 27, dapat dilihat bahwa di bagian hulu Sungai Setail memiliki angka *Froude* tertinggi 0,9 ditandai dengan gradasi warna biru yang paling besar di sekitar area tersebut. Hal ini dibuktikan oleh skala warna yang ada disamping kanan gambar bahwa warna biru memiliki angka *Froude* lebih besar. Sehingga dapat disimpulkan di bagian hulu Sungai Sub DAS Setail ini termasuk tipe aliran subkritis dikarenakan $Fr < 1$.

Berikut adalah gambar distribusi *Froude* bagian hilir Sungai Setail yang berlokasi di *Upstream* Jembatan Kradenan, Krajan, Purwoharjo.



Gambar 28. Lokasi Distribusi *Froude* Bagian Hilir Sungai Setail

Dapat dilihat pada Gambar 28 bahwa di lokasi hilir Sungai Setail ini memiliki beberapa warna. Warna biru, biru muda dan putih yang terlihat menunjukkan distribusi *Froude* yang disurvei.

3.3 Rekapitulasi Hasil *Output Surfer*

Berdasarkan Tabel 2, pada bagian hulu Sungai Setail memiliki kecepatan aliran maksimal sebesar 0,93 m/detik. Dengan kecepatan rerata sebesar 0,63 m/detik. Debit maksimal sebesar 1,77 m³/detik. Dengan debit rerata sebesar 0,77 m³/detik. Rerata *Reynolds* sebesar 178928,36 sehingga termasuk jenis aliran *turbulen*. Rerata *Froude* sebesar 0,38 sehingga termasuk tipe aliran subkritis.

Sedangkan pada bagian tengah Sungai Setail memiliki kecepatan aliran maksimal sebesar 0,55 m/detik. Dengan kecepatan rerata sebesar 0,32 m/detik. Debit maksimal sebesar 1,56 m³/detik. Dengan debit rerata sebesar 0,77 m³/detik. Rerata *Reynolds* sebesar 112775,85 sehingga termasuk jenis aliran *turbulen*. Rerata *Froude* sebesar 0,19, sehingga termasuk tipe aliran subkritis.

Lalu pada bagian hilir Sungai Setail kecepatan aliran maksimal sebesar 1,37 m/detik, dengan kecepatan rerata sebesar 0,84 m/detik. Debit maksimal sebesar 2,10 m³/detik, dengan debit rerata sebesar 1,37 m³/detik. Rerata *Reynold* sebesar 185107,50 sehingga termasuk jenis aliran *turbulen*. Rerata *Froude* sebesar 0,07 sehingga termasuk tipe aliran subkritis.

4. Kesimpulan

Hasil penentuan Angka *Reynolds* dan Angka *Froude* Sungai Setail dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Bagian Hulu Sungai Setail mempunyai rerata Angka *Reynolds* (*Re*) sebesar 178928,36 sehingga tergolong jenis aliran turbulen karena nilai *Re* lebih dari 12500 ($Re > 12500$), dan rerata Angka *Froude* (*Fr*) sebesar 0,38 sehingga tergolong tipe aliran subkritis karena nilai *Fr* kurang dari 1 ($Fr < 1$).
- Bagian Tengah Sungai Setail mempunyai rerata Angka *Reynolds* (*Re*) sebesar 112775,85 sehingga tergolong jenis aliran turbulen karena nilai *Re* lebih dari 12500 ($Re > 12500$), dan rerata Angka *Froude* (*Fr*) sebesar 0,19 sehingga tergolong tipe aliran subkritis karena nilai *Fr* kurang dari 1 ($Fr < 1$).
- Bagian Hilir Sungai Setail mempunyai rerata Angka *Reynolds* (*Re*) sebesar 185107,50 sehingga tergolong

jenis aliran turbulen karena nilai Re lebih dari 12500 ($Re > 12500$), dan rerata Angka *Froude* (Fr) sebesar 0,07 sehingga tergolong tipe aliran subkritis karena nilai Fr kurang dari 1 ($Fr < 1$).

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Karakteristik Hidraulik Sungai Setail

No.	Lokasi	Kecepatan (m/det)		Debit (m ³ /det)		<i>Reynolds</i> (Re)		<i>Froude</i> (Fr)		Jenis Aliran	Tipe Aliran
		Rerata	Max	Rerata	Max	Rerata	Max	Rerata	Max		
1	Hulu (Bendung Jambewangi)	0,63	0,93	0,77	1,77	1789288,36	321776,45	0,38	0,60	Turbulen	Subkritis
2	Tengah (Jembatan Genteng)	0,32	0,55	0,77	1,56	112775,85	248675,13	0,19	0,41	Turbulen	Subkritis
3	Hilir (Jembatan Kradenan)	0,84	1,52	1,37	2,10	185107,50	324972,11	0,07	0,10	Turbulen	Subkritis

Jadi dapat disimpulkan, jika kecepatan aliran sungai tinggi dan terjadi curah hujan tinggi maka tingkat peluapan air pada sungai semakin tinggi. Begitupun sebaliknya jika kecepatan aliran rendah maka tingkat peluapan air pada sungai semakin rendah.

[8] A. T. Dewi, Z. Erwanto and Y. Ulfiyati, "Studi Korelasi Debit Sungai Dan Suspended Load Pada Upstream Bendung Di Hulu Sungai-Sungai Besar Kabupaten Banyuwangi," *Jurnal Logic*, vol. 18, no. 1, pp. 1-7, 2018.

[9] J. M. K. Dake, E. Tachiyon and Y. P. Pangaribuan, *Hidrolika Teknik*, Jakarta: Erlangga, 1985.

Daftar Rujukan

- [1] F. Junaidi, "Analisis Distribusi Kecepatan Aliran Sungai Musi (Ruas Jembatan Ampera Sampai Dengan Pulau Kemaro)," *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 2, no. 3, 2014.
- [2] Z. Erwanto, D. D. Pranowo, D. S. W. P. J. Widakdo, and N. S. R. Wilujeng, "The Influence of Sediment Loads on the Irrigation Discharge in The Upstream and Downstream of the Major River in Banyuwangi Regency," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 207, no. 012066, pp. 1-14, 2018.
- [3] D. Wahyuni, "Evaluasi Distribusi Kecepatan Aliran di Belokan Sungai Jelarai dan Perubahan Morfologi," *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, vol. 4, no. 1, pp. 45-54, 2014.
- [4] A. Putra, *Pengaruh Hubungan Tata Guna Lahan Dengan Debit Banjir Pada Daerah Aliran Sungai Malalayang*, Manado: Universitas Sam Ratulangi, 2014.
- [5] Z. Erwanto and A. N. I. Sugata, "The effect of river flow velocity distribution on indications of the occurrence of degradation of the Tambong River basin," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1450, no. 1, p. 012030, 2020.
- [6] S. Umar, "Studi Eksperimen Distribusi Kecepatan Aliran Sungai," *Jurnal POROS TEKNIK*, vol. 7, no. 1, pp. 1-53, 2015.
- [7] F. Y. Wardani, Z. Erwanto and Y. Ulfiyati, "Studi Muatan Suspended Load Dan Bed Load Pada Upstream Bendung Di Hulu Sungai-Sungai Besar Kabupaten Banyuwangi," *Jurnal Logic*, vol. 18, no. 1, pp. 12-19, 2018.



Pengaruh Sedimentasi Terhadap Fungsi Kapasitas Saluran Drainase di Jalan Tongkol Kelurahan Seketeng Sumbawa Besar

Novia Dwianti¹, Adi Mawardin², Eti Kurniati³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknologi Lingkungan dan Mineral, Universitas Teknologi Sumbawa

^{2,3}Pusat Riset Kebencanaan, Fakultas Teknologi Lingkungan dan Mineral, Universitas Teknologi Sumbawa

¹novia.v.dwianti23@gmail.com, ²adi.mawardin@uts.ac.id*, ³eti.kurniawati@uts.ac.id

Abstract

Population growth is always followed by changes in land use. These changes mean that the land surface can no longer absorb rainwater naturally, creating a high runoff coefficient and affecting erosion rates. Rainwater is channeled into the drainage along with erosion material. The increased sedimentation process causes silting of the channel which results in a decrease in drainage capacity. The purpose of this study is to determine the characteristics of sediment by grain size analysis method and the results of grain diameter range from 1.062 mm to 1.506 mm, categorized as very coarse sand with specific gravity (ρ_s) of 0.00239 kg/m³. Knowing the Bed load Transport Rate with the Meyer-Petter and Muller Method which is around 1.714×10^3 m³/year. Knowing the rate of suspended load transport using the USBR (United States Bureau Reclamation) Method which is 0.0443 tons/year. As well as knowing the percentage of sediment to the Tongkol street drainage channel along the research location of 74.46% and categorized as severely damaged. The recommended action that can be taken is rehabilitation. Drainage channel rehabilitation can be done by dredging sediment, as well as repairing damaged channel construction by CL Directorate General of Natural Resources Men PU No. 02 / SE / 2011.

Keywords: Drainage, Sedimentation, Condition Index

Abstrak

Pertambahan penduduk selalu diikuti dengan perubahan fungsi lahan secara besar-besaran. Perubahan ini mengakibatkan permukaan tanah tidak dapat lagi menyerap air hujan secara alami, sehingga menciptakan koefisien limpasan tinggi dan memengaruhi laju erosi. Air hujan tersebut dialirkan ke drainase bersama material erosi. Proses sedimentasi yang meningkat menyebabkan pendangkalan saluran yang mengakibatkan penurunan kapasitas drainase. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui karakteristik sedimen dengan metode analisis ukuran butir dan hasilnya diameter butiran berkisar dari 1,062 mm sampai 1,506 mm, dikategorikan sebagai pasir sangat kasar dengan berat jenis (ρ_s) sebesar 0,00239 kg/m³. Mengetahui Laju Angkutan Dasar dengan Metode Meyer-Petter dan Muller yaitu sekitar $1,714 \times 10^3$ m³/tahun. Mengetahui laju sedimen melayang dengan menggunakan Metode USBR (United States Beureau Reclamation) yaitu sebesar 0,0443 ton/tahun. Serta mengetahui persentase sedimen terhadap saluran drainase Jalan Tongkol sepanjang lokasi penelitian sebesar 74,46% dan dikategorikan rusak berat. Sesuai dengan SE Ditjen SDA Men PU No. 02/SE/M/2011 rekomendasi tindakan yang dapat dilakukan adalah rehabilitasi. Rehabilitasi saluran drainase dapat dilakukan dengan pengerukan sedimen, serta perbaikan konstruksi saluran yang rusak.

Kata kunci: Drainase, Sedimentasi, Indeks Kondisi

Diterima Redaksi : 14-07-2023 | Selesai Revisi : 18-07-2023 | Diterbitkan Online : 01-12-2023

1. Pendahuluan

Drainase (*drainage*) mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak di inginkan pada

suatu daerah, serta cara-cara penanggulangan akibat ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut [1]. Dari sudut pandang yang lain, drainase adalah salah satu prasarana umum yang dibutuhkan masyarakat kota dalam rangka menuju kehidupan kota yang aman, nyaman, bersih, dan sehat. Bangunan sistem drainase secara berurutan mulai dari hulu terdiri dari saluran penerima (*interceptor drain*), saluran pengumpul (*collector drain*), saluran pembawa (*conveyor drain*)



saluran induk (*main drain*), badan air penerima (*receiving waters*). Di sepanjang sistem sering dijumpai bangunan lainnya seperti gorong-gorong, jembatan-jembatan, talang dan saluran miring/got miring [2].

Pertambahan penduduk selalu diikuti dengan perubahan fungsi lahan secara besar-besaran. Perubahan tata guna lahan ini, mengakibatkan air hujan tidak dapat menyerap ke dalam tanah secara alami serta menciptakan koefisien limpasan yang meningkat dari waktu ke waktu dan memengaruhi laju erosi. Erosi adalah peristiwa hilang atau terkikisnya lapisan permukaan tanah dari suatu tempat ke tempat lainnya yang disebabkan oleh pergerakan air maupun angin [1]. Salah satu pengaruh erosi yang paling signifikan adalah penipisan lapisan permukaan tanah bagian atas, yang menyebabkan penurunan kapasitas tanah atau degradasi tanah.

Suatu kawasan pemukiman atau perkotaan memiliki saluran drainase yang digunakan untuk menyalurkan massa air berlebih dari kawasan tersebut. Air hujan yang tidak meresap ke dalam tanah akan dialirkan ke saluran ini bersama dengan material dari erosi yang terjadi. Material erosi yang dihasilkan akan mengendap di saluran. Proses sedimentasi yang terus menerus menyebabkan pendangkalan saluran, yang menyebabkan penurunan kapasitas drainase. Selain faktor erosi, manajemen pengelolaan sampah yang kurang baik memperburuk keadaan ini. Sehingga, masyarakat membuang sampahnya ke saluran.

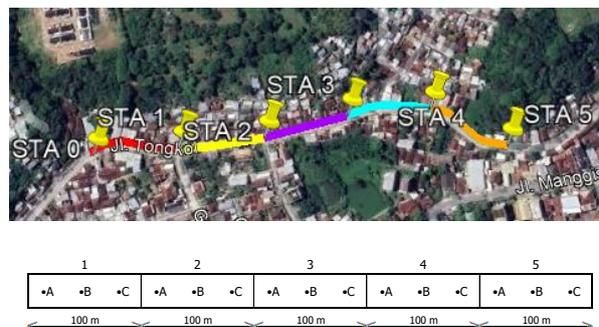
Studi terkait sedimentasi juga telah dilakukan di jalan lintas Tano-Sumbawa, dimana sedimentasi sangat besar pengaruhnya terhadap pengurangan nilai fungsi dari kapasitas saluran drainase [3]. Besarnya nilai konsentrasi pada setiap penampang saluran dipengaruhi oleh sedimen dasar yang terangkat karna kasarnya permukaan dasar saluran, kecepatan aliran, dan perbedaan dimensi saluran [4].

Jalan Tongkol merupakan jalan yang melalui beberapa sekolah, tempat tongkrongan dan pasar sehingga cukup ramai dilalui. Pada jalan tersebut terdapat beberapa kerusakan jalan yang disebabkan oleh sistem drainase yang tidak berfungsi dengan baik. Berdasarkan penelitian sebelumnya sistem drainase yang ada tidak dapat menampung air sehingga terjadi genangan hingga ke badan jalan [5].

Penurunan kapasitas saluran menyebabkan saluran yang ada tidak dapat menampung air dan terjadilah genangan hingga ke jalan. Hal inilah yang terjadi pada saluran drainase di Jalan Tongkol, Kelurahan Seketeng. Oleh karena itu, penulis ingin melakukan penelitian terkait pengaruh sedimentasi terhadap pengurangan nilai fungsi dari kapasitas saluran drainase tersebut guna mengetahui tindakan yang akan dilakukan untuk menangani permasalahan dari saluran agar dapat berfungsi dengan baik.

2. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di Jalan Tongkol, Seketeng, Kecamatan Sumbawa, Sumbawa, Nusa Tenggara Barat. Penelitian berfokus pada saluran drainase sepanjang 500 meter yang ada di jalan tersebut. Saluran akan dibagi menjadi 5 segmen dengan panjang masing-masing 100 m. Setiap segmen akan dilakukan pengambilan sampel pada tiga titik (A, B, C) seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema Saluran Drainase

Pengumpulan data dilakukan dengan survey primer dan survey sekunder. Data primer dalam penelitian ini adalah sampel sedimen berupa *suspended load* dan *bed load* yang diambil pada lokasi penelitian, data karakteristik sedimen yang diperoleh dari uji laboratorium, kondisi saluran, elevasi saluran, dan ukuran eksisting saluran. Sedangkan data sekunder diperoleh dari acuan dan literatur yang telah terkumpul serta berkaitan dengan bahan penelitian, atau karya tulis ilmiah yang berhubungan dengan penelitian. Data sekunder berupa gambar rencana saluran dan beberapa literatur penelitian terdahulu.

2.1. Analisis Besar Butiran Sedimen

Ukuran butir sedimen diwakili oleh diameternya yang biasa disimbolkan dengan *d*, dan satuan yang lazim digunakan untuk ukuran butir sedimen adalah *milimeter (mm)* dan *micrometer (μm)*. Klasifikasi ukuran butiran menurut *American Geophysical Union* [6] dapat dilihat pada Tabel 1. Di bawah ini.

Tabel 1. Klasifikasi Sedimen Berdasarkan Ukuran Butiran

Interval/Range (mm)	Nama
4096 – 2048	Batu Sangat Besar (<i>Very Large Boulders</i>)
2048 – 1024	Batu Besar (<i>Large Boulders</i>)
1024 – 512	Batu Sedang (<i>Medium Boulders</i>)
512 – 256	Batu Kecil (<i>Small Boulders</i>)
256 – 128	Kerakal Besar (<i>Large Cabbles</i>)

Interval/Range (mm)	Nama
128 – 64	Kerakal Kecil (<i>Small Cabbles</i>)
128 – 64	Kerikil Sangat Kasar (<i>Very Coarse Gravel</i>)
32 – 16	Kerikil Kasar (<i>Coarse Gravel</i>)
16 – 8	Kerikil Sedang (<i>Medium Gravel</i>)
8 – 4	Kerikil Halus (<i>Fine Gravel</i>)
4 – 2	Kerikil Sangat Halus (<i>Very Fine Gravel</i>)
2 – 1	Pasir Sangat Kasar (<i>Very Coarse Sand</i>)
1 – ½	Pasir Kasar (<i>Coarse Sand</i>)
½ – ¼	Pasir Sedang (<i>Medium Sand</i>)
¼ – 1/8	Pasir Halus (<i>Fine Sand</i>)
1/8 – 1/16	Pasir Sangat Halus (<i>Very Fine Sand</i>)
1/16 – 1/32	Lumpur Kasar (<i>Coarse Silt</i>)
1/32 – 1/64	Lumpur Sedang (<i>Medium Silt</i>)
1/64 – 1/128	Lumpur Halus (<i>Fine Silt</i>)
1/128 – 1/256	Lumpur Sangat Halus (<i>Very Fine Silt</i>)
1/256 – 1/512	Lempung Kasar (<i>Coarse Clay</i>)
1/512 – 1/1024	Lempung Sedang (<i>Medium Clay</i>)
1/1024 – 1/2048	Lempung Halus (<i>Fine Clay</i>)
1/2048 – 1/4096	Lempung Sangat Halus (<i>Very Fine Clay</i>)

Menurut [7] dalam [8] Batu besar (*boulders*) dan krakal (*cobbles*) dapat diukur tersendiri, kerikil (*gravel*) dapat diukur tersendiri atau dengan ayakan, dan pasir diukur dengan ayakan. Ayakan nomor 200 digunakan untuk memisahkan partikel pasir dari partikel yang lebih halus seperti lumpur dan lempung, sedangkan lumpur dan lempung dipisahkan dengan mengukur perbedaan kecepatan jatuhnya pada air diam.

2.2. Analisis Distribusi Ukuran Sedimen

Berdasarkan [11] perhitungan distribusi ukuran butiran dapat dilakukan dengan mengetahui ukuran besar butir sedimen. Sedimen diayak sehingga berat sedimen yang tertahan saringan didapatkan. Selanjutnya, hasil sedimen yang tertahan dan yang lolos dikonversi menjadi persentase (%), dengan menggunakan persamaan (1) dan (2) berikut:

$$\%S_{Tertahan} = \frac{S_{Tertahan}}{S_{Total}} \times 100\% \quad (1)$$

DOI : <https://doi.org/10.52158/jaceit.v4i2.547>

$$\%S_{Lolos\ Kumulatif} = \frac{S_{Total} - S_{Tertahan\ Kumulatif}}{S_{Total}} \times 100\% \quad (2)$$

Setelah menentukan nilai berat dan persentase agregat yang tertahan di setiap saringan, diameter ukuran butir rata – rata dihitung dengan menggunakan persamaan (3) berikut:

$$\bar{X} = \frac{\sum Fi \cdot Xi}{\sum Fi} \quad (3)$$

dengan:

\bar{X} = Ukuran butiran rata-rata (mm),
 Fi = Persentase berat butir tertahan saringan,
 Xi = Jumlah ukuran butir persegran.

2.3. Analisis Laju Sedimentasi

Analisis laju sedimentasi merupakan analisis yang bertujuan untuk mengetahui seberapa banyak sedimentasi yang masuk kedalam saluran dalam hitungan hari.

Laju Angkutan Dasar (*Bed Load*) dengan Metode Meyer-Petter dan Muller persamaan (4), (5), (6), (7), dan (8) berikut:

$$Q_b = \phi \times \sqrt{g \cdot \Delta \cdot D_m^3} \quad (4)$$

Intensitas angkutan debit:

$$\phi = (4\phi' - 0,188)^{3/2} \quad (5)$$

dengan Q_b adalah volume angkutan persatuan waktu (m^3/dt), Φ adalah intensitas angkutan sedimen g adalah gravitasi (m/dt^2), Δ adalah $(\rho_s - \rho_w)/\rho_w$, D_m adalah diameter efektif = $D_{50} - D_{60}$ (m), ρ_s adalah rapat massa butiran (kg/m^3), ρ_w adalah rapat massa air ($1000\ kg/m^3$)

Intensitas pengaliran efektif :

$$\phi' = \frac{\mu \times R \times I}{\Delta \times D_{55}} \quad (6)$$

dengan ϕ' adalah intensitas pengaliran μ adalah ripple factor = $(C/C')^{3/2}$, R adalah jari-jari hidrolis (m), I adalah kemiringan dasar saluran, D_{55} adalah diameter butiran lolos saringan 55%, C adalah friction factor angkutan, dan C' adalah friction factor intensif, *friction factor angkutan (C) dan friction factor intensif (C')* :

$$C = \frac{v}{\sqrt{R \times I}} \quad (7)$$

$$C' = 18 \log \times \frac{12 \times R}{D_{90}} \quad (8)$$

dengan v adalah kecepatan rerata (m/dt), R adalah jari-jari hidraulik (m), I adalah kemiringan dasar saluran, dan D_{90} adalah diameter butiran lolos saringan 90%.

Laju Angkutan Melayang (*Suspended Load*) dengan Metode USBR persamaan (9) berikut:

$$Q_s = 0.0864 \times C_s \times Q \tag{9}$$

Dengan Q_s adalah muatan sedimen (ton/hari), C_s adalah konsentrasi muatan sedimen (mg/L), dan Q adalah debit saluran (m³/dt) [12].

2.4. Analisis Presentase Sedimen

Menghitung luas penampang saluran trapezium, persamaan (10) berikut:

$$A = (b + mh)h \tag{10}$$

dengan A adalah luas penampang basah (m²), b adalah lebar dasar saluran (m), dan h adalah tinggi saluran (m)

Setelah mengetahui luas penampang maksimum dan luas penampang akibat sedimentasi, dilakukan analisis proporsi sedimen pada saluran drainase dengan menggunakan persamaan (11) berikut:

$$Sed = \left(100 - \frac{A_{Sed}}{A} \times 100\right) \% \tag{11}$$

dengan: Sed adalah Persentase sedimen, A_{Sed} adalah luas penampang akibat sedimentasi (m²), dan A adalah Luas penampang maksimum (m²)

2.5 Analisis Penilaian Aspek Sedimentasi

Penilaian aspek tingkat sedimentasi dalam saluran drainase telah diatur berdasarkan [9]. Air akan mengalir dengan lancar jika kondisi penampang basah baik di bagian hulu, tengah maupun hilir dalam kondisi baik. Jika salah satu dari bagian penampang basah kondisinya buruk, misalnya akibat sedimentasi tinggi dan ditutupi tanaman *aquatic*, maka aliran air akan terganggu. Berdasar pada pendekatan dan peraturan penilaian dari [8], dalam penelitian ini tingkat sedimentasi (%) dinilai dengan membandingkan tinggi sedimentasi yang ada terhadap kapasitas saluran. Kapasitas saluran diasumsikan berbanding lurus terhadap luas penampang saluran maksimum, yaitu tinggi saluran (H) adalah tinggi air (h) ditambah tinggi jagaan (w). Setelah persentase sedimen diketahui selanjutnya hasil perhitungan sedimentasi menjadi nilai input kondisi dalam Tabel 2. di bawah ini.

Tabel 2. Penilaian Kondisi Jaringan Drainase Berdasarkan Tingkat Sedimentasi [8]

Kondisi Tingkat Sedimentasi	Fungsi (%)	Kondisi Saluran
76-100 %	0	Disfungsi
51-75 %	1-25	Rusak Berat
26-50 %	26-50	Rusak Ringan
1-25 %	51-75	Cukup
0 %	76-100	Baik

Setelah persentase tingkat sedimentasi dan persentase fungsi saluran drainase diketahui, maka selanjutnya kita dapat menentukan rekomendasi tindakan yang seharusnya dilakukan sesuai dengan Tabel 2.

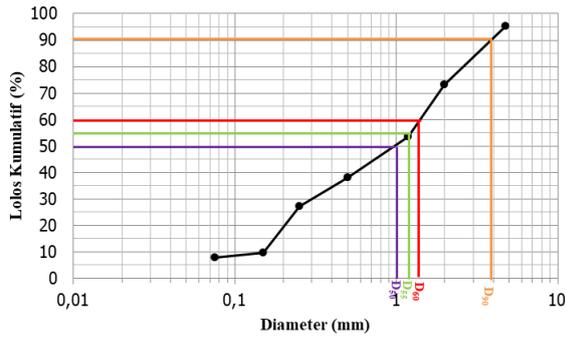
Tabel 3. Rekomendasi Tindakan Untuk Saluran Drainase [8]

No	Kondisi Saluran	Rekomendasi Tindakan
1	Berfungsi 76%-100%	Pemeliharaan Rutin
2	Berfungsi 51%-75%	Pemeliharaan Berkala
3	Berfungsi 26%-50%	Rehabilitasi
4	Berfungsi 1%-25%	Rehabilitasi
5	0%	Kajian Desain

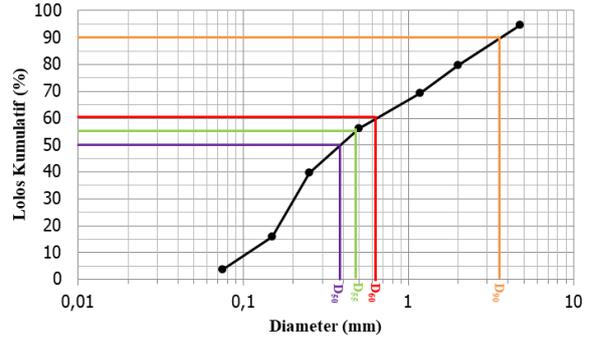
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Karakteristik Sedimen

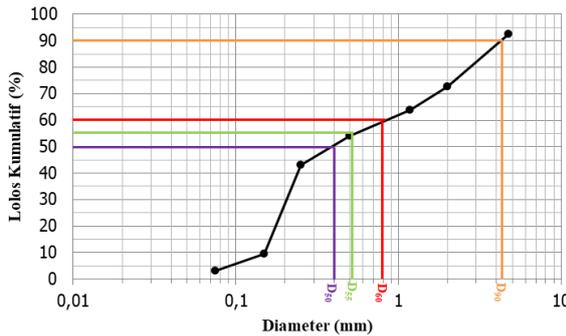
Pengambilan sampel sedimen dasar dilakukan pada 15 titik sepanjang lokasi penelitian yang digunakan untuk menganalisis distribusi ukuran butir sedimen dengan melakukan uji gradasi. Sampel yang digunakan sebanyak 500 gram setiap titik. Pada Sta. 1 (Gambar 2), sebesar 22,10% sedimen tertahan di saringan no.10 dan persentase tertahan paling sedikit terjadi pada saringan no.200 yaitu 1,83%. Sta. 2 (Gambar 3), persentase tertahan paling tinggi terjadi pada saringan no.100 yaitu 33,65% dan yang terendah sebanyak 7,43% pada saringan no.4. Sedangkan di Sta. 3 (Gambar 4), 6,38% sedimen tertahan di saringan no.200 dan 26,40% tertahan di saringan no.10. Pada Sta. 4 (Gambar 5), saringan no.200 menahan 5,13% sedimen, dan saringan no.60 menahan sedimen paling banyak yaitu sebesar 25,22%. Untuk Sta. 5 (Gambar 6), persentase terendah terjadi pada saringan no.4 yaitu 5,47% dan yang terbanyak pada saringan no.100 sebesar 24,01%.



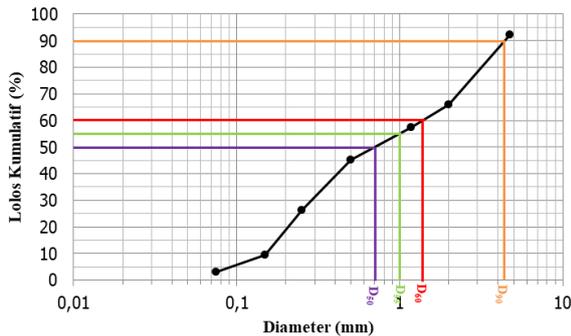
Gambar 2. Grafik Distribusi Butiran Lolos Saringan Sta. 1



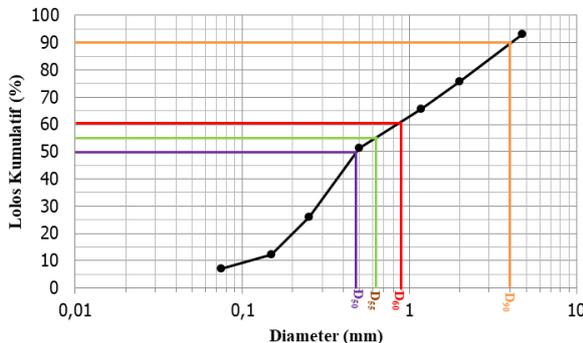
Gambar 6. Grafik Distribusi Butiran Lolos Saringan Sta. 5



Gambar 3. Grafik Distribusi Butiran Lolos Saringan Sta. 2



Gambar 4. Grafik Distribusi Butiran Lolos Saringan Sta. 3



Gambar 5. Grafik Distribusi Butiran Lolos Saringan Sta. 4

Tabel 4, menunjukkan hasil rekapitulasi gradasi butiran lolos saringan D_{50} , D_{55} , D_{60} , dan D_{90} masing-masing sebesar 0,596 mm, 0,766 mm, 1,026 mm, dan 4,034 mm.

Tabel 4. Rekapitulasi Gradasi Butiran Lolos Kumulatif

Sta.	D_{50}	D_{55}	D_{60}	D_{90}
I	1,00	1,20	1,40	3,90
II	0,40	0,51	0,80	4,10
III	0,70	1,00	1,50	4,47
IV	0,49	0,63	0,90	4,00
V	0,39	0,49	0,53	3,70
Rata-Rata	0,596	0,766	1,026	4,034
Konversi ke m	0,000596	0,000766	0,001026	0,004034

Setelah uji gradasi, selanjutnya melakukan uji berat jenis [10]. Sampel yang digunakan adalah sampel sedimen dasar yang lolos saringan No.4. Adapun hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Berat Jenis

No Percobaan	A	B	C	D	E
Berat Piknometer	a	133,6	133,6	133,6	133,6
Piknometer + Air (gr)	b	630	630	630	630
Piknometer + Sampel (gr)	c	401,5	355,8	348,5	390,6
Piknometer + Air + Sampel (gr)	d	780	758,5	748	784,4
Berat Sampel Kering (gr)	g	267,9	222,2	214,9	257
Berat Jenis		2,27	2,37	2,22	2,50
Konversi ke kg/m^3		0,00227	0,00237	0,00222	0,00250
\bar{X} Berat Jenis	G_s	0,00239			

Sampel sedimen melayang digunakan untuk mengetahui kadar sedimen di dalam air. Konsentrasi sedimen melayang biasanya ditulis dalam satuan mg/L. Hasil uji konsentrasi sedimen melayang ditunjukkan pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Konsentrasi Sedimen Melayang

Sta.	Ws		Vs (Liter)	Cs (mg/L)
	gr	mg		
1	3,6	3600	1	3600
2	4,7	4700	1	4700
3	4	4000	1	4000
4	3,7	3700	1	3700
5	3,8	3800	1	3800
$\bar{X} C_s$		3960		

Setelah menentukan nilai berat dan persentase agregat yang tertahan di setiap saringan, diameter ukuran butir rata – rata dihitung dengan menggunakan persamaan (3) dengan F_i adalah persentase berat butir tertahan saringan, dan X_i adalah jumlah ukuran butir persegmen. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Analisis Distribusi Ukuran Sedimen Sta. 1

Xi	Titik A		Titik B		Titik C	
	Fi	Fi.Xi	Fi	Fi.Xi	Fi	Fi.Xi
2,375	5,210	12,374	4,860	11,543	3,68	8,740
3,375	23,950	80,831	23,820	80,393	18,54	62,573
1,59	31,920	50,753	17,300	27,507	9,77	15,534
0,84	15,980	13,423	19,700	16,548	11,43	9,601
0,375	8,430	3,161	14,720	5,520	8,95	3,356
0,200	2,640	0,528	5,800	1,160	44,39	8,878
0,1125	1,380	0,155	2,540	0,286	1,57	0,177
Σ	89,510	161,226	88,740	142,956	98,330	108,859
\bar{X}	1,801		1,611		1,107	
Rata-Rata Ukuran Butiran Sta. 1			1,506			

Setelah menghitung distribusi ukuran butir sedimen, berdasarkan Tabel 7 diketahui bahwa diameter ukuran butir rata-rata pada Sta. 1 sebesar 1,506 mm yang dikategorikan sebagai pasir sangat kasar.

Tabel 8. Analisis Distribusi Ukuran Sedimen Sta. 2

Xi	Titik A		Titik B		Titik C	
	Fi	Fi.Xi	Fi	Fi.Xi	Fi	Fi.Xi
2,375	10,000	23,750	4,140	9,833	8,15	19,356
3,375	20,180	68,108	19,760	66,690	20,15	68,006
1,59	8,620	13,706	9,200	14,628	8,37	13,308
0,84	9,740	8,182	9,520	7,997	9,61	8,072
0,375	14,520	5,445	7,220	2,708	11,61	4,354
0,200	24,940	4,988	46,000	9,200	30,01	6,002
0,1125	9,080	1,022	2,420	0,272	7,59	0,854
Σ	97,080	125,199	98,260	111,327	95,490	119,953
\bar{X}	1,290		1,133		1,256	
Rata-Rata Ukuran Butiran Sta. 2			1,226			

Terlihat pada Tabel 8, menunjukkan bahwa diameter rata-rata ukuran butiran yaitu 1,226 mm dan dapat dikatakan jenis agregatnya berupa pasir sangat kasar.

DOI : <https://doi.org/10.52158/jaceit.v4i2.547>

Tabel 9. Analisis Distribusi Ukuran Sedimen Sta. 3

Xi	Titik A		Titik B		Titik C	
	Fi	Fi.Xi	Fi	Fi.Xi	Fi	Fi.Xi
2,375	7,950	18,881	9,290	22,064	6,02	14,298
3,375	20,690	69,829	9,120	30,780	38,35	129,431
1,59	10,120	16,091	20,180	32,086	6,22	9,890
0,84	19,130	16,069	8,620	7,241	7,22	6,065
0,375	30,160	11,310	9,740	3,653	11,21	4,204
0,200	5,710	1,142	15,520	3,104	20,35	4,070
0,1125	4,770	0,537	24,940	2,806	5,31	0,597
Σ	98,530	133,859	97,410	101,733	94,680	168,554
\bar{X}	1,359		1,044		1,780	
Rata-Rata Ukuran Butiran Sta. 3			1,394			

Tabel 9 menunjukkan bahwa pada Sta. 3, diameter rata-rata ukuran butirannya sebesar 1,394 mm dan masih dikategorikan sebagai pasir sangat kasar. Hasil perhitungan Sta. 4 dan Sta. 5 ditunjukkan oleh Tabel 10 dan Tabel 11.

Tabel 10. Analisis Distribusi Ukuran Sedimen Sta. 4

Xi	Titik A		Titik B		Titik C	
	Fi	Fi.Xi	Fi	Fi.Xi	Fi	Fi.Xi
2,375	6,950	16,506	5,720	13,585	7,51	17,836
3,375	17,320	58,455	21,690	73,204	14,05	47,419
1,59	10,340	16,441	10,570	16,806	9,12	14,501
0,84	23,340	19,606	11,710	9,836	7,74	6,502
0,375	10,680	4,005	24,220	9,083	40,76	15,285
0,200	24,500	4,900	9,700	1,940	7,16	1,432
0,1125	3,720	0,419	6,890	0,775	4,8	0,540
Σ	96,850	120,331	90,500	125,229	91,140	103,514
\bar{X}	1,242		1,384		1,136	
Rata-Rata Ukuran Butiran Sta. 4			1,254			

Tabel 11. Analisis Distribusi Ukuran Sedimen Sta. 5

Xi	Titik A		Titik B		Titik C	
	Fi	Fi.Xi	Fi	Fi.Xi	Fi	Fi.Xi
2,375	4,800	11,400	6,350	15,081	5,28	12,540
3,375	17,530	59,164	16,670	56,261	9,87	33,311
1,59	13,160	20,924	10,040	15,964	8,38	13,324
0,84	18,580	15,607	10,090	8,476	10,41	8,744
0,375	11,580	4,343	17,290	6,484	20,72	7,770
0,200	30,540	6,108	23,830	4,766	17,67	3,534
0,1125	2,200	0,248	12,310	1,385	22,12	2,489
Σ	98,390	117,793	96,580	108,416	94,450	81,712
\bar{X}	1,197		1,123		0,865	
Rata-Rata Ukuran Butiran Sta. 5			1,062			

Tabel 10 menunjukkan ukuran diameter rata-rata butiran pada sta. 5 sebesar 1,254 mm dan sta. 5 pada Tabel 11 sebesar 1,062 mm. Kedua Sta. ini dikategorikan sebagai pasir sangat kasar.

3.2. Analisis Laju Sedimentasi

Analisis laju sedimentasi ini dilakukan untuk mengetahui besarnya sedimen yang dihasilkan di sepanjang lokasi penelitian. Sebelum menghitung analisis laju sedimentasi, perlu diketahui data-data berikut, antara lain: Luas penampang saluran (A) sebesar 0,1645 m/detik, Kemiringan dinding saluran (I) sebesar 0,006, Keliling basah saluran sebesar 1,073 m, Jari-jari hidrolis (R) sebesar 0,153 m, Kecepatan aliran (V) sebesar 0,740 m/detik, Debit saluran saluran akibat sedimen (Q) sebesar 0,355 m³/detik. Laju angkutan yang dianalisis berdasarkan hasil analisis saluran dan ukuran butiran sedimen yang telah dirata-ratakan. Untuk sedimen melayang, dipengaruhi oleh konsentrasi sedimen yang ada pada saluran. Adapun data-data pendukung dari hasil uji laboratorium yang digunakan untuk menghitung laju angkutan sedimen sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \rho_s &= 0,00239 \text{ kg/m}^3 \\ \rho_w &= 1000 \text{ kg/m}^3 \\ \Delta &= 1,00 \\ D_{50} &= 0,000596 \text{ m} \\ D_{60} &= 0,001026 \text{ m} \\ D_m &= 0,00043 \text{ m} \\ D_{55} &= 0,000766 \text{ m} \\ D_{90} &= 0,004034 \text{ m} \\ C_s &= 3960 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

a. Laju Angkutan Dasar (*Bed Load*) dengan Metode Meyer-Petter dan Muller

- Mencari nilai *friction factor* angkutan (C) dan *friction factor* intensif (C')

$$C = \frac{0,740}{\sqrt{0,153 \times 0,006}} = 24,387$$

$$C' = 18 \log \frac{12 \times 0,153}{0,004034} = 47,864$$

- Mencari nilai *ripple factor* $\mu = (C/C')^{3/2}$

$$\mu = \left(\frac{24,387}{47,864} \right)^{3/2} = 0,364$$

- Mencari intensitas pengaliran ϕ'

$$\phi' = \frac{0,364 \times 0,153 \times 0,006}{1,00 \times 0,000766} = 0,437$$

- Menghitung intensitas angkutan sedimen Φ

$$\phi = (4 \times 0,437 - 0,188)^{\frac{3}{2}} = 1,947$$

Laju angkutan sedimen dasar dapat dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned} Q_b &= 1,947 \times \sqrt{9,8 \cdot 1,00 \cdot 0,00043^3} \\ Q_b &= 5,435 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

- Menghitung jumlah angkutan sedimen dasar dalam sehari :

$$\begin{aligned} &= Q_b \times 3600 \times 24 \\ &= 5,435 \times 10^{-5} \times 3600 \times 24 \\ &= 4,696 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

- Menghitung jumlah angkutan sedimen dasar dalam setahun :

$$\begin{aligned} &= 4,696 \times 365 \\ &= 1,714 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{tahun} \end{aligned}$$

b. Laju Angkutan Melayang (*Suspended Load*) dengan Metode USBR

- Menghitung jumlah angkutan sedimen dasar dalam sehari :

$$\begin{aligned} Q_s &= 24 \times 60 \times 60 \times C_s \times Q \\ Q_s &= 86400 \times 3,96 \times 10^{-9} \times 0,355 \\ Q_s &= 1,2136 \times 10^{-4} \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

- Menghitung jumlah angkutan sedimen dasar dalam setahun :

$$\begin{aligned} Q_s &= 365 \times 1,2136 \times 10^{-4} \\ Q_s &= 0,0443 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

3.3. Analisis Presentase Sedimen pada Saluran

Hasil analisis persentase didapatkan dari perhitungan menggunakan persamaan (11) Nilai persentase sedimen dapat dilihat pada Tabel 12 di bawah ini.

Tabel 12. Presentase Sedimen pada Saluran

No	H _{Saluran} (m)	H _{Sedimen} (m)	A _{Sedimen}	% Sedimen
1	1	0,125	0,0875	86,41
2	1	0,06	0,0420	93,48
3	1	0,465	0,3255	49,46
4	1	0,7	0,4900	23,91
5	1	0,6	0,4200	34,78
6	1	0,77	0,5390	16,30
7	1	0,055	0,0385	94,02
8	1	0,15	0,1050	83,70
9	1	0,065	0,0455	92,93
10	0,8	0,12	0,0840	86,96
11	0,8	0,16	0,1120	82,61
12	0,8	0	0,0000	100,00
13	0,8	0,105	0,0735	88,59
14	0,8	0,095	0,0665	89,67
15	0,8	0,055	0,0385	94,02
\bar{X}	0,92	0,24	0,165	74,46

Keterangan :

- H_{Saluran} = tinggi saluran
- H_{Sedimen} = tinggi saluran akibat sedimen
- A_{Sedimen} = luas penampang akibat sedimen
- A = 0,644 m²

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 12, diketahui bahwa tingkat sedimen tertinggi terjadi hingga 100% dan yang paling rendah yaitu 16,30%. Keadaan sedimen di sepanjang saluran drainase lokasi penelitian memiliki persentase sebesar 74,46% oleh

karena itu kondisi saluran dikategorikan rusak berat. Rekomendasi tindakan yang dapat dilakukan adalah rehabilitasi. Rehabilitasi saluran drainase dapat dilakukan dengan pengerukan sedimen, serta perbaikan konstruksi saluran yang rusak.

Dengan menggunakan Metode *Mean Absolute Error* didapatkan hasil seperti yang terlihat pada Tabel 13 berikut.

Tabel 13. Persentase Sedimen Dengan Metode MAE

No	Aktual (Ai)	Peramalan (Fi)	Ai-Fi
1	87,50	86,41	1,09
2	94,00	93,48	0,52
3	53,50	49,46	4,04
4	30,00	23,91	6,09
5	40,00	34,78	5,22
6	23,00	16,30	6,70
7	94,50	94,02	0,48
8	85,00	83,70	1,30
9	93,50	92,93	0,57
10	85,00	86,96	1,96
11	80,00	82,61	2,61
12	100,00	100,00	0,00
13	86,88	88,59	1,71
14	88,13	89,67	1,55
15	93,13	94,02	0,90
\bar{X}	75,61	74,46	
MAE			2,31

Berdasarkan Tabel 13, diketahui bahwa persentase rata-rata sedimen pada lokasi penelitian sebesar 75,61% dengan dengan rata-rata kesalahan absolut antara nilai aktual dan perhitungan (peramalan) sebesar 2,31, jadi dapat dinyatakan *reliable*.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa sedimen dasar yang ada di saluran drainase Jalan Tongkol memiliki diameter butiran berkisar dari 1,062 mm sampai 1,506 mm dan dikategorikan sebagai pasir sangat kasar dengan berat jenis (ρ_s) sebesar 0,00239 kg/m³, sedangkan sedimen melayang memiliki konsentrasi sebesar 3960 mg/L. Besarnya laju angkutan dasar pada saluran adalah 4,696 m³/hari. Nilai laju angkutan sedimen melayang sebesar 1,2136×10⁻⁴ ton/hari. Keadaan sedimen di sepanjang saluran drainase lokasi penelitian memiliki rata-rata persentase sebesar 74,46% sehingga dikategorikan rusak berat. Rekomendasi tindakan yang dapat dilakukan adalah rehabilitasi. Rehabilitasi saluran

drainase dapat dilakukan dengan pengerukan sedimen, serta perbaikan konstruksi saluran yang rusak.

Daftar Rujukan

- [1] Suripin. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Ed. I. Yogyakarta : Andi, 2003
- [2] Kartika, N. S., Muliawan, I., & Rahadiani, D. A. "Evaluasi Fungsi Saluran Drainase Terhadap Kondisi Jalan Gunung Rinjani Di Wilayah Kecamatan Denpasar Barat". *Jurnal Lingkungan Dan Pembangunan*, vol .2, no. 1, 17-24. Jul. 2018.
- [3] Wijaya, A., Kurnati, E., Dewanto, T.H., & Susilawati, T. Analisis Pengaruh Sedimentasi Terhadap Pengurangan Nilai Fungsi Dari Kapasitas Saluran Drainase Di Jalan Lintas Tano-Sumbawa. *Jurnal Teknik dan Sains*, vol. 3, no.1, 22-28. Jan. 2022.
- [4] Afifudin. Analisis Laju Sedimentasi Pada Saluran Primer Pada Daerah Irigasi Sungai Ancar Kelurahan Kekalik Jaya Kecamatan Ampenan Kota Mataram. Skripsi Tehnik Pertanian. Universitas Muhammadiyah Mataram. Mataram, 2019.
- [5] Ramdani, R., Zulkarnaen., & Purnama, A. Analisis Pengaruh Genangan Air Terhadap Kerusakan Jalan Di Kelurahan Uma Sima Kecamatan Sumbawa (Studi Kasus Jalan Tongkol). *Jurnal Sainteka*, vol 3, no. (1), 7-12. 2022.
- [6] Garde, R.J. & Raju, K.G.R. *Mechanics of Sediment Transportation and Alluvial Stream Problems*, Second Edition, Wiley Eastern Limited. Roorke. India. 1985.
- [7] Ponce, V., M. *Engineering Hydrology, Principles and Practice*, Prentice-Hall Inc., Second Edition. New Jersey. 1987.
- [8] Hambali, R., Studi Karakteristik Sedimen Dan Laju Sedimentasi Sungai Daeng-Kabupaten Bangka Barat. *Jurnal Fropil*. Vo. 4, no. 2, 165-174. 2016
- [9] Ditjen SDA Kementerian Pekerjaan Umum. *Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum Nomor 02/SE/M/2011 Tentang Pedoman Penilaian Kinerja Reklamasi Rawa*. Jakarta. 2011
- [10] BSN. SNI 1964-2008. *Uji Berat Jenis Tanah*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta. 2008
- [11] BSN. SNI ASTM C136:2012. *Metode Uji Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar (ASTM C 136-06, IDT)*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta. 2012.
- [12] Rustan, F. R., Puspaningtyas, R., Sriyani, R., & Julianti, R. Besaran Laju dan Muatan Sedimen Dasar Sungai Wanggu. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, vo. 8, no. 2, 99-106. 2020.



Studi Penentuan Tarif *Buy the Service* Transpakuan Koridor 6 Metode *Ability to Pay* dan *Willingness to Pay*

Fitri Aning Ayu Dwi Ardila¹, Tedy Murtedjo², Nurul Chayati³

^{1,2,3}Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldhun Bogor

¹fitridwi0288@gmail.com*, ²tedy.murtedjo@uika-bogor.ac.id, ³nurul.chayati@uika-bogor.ac.id

Abstract

Buskita Transpakuan is mass transportation in Bogor City which is increasingly in demand by the wider community. Based on this, a study on determining tariffs using the Ability to Pay and Willingness to Pay methods was carried out. This study aims to determine the applicable rates for Transpakuan BTS. This study uses a quantitative descriptive method, namely research that analyzes numerical data (numbers) and then analyzes it to conclude. The results showed (Ability to Pay) greater than Rp. 4180.00 from the WTP (Willingness to Pay) Rp. 4,000.00 occurs because users have higher paying abilities but satisfaction with the services used is still low so user willingness is relatively low, so service improvements are needed, and for the results the current decent tariff is Rp. 4,090.00 if rounded up to Rp. 4000.00. The service improvement priority desired by Buskita Transpakuan Corridor 6 passengers is the comfort aspect, followed by the safety aspect. The acquisition of headway values on Mondays, Tuesdays, Thursdays, and Saturdays on 9 Buskita Transpakuan Corridor 6 Bogor City transportation routes that pass through the Parung Bison - Air Mancur route has met the indicator standards because the average headway value of 8.1 minutes, the ideal rating of 5-10 minutes. This was influenced by the level of transportation operations, the majority of which were still high.

Keywords: Ability to Pay, Willingness to Pay, BTS Transpakuan, Level of Service, Headway.

Abstrak

Buskita Transpakuan sebagai transportasi massal di Kota Bogor yang semakin diminati oleh masyarakat luas. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan kajian penentuan tarif dengan metode *Ability to Pay* dan *Willingness to Pay*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tarif yang berlaku untuk BTS transpakuan. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif yaitu penelitian yang dianalisis data-data numerik (angka) kemudian dianalisis untuk diambil kesimpulannya. Hasil penelitian menunjukkan (*Ability to Pay*) lebih besar Rp. 4180,00 dari pada WTP (*Willingness to Pay*) Rp. 4.000,00 terjadi karena pengguna memiliki kemampuan membayar lebih tinggi tetapi kepuasan terhadap pelayanan yang digunakan masih rendah sehingga kemauan pengguna menjadi relatif rendah, maka diperlukannya peningkatan layanan, dan untuk hasil tarif layak saat ini adalah sebesar Rp. 4.090,00 jika di bulatkan menjadi Rp. 4.000,00. Prioritas perbaikan pelayanan yang diinginkan oleh penumpang Buskita Transpakuan Koridor 6 adalah pada aspek kenyamanan, diikuti dengan aspek keselamatan. Perolehan nilai *headway* pada hari senin, selasa, kamis dan sabtu pada 9 trayek angkutan Buskita Transpakuan Koridor 6 Kota Bogor yang melewati jalur Parung banteng – Air Mancur telah memenuhi standar indikator karena rata-rata nilai *headway* yaitu 8.1 menit setandar penilaian ideal 5-10 menit. Hal tersebut dipengaruhi oleh tingkat operasi angkutan yang mayoritas masih tinggi.

Kata kunci: *Ability to Pay, Willingness to Pay, BTS Transpakuan, Tingkat Pelayanan, Headway.*

Diterima Redaksi : 21-07-2023 | Selesai Revisi : 08-08-2023 | Diterbitkan Online : 01-12-2023

1. Pendahuluan

Kota Bogor banyak nya kemacetan lalu lintas, Sebagai upaya mengatasi permasalahan tersebut dan sekaligus membangun kembali jaringan angkutan umum pemerintah Kota Bogor pada BTS Transpakuan adalah angkutan umum massal yang resmi dioperasikan sejak 2 November 2021 [1] melayani 4 koridor dengan total 49 armada. 4 (empat) koridor ini meliputi, Koridor 1

dengan rute Terminal Bubulak – Cidangiang, Koridor 2 dengan rute Terminal Bubulak (via Cidangiang) – Ciawi, Koridor 5 dengan rute Terminal Ciparigi – Stasiun Bogor. Koridor 6 dengan rute (Parung Banteng – Air Mancur) dengan panjang rute 19,1 km [[1], [2], [3]. BTS Transpakuan sebagai transportasi massal di Kota Bogor yang semakin diminati oleh masyarakat luas besarnya *load faktor* menjadi salah satu hal yang



Lisensi
Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional

membuktikan bahwa masyarakat masih percaya terhadap angkutan umum. Wali Kota Bogor Bima Arya Sugiarto mengatakan, Badan Pengelola Transportasi Jabodetabek (BPTJ) Kementerian Perhubungan telah meminta Pemkot Bogor untuk melakukan kajian *ability to pay* (ATP) dan *willingness to pay* (WTP) sebelum menetapkan tarif berdasarkan hal tersebut, maka akan melakukan kajian penentuan tarif dengan metode *ability to pay* dan *willingness to pay* BTS Transpakuan koridor 6 untuk mengetahui karakteristik pengguna serta mengetahui persepsi pengguna terhadap tarif yang sesuai untuk BTS Transpakuan koridor 6 [4][5].

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif, yaitu penelitian yang dianalisis data-data numeric (angka) kemudian dianalisis untuk diambil kesimpulannya. metode deskriptif yaitu suatu metode dalam meneliti status kelompok manusia, suatu objek, suatu kondisi, suatu pemikiran, ataupun suatu kelas peristiwa pada masa sekarang. Dalam penelitian ini metode deskriptif digunakan untuk menjelaskan hubungan antara hasil analisis ATP dan WTP [6].

2.1. Teknik Pengumpulan Data

a. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari hasil observasi lapangan. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini didapat berdasarkan hasil survei pengguna BTS Transpakuan koridor, yaitu, Data Demografi Data Persepsi Pengguna Terhadap Tarif, Waktu tunggu (*headway*).

b. Data Sekunder

Sumber data sekunder adalah sumber yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data, misalnya lewat orang lain atau dokumen. Data sekunder adalah data yang bukan diusahakan sendiri pengumpulannya oleh peneliti, isalnya diambil dari surat kabar dan majalah maupun publikasi lainnya. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah, Peta rute 2.4. Waktu Antara (*Headway*) *Headway* adalah perbedaan waktu antara angkutan yang satu dengan angkutan yang lain pada satu rute yang sama. Standar yang ditetapkan untuk nilai *headway* sebesar 1-12 menit [7]. Perhitungan nilai *headway* dapat dinyatakan pada persamaan:

$$Headway = \frac{60}{F} \quad (1)$$

Dengan:

H : *Headway* (menit), dan
F : Frekuensi (kendaraan/menit).
perjalanan BTS Transpakuan koridor 6, Jumlah penumpang rata-rata harian BTS Transpakuan koridor 6.

2.2. Tahap Penelitian

Tahapan penelitian membuat kuesioner sesuai dengan data primer yang dibutuhkan. Penyebaran kuisisioner kepada pengguna BTS Transpakuan Koridor 6, Menganalisis data yang didapat dari penyebaran kuisisioner pengguna BTS Transpakuan koridor 6 untuk mendapatkan nilai ATP dan WTP [8].

2.3. Teknik Sampel

Teknik pengambilan sampel sesungguhnya berguna untuk membantu para peneliti dalam melakukan generasi terhadap populasi yang diwakili. Sehingga teknik sampel dapat juga disebut cara untuk mengambil sampel dari populasi yang ada untuk memudahkan penelitian. Teknik sampel digunakan untuk, menghemat biaya penelitian, menghemat waktu, tenaga, dan mengingat ruang lingkup studi sangat luas dan waktu studi juga sangat terbatas. Secara umum ada 2 jenis teknik sampel, yaitu sampel probabilitas atau sampel acak, dan sampel non probabilitas atau sampel yang ditentukan sesuai kriteria/pertimbangan tertentu. Dalam penelitian ini teknik sampel yang digunakan adalah sampel non probabilitas, dengan kriteria responden yang dilibatkan adalah:

- Berusia ≥ 15 tahun.
- Pernah menggunakan BTS Transpakuan koridor 6.

sampel yaitu ditentukan dengan cara menghitung penentuan jumlah sampel menggunakan rumus slovin. Jumlah jumlah sampel di tentukan terlebih dahulu sebelum melakukan wawancara dalam penelitian ini, responden pengguna fasilitas pelayanan Biskita Transpakuan koridor 6, untuk mendapatkan jumlah responden yang dapat mewakili populasi yang dibutuhkan jumlah sampel yang tepat. Berikut adalah rumus slovin [1]

$$n = \frac{N}{1+N(e)^2} \quad (2)$$

Dengan:

- n : jumlah sampel
N : jumlah populasi di lokasi penelitian
e : persen kelonggaran ketidaktelitian sampel

2.4. Konsep *Ability to Pay* (ATP)

Ability to pay merupakan kemampuan membayar penumpang atas jasa yang digunakan berdasarkan fasilitasnya. Pendekatan yang digunakan yaitu alokasi pendapatan untuk transportasi dengan intensitas perjalanannya dengan rumus sebagai berikut [9]:

$$ATP = \frac{I \times Pp \times Pt}{Tr} \quad (3)$$

dengan:

ATP : kemampuan membayar penumpang

- I : jumlah penghasilan per bulan
- Pp : presentase anggaran perbulan
- Pt : presentase alokasi biaya transportasi
- Tr : frekuensi perjalanan (kali/bulan)

Tabel 1. Karakteristik Responden Berdasarkan Jenis Kelamin

No	Jenis Kelamin	Jumlah	Prosentase
1	Laki – laki	21	21
2	Perempuan	79	61
Jumlah		100	100

2.5. Konsep *Willingness to Pay* (WTP)

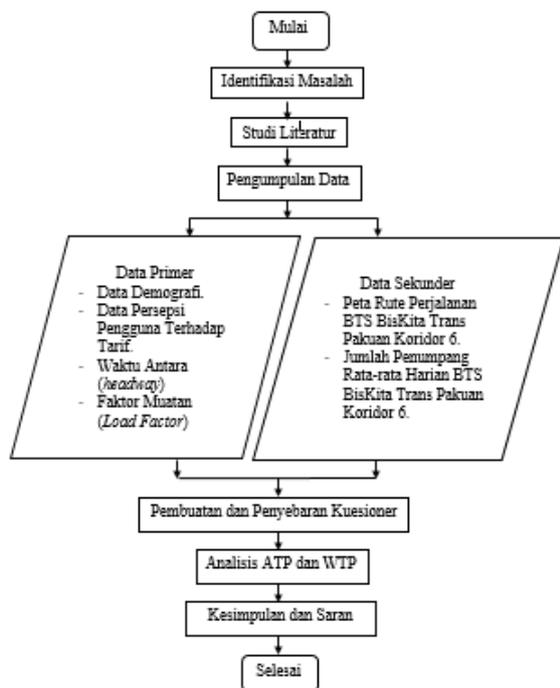
Willingness to pay merupakan kesediaan membayar penumpang atas jasa yang digunakan berdasarkan fasilitasnya dengan rumus sebagai berikut [10] :

$$WTP = T + B \quad (4)$$

dengan:

- WTP : rata – rata kesediaan membayar penumpang
- N : tarif angkutan saat ini yang layak
- B : biaya yang perlu ditambahkan

2.6. Diagram Alir



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Karakteristik Responden

Analisis karakteristik responden disajikan untuk memberikan informasi sosiodemografi: jenis kelamin, usia, Pendidikan formal, pekerjaan, pendapatan per bulan, tujuan perjalanan, frekuensi pengguna transportasi umum, jenin transportasi yang sering digunakan [3].

Berdasarkan Tabel 1, diperoleh informasi bahwa responden pengguna jasa transportasi didominasi berjenis kelamin jenis Laki – laki 21 orang (21%). Sedangkan yang berjenis kelamin perempuan 79 orang (79%). Dari data karakteristik menunjukkan responden memenuhi syarat sebagai sampel responden menurut jenis kelamin.

Tabel 2. Karakteristik Responden Berdasarkan Usia

No	Kelompok Umur	Jumlah	Prosentase (%)
1	<15 tahun	7	5
2	15 - 20 tahun	10	13
3	20 - 30 tahun	71	64
4	30 - 40 tahun	10	16
5	40 - 50 tahun	1	1
6	>50 tahun	1	1
Jumlah		100	100

Berdasarkan Tabel 2, diperoleh informasi bahwa responden pengguna jasa transportasi yang mayoritas berusia antara 20 -30 tahun (71%), usia 30-40 (10%), usia 15 – 20 (10%), usia <15 tahun (7%), usia 40 – 50 (1%), usia >50 (1%) yang merupakan responden pengguna jasa paling kecil. Dari data karakteristik responden menurut umur menunjukkan bahwa responden memenuhi syarat dijadikan sebagai sampel.

Tabel 3. Karakteristik Responden Berdasarkan Tingkat Pendidikan

No	Jenis Pendidikan	Jumlah	Prosentase (%)
1	SD / Sederajat	2	2
2	SMP / Sederajat	3	3
3	SMA / SMK / Sederajat	70	70
4	Diploma (D1/D2/D3)	20	20
5	Sarjana (S1/S2/S3)	5	5
Jumlah		100	100

Berdasarkan Tabel 3, diperoleh informasi bahwa responden pengguna jasa transportasi mayoritas berpendidikan SMA/SMK/ sederajat 70 orang (70%), Diploma (D1/D2/D3) 20 orang (20%), Sarjana (S1/S2/S3) 5 orang (5%), SMP/sederajat 3 orang (3%), SD 2 orang (2%) dari data karakteristik responden menurut tingkat pendidikan menunjukkan bahwa responden memenuhi syarat sebagai sampel.

Tabel 4. Karakteristik Responden Berdasarkan Jenis Pekerjaan

No	Jenis Pekerjaan	Jumlah	Prosentase (%)
1	Pelajar/Mahasiswa	40	40
2	PNS	3	3
3	Wiraswasta/Pengusaha	15	15
4	Karyawan (BUMN/Swasta)	28	28

No	Jenis Pekerjaan	Jumlah	Prosentase (%)
5	TNI/Polisi	3	3
6	Ibu Rumah Tangga	10	10
9	Lain-lain	1	1
Jumlah		100	100

Berdasarkan Tabel 4, diperoleh informasi bahwa responden pengguna jasa transportasi didominasi oleh responden dengan Pelajar/Mahasiswa 40 orang (40%), Karyawan (BUMN/Swasta) 28 orang (28%), Wiraswasta/Pengusaha 15 orang (15%), ibu rumah tangga 10 orang (10%), PNS/TNI/Polisi 3 oarang (3%), pegawai swasta/BUMN merupakan proposi paling sedikit.

Tabel 5. Karakteristik Responden Berdasarkan Tujuan Perjalanan

No	Tujuan Perjalanan	Jumlah	Prosentase (%)
1	Sekolah/Kuliah	40	40
2	Belanja	35	35
3	Bisnis	5	5
4	Rekreasi	5	5
5	Belanja	15	15
Jumlah		100	100

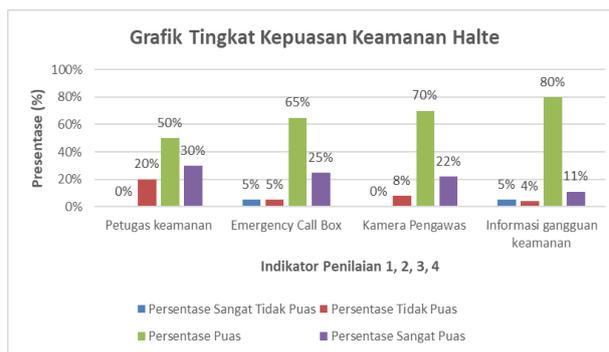
Berdasarkan Tabel 5, diatas diperoleh informasi bahwa responden melakukan perjalanan dengan tujuan sekolah/kuliah 40 orang (40%), belanja 35 orang (35%), Bisnis 15 orang (15%), Rekreasi dan lainnya 5 orang (5%).

Tabel 6. Karakteristik Responden Berdasarkan Frekuensi Pengguna BTS Per Minggu

No	Frekuensi Pengguna BTS per minggu	Jumlah	Prosentase (%)
1	1 hari per-minggu	30	30
2	3 hari per-minggu	45	45
3	5 hari per-minggu	15	15
4	7 hari perminggu	4	4
5	Tidak pernah	3	3
6	Jarang - jarang	3	3
Jumlah		100	100

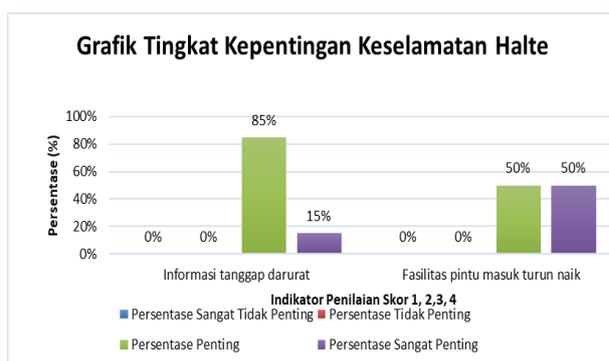
Berdasarkan Tabel 6, di atas diperoleh informasi bahwa responden melakukan perjalanan dengan Bus Transpakuan Koridor 6, paling banyak frekuensi 3 hari dalam seminggu 45 orang (45%), 1 hari dalam seminggu 30 orang (30%), 5 hari dalam seminggu 15 oarang (15%), 7 hari dalam seminggu 4 orang (4%), tidak pernah, dan jarang – jarang 3 oarang (3%) frekuensi paling sedikit menggunakan Buskita Transpakuan koridor 6 dalam seminggu.

3.2. Kepentingan Pelayanan Halte Buskita Koridor 6.



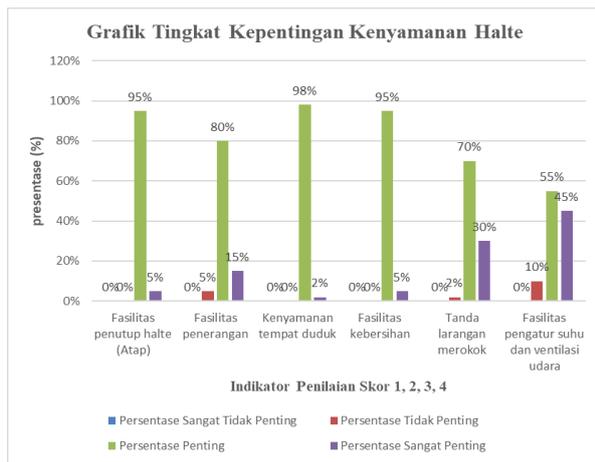
Gambar 2. Grafik Tingkat Kepentingan Pada Aspek Keamanan

Berdasarkan Gambar 2, maka tanggapan responden tingkat kepentingan Informasi gangguan keamanan 80 orang (80%) terbanyak responden terhadap pelayanan halte pada aspek kamanan pada indicator petugas keamanan 30 orang (30%) memilih sangat penting, 20 orang 20% memilih tidak penting, pada indikator kamera pengawas sebanyak 70 orang (70%) memilih prnting, dan Kamera Pengawas 8 orang (8%) memilih tidak penting.



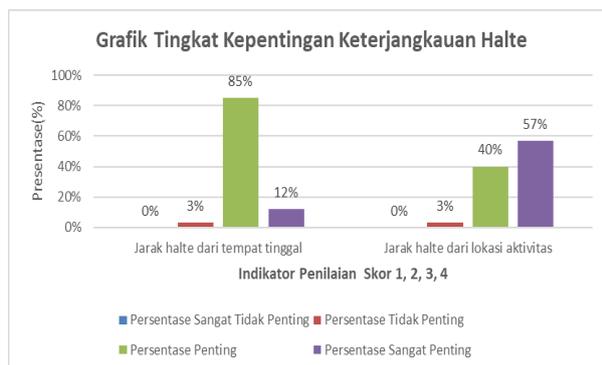
Gambar 3. Grafik Tingkat Kepentingan Keselamatan

Berdasarkan Gambar 3, maka tanggapan responden tingkat kepentingan aspek keselamatan pada indicator Informasi tanggap darurat 85 orang (85%) terbanyak responden terhadap pelayanan halte memilih penting, 15 orang (15%) memilih sangat penting, pada fasilitas pintu masuk turun naik sebanyak 50 orang (50%) memilih prnting, 50 orang (50%) memilih sangat penting.



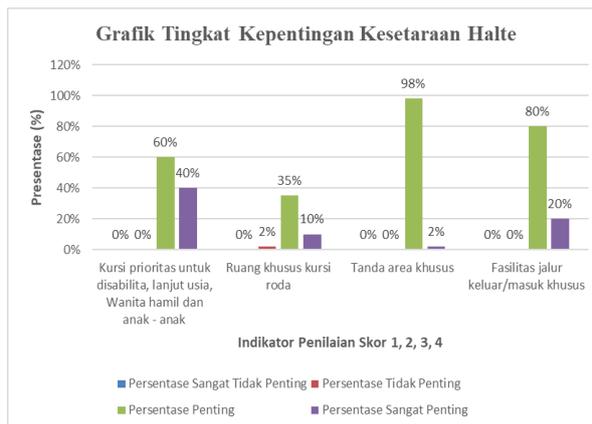
Gambar 4. Grafik Tingkat Kepentingan Kenyamanan

Berdasarkan Gambar 4, maka tanggapan responden terhadap tingkat kepentingan pelayanan halte pada aspek kenyamanan pada indikator informasi fasilitas kebersihan 98 orang (98%) 15 orang (15%) memilih sangat penting, pada indikator luas ruang bagi pengguna halte 70 orang (70%) memilih penting, pada indikator tanda larangan merokok memilih 10 orang (10%) memilih tidak penting frekuensi pada tingkat pelayanan halte Buskita Transpakuan koridor 6.



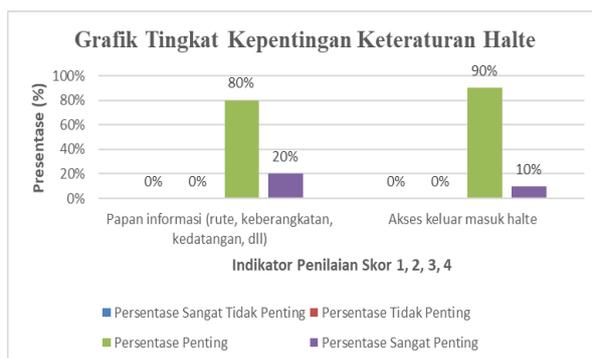
Gambar 5. Grafik tingkat kepentingan keterjangkauan

Berdasarkan Gambar 5, maka tanggapan responden terhadap tingkat kepentingan pelayanan halte pada aspek keterjangkauan pada indikator Jarak halte dari lokasi aktivitas sebanyak 89 orang (89%) memilih penting, 3 orang (3%) memilih tidak penting. pada tingkat kepentingan dalam aspek keterjangkauan dalam indikator Jarak halte dari lokasi aktivitas sebanyak 40 orang (40%) dinyatakan puas 57 orang (57%) menyatakan sangat penting, dalam pelayanan halte Buskita Transpakuan Koridor 6, dan Jarak halte dari lokasi aktivitas 3 orang (3%) memilih tidak penting pada tingkat pelayanan halte Buskita Transpakuan koridor 6.



Gambar 6. Grafik tingkat kepentingan kesetaraan

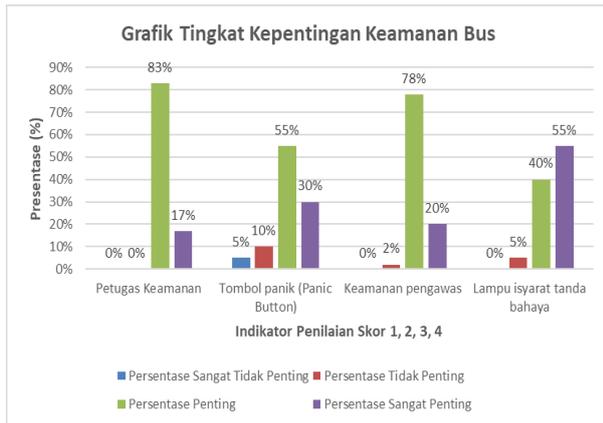
Berdasarkan Gambar 6, maka tanggapan responden terhadap tingkat kepentingan pelayanan halte pada aspek kesetaraan pada indikator tanda area khusus sebanyak 98 orang (98%) memilih penting. pada tingkat kepentingan dalam aspek kesetaraan dalam indikator ruang khusus kursi roda sebanyak 35 orang (35%) memilih penting, 2 orang (2%) memilih tidak penting dalam pelayanan halte Buskita Transpakuan Koridor 6.



Gambar 7. Grafik tingkat kepentingan keteraturan

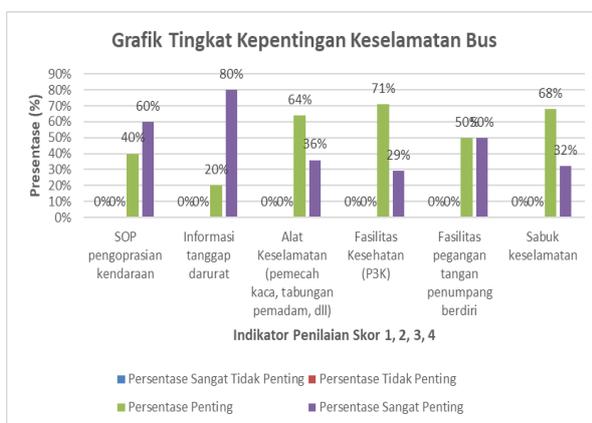
Berdasarkan Gambar 7, maka tanggapan responden terhadap tingkat kepentingan pelayanan halte pada aspek keteraturan pada indikator Akses keluar masuk halte sebanyak 90 orang (90%) memilih penting 10 orang (10%) memilih sangat penting. pada tingkat kepentingan dalam aspek keteraturan dalam indikator papan informasi (rute, keberangkatan, kedatangan, dll) sebanyak 80 orang (80%) memilih penting dalam pelayanan halte, 20 orang (20%) memilih sangat penting pada tingkat pelayanan halte Buskita Transpakuan koridor 6.

3.3. Tingkat Pelayanan Mobil Buskita Transpakuan Koridor 6.



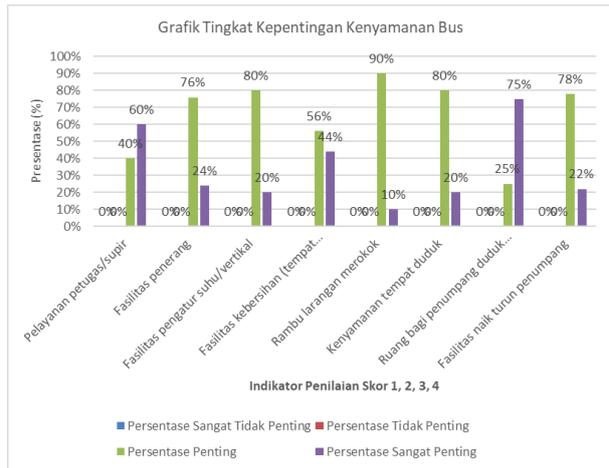
Gambar 8. Grafik tingkat kepentingan keamanan bus

Berdasarkan Gambar 8, maka tanggapan responden terhadap pada tingkat kepentingan dalam aspek keamanan dalam indikator Petugas keamanan sebanyak 83 orang (83%), tingkat kepentingan pelayanan mobil bus pada aspek keamanan indikator Keamanan pengawas sebanyak 78 orang (78%) memilih penting. memilih puas dalam pelayanan mobil bus pada Buskita Transpakuan Koridor 6, dan Tombol panik (Panic Button) 10 orang (10%) memilih tidak penting, 5 orang (5%) memilih sangat tidak penting pada tingkat pelayanan mobil bus pada Buskita Transpakuan koridor 6.



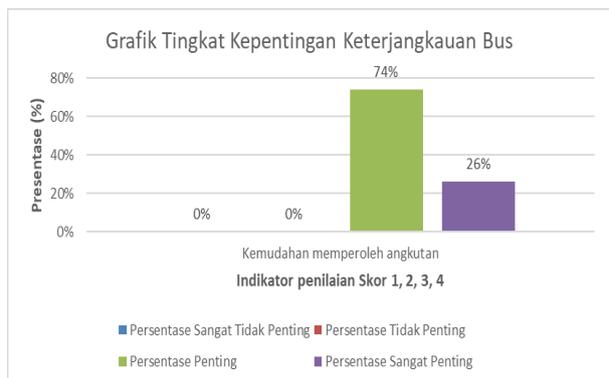
Gambar 9. Grafik tingkat kepentingan keselamatan bus

Berdasarkan Gambar 9, maka tanggapan responden terhadap tingkat kepentingan pelayanan mobil bus pada aspek keselamatan pada indikator Fasilitas kesehatan (P3K) sebanyak 71 orang (71%) memilih penting, Informasi tanggap darurat 80 orang (80%) memilih sangat puas. pada tingkat kepentingan dalam aspek keselamatan dalam SOP pengoprasian kendaraan sebanyak 60 orang (60%) memilih sangat puas dalam pelayanan halte Buskita Transpakuan Koridor 6.



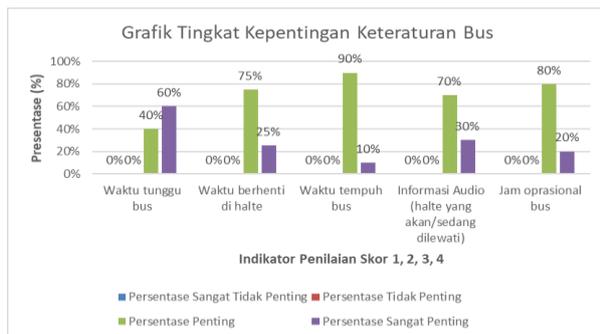
Gambar 10. Grafik tingkat kepentingan kenyamanan bus

Berdasarkan Gambar 10, maka tanggapan responden terhadap tingkat kepentingan pelayanan mobil bus pada aspek kenyamanan pada rambu larangan merokok sebanyak 90 orang (90%) memilih penting, fasilitas pengatur suhu/vertikal, kenyamanan tempat duduk 80 orang (80%) memilih penting. pada tingkat kepentingan dalam aspek kenyamanan dalam indikator fasilitas naik turun penumpang sebanyak 22 orang (22%) memilih sangat penting dalam pelayanan mobil bus pada Buskita Transpakuan Koridor 6.



Gambar 11. Grafik tingkat kepentingan keterjangkauan bus

Berdasarkan Gambar 11, maka tanggapan responden terhadap tingkat kepentingan pelayanan mobil bus pada aspek keterjangkauan pada indikator kemudahan memperoleh angkutan sebanyak 74 orang (74%) memilih penting, kemudahan memperoleh angkot 26 orang (26%) memilih sangat penting pelayanan mobil bus pada Buskita Transpakuan Koridor 6.

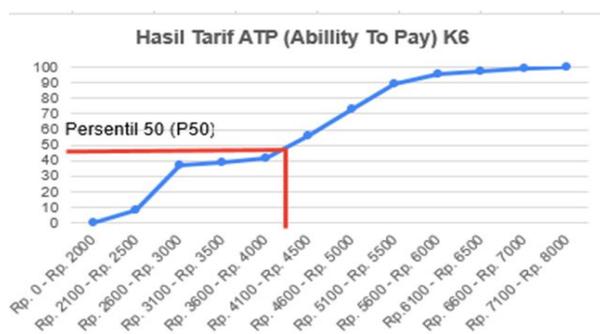


Gambar 12. Grafik tingkat kepentingan keteraturan bus

Berdasarkan Gambar 12, maka tanggapan responden terhadap tingkat kepentingan pelayanan mobil bus pada aspek kesetaraan pada indikator waktu tempuh bus sebanyak 90 orang (90%) memilih penting. pada tingkat kepentingan dalam aspek kesetaraan dalam jam oprasional bus sebanyak 80 orang (80%) memilih penting, Informasi Audio (halte yang akan/ sedang dilewati) 30 orang (30%) memilih sangat penting dalam pelayanan mobil bus pada Buskita Transpakuan Koridor 6.

3.4 Analisis Ability to Pay (ATP)

Analisis nilai *Ability to Pay* (ATP) diperoleh dari hasil kuesioner persepsi pengguna jasa transportasi. Dalam analisis ATP, indikator penilaian berdasarkan besaran pendapatan per bulan, biaya pengeluaran untuk biaya transportasi, biaya pengeluaran angkutan dari biaya transportasi dan frekuensi perjalanan. Nilai ATP menurut kategori jenis pekerjaan dapat di sajikan sebagai berikut:

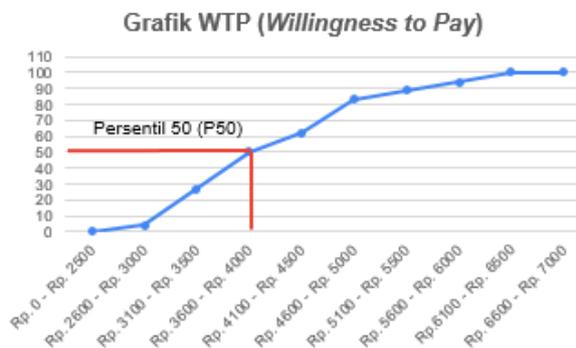


Gambar 13. Grafik hasil ATP (*Ability to Pay*)

Berdasarkan analisis Gambar 13, diperoleh nilai ATP minimum responden sebesar Rp. 2.000,00 dan maksimum sebesar Rp. 8.000,00, sedangkan nilai ATP rata – rata sebesar Rp. 4.180,00.

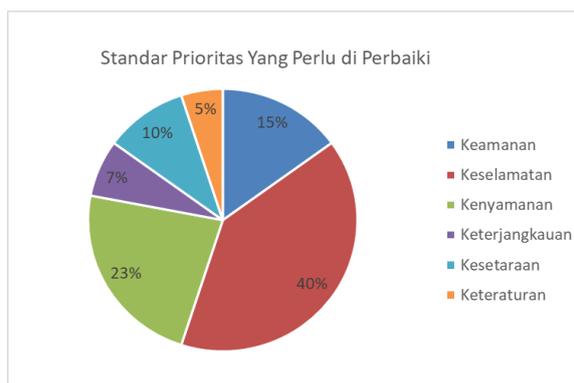
3.5 Hasil Perhitungan WTP (*Willingness to Pay*)

WTP diperoleh dari jumlah tarif BusKita Transpakuan K6 saat ini yang layak menurut persepsi penumpang, dengan biaya yang dikeluarkan untuk program peningkatan layanan.



Gambar 14. Grafik hasil WTP (*Willingness to Pay*)

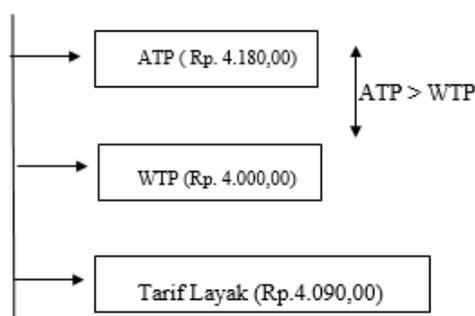
Berdasarkan analisis Gambar 14, Buskita transpakuan Koridor 6 yang layak saat ini menurut responden adalah Rp. 2.500,00 (minimum), dan Rp. 5.000,00 (maksimum). Adapun rata – rata tarif yang di harapkan oleh 100 responden tersebut adalah Rp. 3.150,00. Rata – rata nilai kemauan membayar lebih (WTP) dari responden untuk peningkatan pelayanan adalah sebesar Rp. 4.000,00.



Gambar 15. Standar prioritas yang perlu diperbaiki

Berdasarkan analisa pada Gambar 15 peningkatan pelayanan berupa keselamatan menduduki prioritas utama diikuti oleh perbaikan kenyamanan Bus Transpakuan Koridor 6.

3.5 Hubungan Antara ATP (*Ability to Pay*) dan (*Willingnes to Pay*).



Gambar 16. Hubungan ATP, WTP, dan Tarif

Berdasarkan Gambar 16, menunjukkan bahwa dalam kondisi dimana ATP lebih besar Rp. 4180,00 daripada WTP Rp. 4.155,00 terjadi karena pengguna memiliki kemampuan membayar lebih tinggi tetapi kepuasan terhadap pelayanan yang digunakan masih rendah sehingga kemauan pengguna menjadi relatif rendah sehingga perlunya peningkatan layanan, maka untuk hasil tarif layak saat ini adalah sebesar Rp. 4.090,00 jika di bulatkan menjadi Rp. 4.000,00.

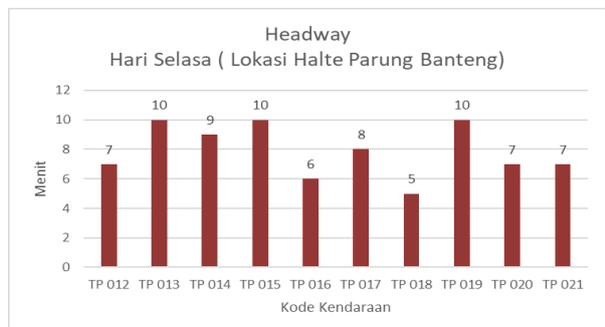
3.6 Hasil Survey Waktu Tunggu Kendaraan (Headway Statis).

Analisis data dilakukan untuk mengetahui perbedaan waktu antara angkutan yang satu dengan angkutan yang lain. pada satu rute yang sama per-hari sesuai dengan dilaksanakan survei.



Gambar 17. Hasil analisis Headway hari Senin

Berdasarkan hasil analisis headway didapat hasil analisis yang menunjukkan bahwa headway tercepat yaitu bus TP-017 dengan waktu 5 menit, sedangkan waktu headway terlama yaitu bus TP-019 dengan waktu 11 menit.



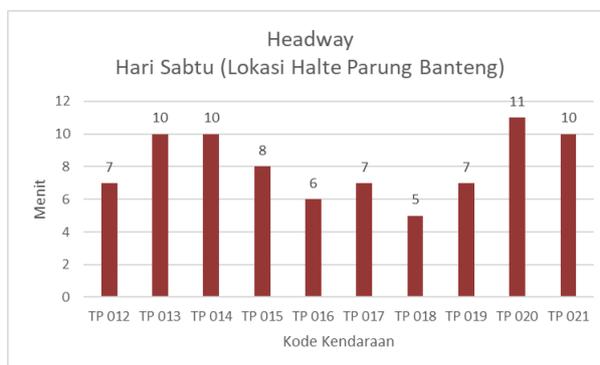
Gambar 18. Hasil analisis Headway hari Selasa

Berdasarkan hasil analisis headway didapat hasil analisis yang menunjukkan bahwa headway tercepat yaitu bus TP-018 dengan waktu 5 menit, sedangkan waktu headway terlama yaitu bus TP-013, TP-015, TP-019 dengan waktu 10 menit.



Gambar 19. Hasil analisis Headway hari Kamis

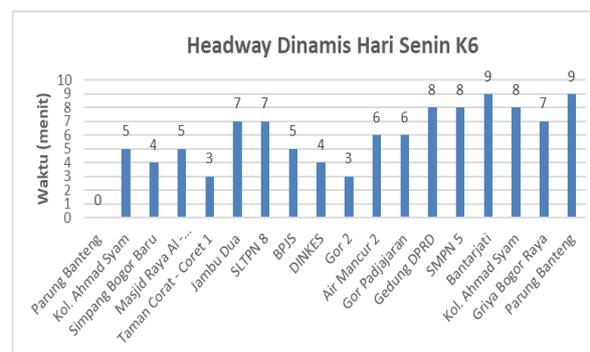
Berdasarkan hasil analisis headway didapat hasil analisis yang menunjukkan bahwa headway tercepat yaitu bus TP-019 dengan waktu 6 menit, sedangkan waktu headway terlama yaitu bus TP-017 dengan waktu 11 menit.



Gambar 20. Hasil analisis Headway hari Sabtu

Berdasarkan hasil analisis headway didapat hasil analisis yang menunjukkan bahwa headway tercepat yaitu bus TP-018 dengan waktu 5 menit, sedangkan waktu headway terlama yaitu bus TP-020 dengan waktu 11 menit.

3.6. Hasil Survey Waktu Tunggu (Headway Dinamis)



Gambar 21. Hasil analisis Headway hari Sabtu

Berdasarkan hasil analisis headway didapat hasil analisis yang menunjukkan bahwa headway tercepat yaitu pada halte Air mancur 2 dengan waktu 3 menit, sedangkan waktu headway terlama yaitu pada halte SLPN 8, Bantarjati, Kol. Ahmad Syam waktu 8 menit.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa:

Hasil dari kesimpulan di atas yaitu ATP (*Ability to Pay*) lebih besar Rp. 4180,00 dari pada WTP (*Willingness to Pay*) Rp. 4.000,00 terjadi karena pengguna memiliki kemampuan membayar lebih tinggi tetapi kepuasan terhadap pelayanan yang di gunakan masih rendah sehingga kemauan pengguna menjadi relative rendah, maka diperlukannya peningkatan layanan, dan untuk hasil tarif layak saat ini adalah sebesar Rp. 4.090,00 jika dibulatkan menjadi Rp. 4.000,00. Prioritas perbaikan pelayanan yang diinginkan oleh penumpang Buskita Transpakuan Koridor 6 adalah pada aspek kenyamanan, diikuti dengan aspek keselamatan. Perolehan nilai Headway pada hari senin, selasa, kamis dan sabtu pada 9 treyek angkutan Buskita Transpakuan Koridor 6 Kota Bogor yang melewati jalur Parung banteng – Air Mancur telah memenuhi standar rata-rata nilai headway yaitu 8.1 menit standar penilaian ideal 5-10 menit.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada Universitas Ibn Khaldhun Bogor yang telah memeberikan kesempatan kepada kami untuk melaksanakan penelitian ini. Terima kasih kepada pihak yang ikut serta membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Rujukan

- [1] R. Sugeng, E. F. Nasuon, and E. U. Hasanah, “Kinerja Teknis dan Analisis ATP WTP Angkutan Trans Jogja,” *Pros. Semin. Nas. Tek. Sipil 2016 Fak. Tek. Univ. Muhammadiyah Surakarta*, no. June, pp. 91–98, 2016, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/317240602_Kinerja_Teknis_dan_Analisis_ATP_WTP_Angkutan_Trans_Jogja
- [2] M. P. R. Indonesia, “Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 27 Tahun 2015.” pp. 1–12, 2015.
- [3] Kemenhub, “Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 10 Tahun 2012 tentang Standar Minimal Angkutan Massal Berbasis Jalan,” *Mentri Perhub. Republik Indones.*, p. 13, 2012.
- [4] K. Mahalli, “ANALISIS ABILITY TO PAY DAN WILLINGNESS TO PAY PENGGUNA JASA KERETA API BANDARA KUALANAMU (AIRPORT RAILINK SERVICE),” pp. 167–179, 2013.
- [5] R. Safitri, “ATP WTP Tarif Angkutan,” *J. Fropil*, vol. 4, no. 2, pp. 156–164, 2016.
- [6] U. K. Petra, R. Setiawan, and U. K. Petra, “ANALISIS ABILITY TO PAY DAN WILLINGNESS TO PAY PENGGUNA BUS TRANS SIDOARJO,” pp. 19–20, 2018.
- [7] A. Rahman, “Analisis Ability to Pay (ATP) dan Willingness to Pay (WTP) Tarif Bus Rapid Transit (BRT) Transjateng Koridor Semarang-Gubug,” Universitas Islam Sultan Agung, 2022.
- [8] A. M. R. Arief, “Pengaruh Tingkat Kepuasan Pengunjung Terhadap Kinerja Pelayanan Petugas Taman Mini Indonesia Indah Jakarta,” *Sorot*, vol. 6, no. 1, p. 25, 2011, doi: 10.31258/sorot.6.1.1999.
- [9] E. Zohra, R. S. Suyono, and S. N. Kadarini, “Analisis Ability To Pay (ATP) dan Willingness To Pay (WTP) untuk Penentuan Tarif pada Perencana Angkutan Umum BRT di Kota Pontianak,” *JeLAST J. PWK, Laut, Sipil, Tambang*, vol. 5, no. 3, pp. 1–8, 2019, [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/JMHMS/article/view/30771>
- [10] F. Susanto, M. Ruslin Anwar, and A. Wicaksono, “Analisis Kemampuan Dan Kemauan Membayar (Atp-Wtp) Penumpang Bus Kota Surabaya Rute P1 Purabaya-Darmo-Perak,” *J. Tata Kota dan Drh.*, vol. 7, no. 2, 2015.



Analisis Penurunan Tanah Jalan R.E. Martadinata Jakarta Utara Menggunakan Metode Konvensional dan Pengamatan GPS Geodetic

Kurniawan Ramadhan^{1*}, Syaiful², Fadhila Muhammad Libasut Taqwa³

^{1,2,3}Program Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor

¹awan.kurnia1997@gmail.com*, ²syaiful@ft.uika-bogor.ac.id, ³fadhila.muhammad@uika-bogor.ac.id

Abstract

Land subsidence in the areas of Pademangan, Ancol, Penjaringan, Cengkareng, Tanjung Priok, Cilincing, and Pulogadung is still ongoing. The land subsidence is influenced by the condition of the groundwater table and the effect of consolidation. The purpose of this research is to know the result of soil subsidence/ consolidation using conventional calculation methods and geodetic GPS observations on R.E. Martadinata Street on Bore Hole 3 with Point BM.CP.1 and Bore Hole 6 with Point BM.DKI.11 and to find out the results of the comparison of subsidence/ consolidation analysis methods between conventional calculations and geodetic GPS observations. The amount of soil subsidence/ consolidation with conventional calculation methods at Bore Hole 3 with Point BM CP.1 obtained 8.5 cm with a period of 2.3 years and at Bore Hole 6 with Point BM DKI.11 obtained 5.6 cm with a period of 0.4 years. The amount of soil subsidence/ consolidation with GPS Geodetic observations BM CP.1 point was obtained at 16.8 cm with a period of 3 years and at the DKI.11 BM Point obtained 17.5 cm with a period of 3 years. The results of soil subsidence/consolidation calculations using conventional calculation methods and GPS Geodetic observations there was a difference or deviation in Bore Hole 3 with Point BM CP.1 obtained 8.3 cm with a period of 0.68 years and in Bore Hole 6 with Point BM DKI.11 obtained 11.9 cm with a period of 2.64 years.

Keywords: Load Factor, Land Subsidence, Land Consolidation Time, Geodetic GPS, Groundwater Level.

Abstrak

Penurunan permukaan tanah di wilayah Jakarta masih terus berlangsung. Data dari Dinas Perindustrian dan Energi menunjukkan, di daerah-daerah tersebut telah terjadi penurunan lebih dari 10 cm per tahun. Penurunan tanah tersebut dipengaruhi oleh kondisi muka air tanah dan pengaruh konsolidasi. Penurunan muka tanah di beberapa wilayah setiap tahunnya memang tidak terjadi secara ekstrim, namun apabila dibiarkan terus menerus akan berdampak pada munculnya kerugian, tidak hanya material tetapi juga korban jiwa. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui hasil penurunan/ konsolidasi tanah menggunakan metode perhitungan konvensional dan pengamatan *GPS Geodetic* pada Jalan R.E.Martadinata Bore Hole 3 dengan Titik BM.CP.1 dan Bore Hole 6 dengan Titik BM DKI.11 serta untuk mengetahui hasil perbandingan metode analisis penurunan/ konsolidasi antara perhitungan konvensional dengan pengamatan *GPS Geodetic*. Besar penurunan/ konsolidasi tanah dengan metode perhitungan konvensional pada Bore Hole 3 dengan Titik BM CP.1 diperoleh 8,5 cm dengan kurun waktu 2,3 tahun dan pada Bore Hole 6 dengan Titik BM DKI.11 diperoleh 5,6 cm dengan kurun waktu 0,4 tahun. Besar penurunan/ konsolidasi tanah dengan pengamatan *GPS Geodetic* titik BM CP.1 diperoleh 16,8 cm dengan kurun waktu 3 tahun, dan pada dengan Titik BM DKI.11 diperoleh 17,5 cm dengan kurun waktu 3 tahun, serta hasil perhitungan penurunan/ konsolidasi tanah dengan metode perhitungan konvensional dan pengamatan *GPS Geodetic* terdapat selisih atau deviasi pada Bore Hole 3 dengan Titik BM CP.1 diperoleh 8,3 cm dengan kurun waktu 0,68 tahun, dan pada Bore Hole 6 dengan Titik BM DKI.11 diperoleh 11,9 cm dengan kurun waktu 2,64 tahun.

Kata kunci: *Load Factor*, Penurunan Tanah, Waktu Penurunan Tanah, *GPS Geodetic*, Muka Air Tanah.

Diterima Redaksi : 24-07-2023 | Selesai Revisi : 14-08-2023 | Diterbitkan Online : 01-12-2023

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan satu dari tiga negara kepulauan di Asia Tenggara dengan luas wilayah perairan 6.315.222 km² dengan panjang garis pantai 99.093 km². Pulau Jawa

Indonesia, khususnya wilayah teluk Jakarta Utara merupakan salah satu wilayah yang kerap dilanda banjir baik dari darat maupun dari laut. Wilayah Jakarta Utara membentang dari Barat ke Timur sepanjang kurang lebih 35 km. Wilayah Kota Jakarta Utara seluas 7.133,51 km²,



terdiri dari lautan seluas 6.979,4 km² dan daratan seluas 154,11 km² dengan 40% wilayah dataran rendah berada di bawah muka laut pasang. Dilihat dari penampang memanjang dari selatan ke utara, DAS Ciliwung terdiri dari kawasan atas (*upstream*), kawasan tengah (*middle stream*), dan kawasan bawah (*downstream*). Kawasan atas adalah kawasan resapan meliputi Puncak Bogor, kawasan tengah meliputi Bogor Depok, dan kawasan bawah meliputi Jakarta Selatan hingga bermuara di teluk Jakarta [1] Penurunan permukaan tanah di wilayah Jakarta Utara seperti di kawasan Pademangan, Ancol, Penjaringan, Cengkareng, Tanjung Priok, Cilincing, dan Pulogadung masih terus berlangsung [2], [3]. Data dari Dinas Perindustrian dan Energi menunjukkan, di daerah-daerah tersebut telah terjadi penurunan lebih dari 10 cm. Penurunan tanah tersebut dipengaruhi oleh kondisi muka air tanah dan pengaruh konsolidasi. Penurunan muka tanah di beberapa wilayah setiap tahunnya memang tidak terjadi secara ekstrim, namun apabila dibiarkan terus menerus akan berdampak pada munculnya kerugian, tidak hanya material tetapi juga korban jiwa. [4], [5]. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui hasil besar penurunan tanah menggunakan metode perhitungan konvensional [6] dan Pengamatan GPS Geodetic [7], [8] dengan menggunakan metode perhitungan Konvensional dan dibandingkan dengan nilai hasil pengamatan GPS Geodetic agar memberikan informasi kepada pemilik pekerjaan mengenai perbandingan penurunan tanah.

2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini metode pengumpulan data yang digunakan adalah metode dokumen. Metode dokumen merupakan metode pengambilan data dalam bentuk dokumen tertulis atau elektronik dari lembaga/institusi atau pihak pemilik data atau pengamatan obyek secara langsung. Data yang diperoleh dapat berupa data primer dan data sekunder.

2.1. Metode Pengumpulan Data

Sedangkan pada penelitian ini, data yang digunakan adalah data sekunder saja. Data sekunder sendiri diartikan data yang diperoleh dari pihak lain seperti: data statistik, data hasil laboratorium/tes/uji dan lain sebagainya. Adapun data yang diperoleh meliputi:

1. Data kondisi eksisting Jalan R.E Martadinata
2. Data Titik Pengamatan GPS dan Titik Sampel Tanah Jalan R.E. Martadinata
3. Data kondisi eksisting potongan memanjang dan melintang.
4. Data rencana pembebanan.
5. Data soil properti (hasil uji laboratorium).

2.2. Metode Analisis Data

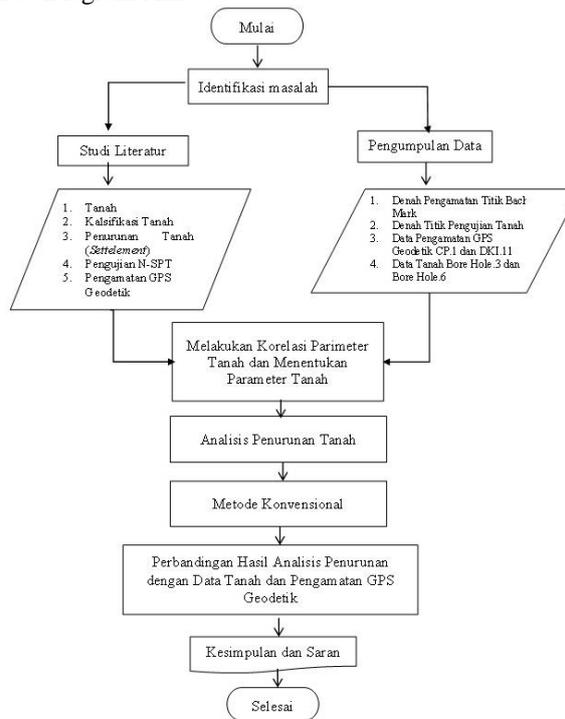
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis korelasi yang merupakan suatu teknik untuk menentukan sampai sejauh mana terdapat hubungan antara dua variabel, yang dalam hal ini variabel pertama merupakan “Metode perhitungan konsolidasi tanah secara konvensional” dan variabel pembanding adalah “

Metode Pengamatan GPS Geodetic”. Dalam tahap ini mencakup langkah-langkah atau proses setelah melakukan pengumpulan data dan dilakukan proses analisis data. Langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut:

1. Melakukan Analisis Penurunan/ konsolidasi Tanah Secara Analisis, meliputi Perencanaan Pembebanan, Parameter Tanah, Analisis Penurunan/Konsolidasi.
2. Melakukan Analisis Penurunan/konsolidasi Tanah
3. Perbandingan Hasil Analisis Penurunan konsolidasi tanah menggunakan Hasil Pengamatan GPS Geodetic tanah.[9]

Setelah dilakukannya perhitungan analisis penurunan/konsolidasi tanah [10] dengan metode perhitungan konvensional dan perhitungan menggunakan hasil Pengamatan GPS Geodetic. maka selanjutnya akan dilakukan perbandingan hasil dari masing-masing perhitungan hingga didapatkan perbedaan hasil dan koefisien perhitungan masing-masing metode.

2.3. Diagram Alir



Gambar. 1. Diagram Alir.

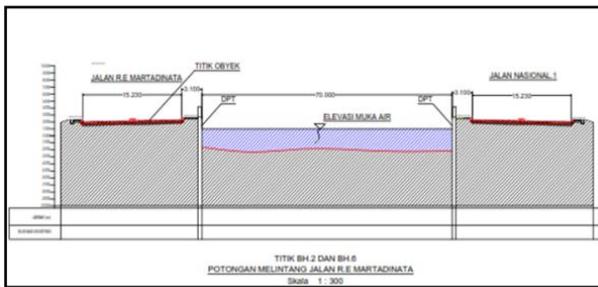
3. Hasil dan Pembahasan

Dalam Dalam proses menganalisis suatu penelitian dibutuhkan data penelitian yang akurat demi mencapai hasil yang diinginkan. Pada penelitian ini didapat data sekunder berupa data kondisi eksisting, potongan memanjang dan melintang Jalan R.E. Martadinata Tanjung Priok Jakarta Utara, data soil properties (hasil uji laboratorium) dan juga data nilai N-SPT tanah di area penelitian.

1. Lokasi Pengamatan dan Sample Tanah



Gambar. 2. Lokasi Penelitian pada Proyek Pompa Sentyiong.



Gambar. 3. Potongan Melintang Jalan.

2. Pembebanan Lalu lintas

Jenis kendaraan yang beroperasi di jalanan di Indonesia bervariasi mulai dari sedan, pick-up, mini bus, bus ringan, truk ringan bus besar, truk besar, truk gandeng, truk peti kemas, dan lain-lain.

Konfigurasi sumbu & tipe kendaraan	Berat Kosong (ton)	Beban Muatan Maksimum (ton)	Berat Total Maksimum (ton)	
1.1 Mobil Penumpang	1,5	0,5	2	
1.2 Bus	3	6	9	
1.2 L Truk	2,3	6	8,3	
1.2 H Truk	4,2	14	18,2	
1.22 Truk	5	20	25	
1.2 + 2.2 Trailer	6,4	25	31,4	
1.2 + 2 Trailer	6,2	20	26,2	
1.2 + 2.2 Trailer	10	32	42	

Gambar. 4. Jenis Pembebanan Roda Kendaraan. [11]

Hasil Bina Marga pada Gambar 4, berlaku untuk semua jenis dan muatan. Yang di tinjau hanyalah kendaraan kosong dan isi. Bila dianggap berisi, dianggap kendaraan /truck tersebut bermuatan penuh. Misalnya truck 1.2. H pada waktu kosong dianggap bermuatan memiliki berat

DOI : <https://doi.org/10.52158/jaceit.v4i2.560>

4,2 ton dan pada waktu bermuatan dianggap bermuatan maksimum 18,2 ton.

3. Pembebanan Perkerasan

Beban rencana terdiri dari dua jenis beban yaitu beban lalu lintas dan beban perkerasan.

Tabel. 1. Berat Jenis Lapis Perkerasan

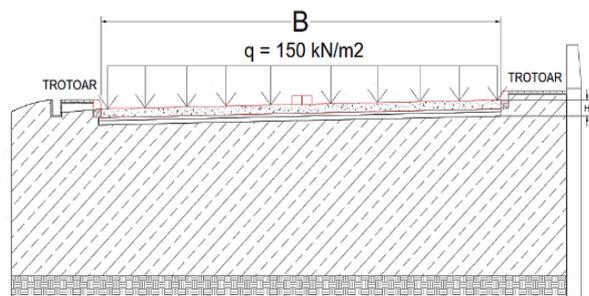
No.	Lapis Perkerasan	Berat Jenis
1.	Rigid Beton	24 kN/m ³
2.	Asphalt Concrete (AC-Wearing Course)	22,7 kN/m ³
3.	Sirtu	14 kN/m ³

$$= (\text{Lapisan-1} \times B_j) + (\text{Lapisan-2} \times B_j) + (\text{Lapisan-3} \times B_j)$$

$$= (0,28 \times 24) + (0,56 \times 22,7) + (0,6 \times 22,5)$$

$$= 6,720 + 12,712 + 8,40$$

$$= 27,832 \text{ kN/m}^2$$



Gambar. 5. Detail Pembebanan

4. Total Pembebanan

Setelah diketahui masing-masing Pembebannya yang dibutuhkan, maka H_f bisa dihitung dengan menjumlahkan tinggi *preload* perkerasan, tinggi *preload* akibat beban lalu lintas.

Beban Total

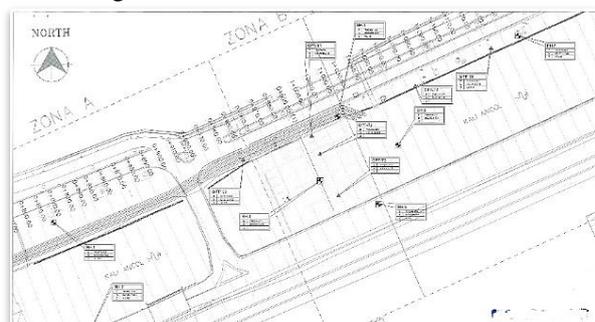
$$= \text{Beban Lalu lintas} + \text{beban perkerasan}$$

$$= 27,832 + 15 = 42,832 \text{ kN/m}^2 \approx 42,832 \text{ kPa/m}^2$$

5. Data Soil Properties (Hasil Uji Laboratorium)

Pelaksanaan uji sondir dan Bodilakukan sebanyak 7 (Tujuh) titik, akan tetapi pada penelitian ini akan diambil dua sampel yang berdekatan dengan, yakni pada titik Uji Sondir-1 dan 2.

a. Bore Log



Gambar. 6. Sebaran Titik Uji pada Proyek Pompa Sentyiong

b. Test Pit

Data test pit (lubang uji) merupakan contoh tanah dalam kondisi terganggu (disturbed sample), terhadap contoh tanah ini kemudian dilakukan uji laboratorium untuk mengetahui karakteristik tanah.

Tabel. 2. Stratifikasi Tanah pada Proyek Pompa Sentyiong

Titik	Kedalaman (m)	Diskripsi Tanah
BH.3	0,00 - 1,50	Clay: Lempung Kelanauan, coklat
BH.6	0,00 - 1,50	Clay: Lempung Kelanauan, coklat

Tabel. 3. Data Bore Hole pada Proyek Pompa Sentyiong

SUMMARY OF LABORATORY TEST RESULTS								
Bore Hole No		BH B3						
Depth	meter	5.00-5.50	7.50-8.00	9.50-10.00	11.50-12.00	15.00-15.50	19.50-20.00	29.50-30.00
Sample Type		UDS 1	UDS 2	UDS 3	UDS4	DS1	DS2	DS3
A. NATURAL WATER CONTENT, DENSITY, AND SPECIFIC GRAVITY TEST								
Specific Gravity		2.68	2.67	2.67	2.68	2.67	2.66	2.68
Natural Water Content	%	56.38	73.85	78.04	90.01	76.56	41.73	50.57
Bulk/Wet density	gr/cm ³	1.61	1.51	1.50	1.45	1.52	1.74	1.66
Dry Density	gr/cm ³	1.03	0.87	0.84	0.76	0.88	1.23	1.10
Void ratio		1.61	2.07	2.16	2.51	2.10	1.16	1.43
Porosity		0.62	0.67	0.68	0.71	0.68	0.54	0.59
Degree of saturation	%	94.55	95.38	96.36	96.23	97.13	95.55	94.81
B. ATTERBERG LIMIT TEST								
Liquid Limits (LL)	%	95.06	95.99	87.78	104.30	89.51	81.00	88.92
Plastic Limits (PL)	%	31.60	35.70	30.00	37.10	42.90	40.00	40.00
Plasticity index (PI)	%	63.48	60.27	67.78	67.16	46.66	41.00	48.92
C. GRAIN SIZE DISTRIBUTION TEST								
Gravel	%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sand	%	4.50	9.20	7.80	6.40	13.00	14.60	13.40
Silt	%	37.30	36.90	36.20	37.60	47.00	49.80	44.60
Clay	%	58.20	53.90	56.00	56.00	40.00	35.60	42.10
Soil Classification (USC)		CH	CH	CH	CH	MH	MH	MH

6. Analisis Penurunan Bore Hole 3 Elastis

Tabel. 4. Stratifikasi Tanah pada Bore Hole 3

Kedalaman Tanah		
Jenis Tanah	Kedalaman	Tebal
Clay.1	-2,45-12,00	9,55
Clay.2	19,00-23,80	4,80
Clay.3	30,00-35,40	5,40
Clay.4	39,40-40,50	1,10

Tabel.5. Perhitungan Titik Tengah Perkerasan

Perhitungan Titik Pusat Pondasi						
D (m)	z =D-0,00(m)	B (m)	L (m)	Tebal	m=B/z	n=L/z
12.00	12.00	15.00	50.00	9.55	1.57	5.24
23.80	23.80	15.00	50.00	4.80	3.13	10.42
35.40	35.40	15.00	50.00	5.40	2.78	9.26
40.50	40.50	15.00	50.00	1.10	13.64	45.45

$$A_0 = m' \ln \frac{(1 + \sqrt{m'^2 + 1})\sqrt{m'^2 + n'^2}}{m(1 + \sqrt{m'^2 + n'^2 + 1})}$$

$$A_1 = \ln \frac{(m' + \sqrt{m'^2 + 1})\sqrt{1 + n'^2}}{m' + \sqrt{m'^2 + n'^2 + 1}}$$

$$A_2 = \frac{m'}{n'\sqrt{m'^2 + n'^2 + 1}}$$

$$F_1 = \frac{n'}{2\pi} \tan^{-1} A_2$$

$$F_2 = \frac{n'}{2\pi} \tan^{-1} A_2$$

Variasi dari F1 dan dengan mr dan nr diberikan variasi If dengan Df B diberikan dalam nilai-nilai, ini juga diberikan dalam bentuk yang lebih rinci.

Tabel. 6. Perhitungan Elastis Fleksibel dan Kaku Elastis Fleksibel dan Kaku

A0	A1	A2	F1	F2
0.419	0.408	0.161	0.194	0.134
0.322	0.299	0.091	0.373	0.147
0.340	0.318	0.102	0.374	0.145
0.135	0.117	0.022	0.738	0.156

Karena sifat tidak homogen dari deposito tanah, magnitud Es dapat bervariasi dengan kedalaman, untuk alasan itu direkomendasikan menggunakan rata-rata tertimbang Es dalam Eq. 5.33 atau lebih.

$$E_s = \frac{\sum E_{s(i)} \Delta z}{z} \quad (1)$$

dengan:

Es(i) = modul elastisitas tanah dengan kedalaman Δz
 z = H atau 5B, yang lebih kecil

Tabel. 7. Modulus Elastisitas

Modulus Elastisitas			
z(m)	Δz (m)	N60	Es (kN/m ²)
-2.45-12.00	9.55	6.9	6900
-19.00-23.80	4.80	13.8	13800
30,00-35,40	5.40	13.8	13800
39,40-40,50	1.10	13.8	13800

If = faktor kedalaman = $f\left(\frac{D_f}{B}, \mu_s, \text{ and } \frac{L}{B}\right)$

Tabel.8 Faktor Kedalaman

Faktor Kedalam		
Df/B	B/L	If
0.5	2	0.72
0.5	2	0.72
0.5	2	0.72
0.5	2	0.72

Perhitungan Penurunan :

$$S_e = q_o(\alpha B') \frac{1 - \mu_s^2}{E_s} I_s I_f$$

$$S_e = 42.83(4x9.55')x \frac{1 - 0.25}{6900} x 0.28x0.72$$

$$S_e = 0.018 m = 1.81 cm$$

Jadi penurunan segera Si (*Immediate Settlement*) = 2,85 cm

7. Analisis Penurunan Bore Hole 3 Primer

Penurunan yang disebabkan perubahan volume tanah selama periode keluarnya air pori dari tanah. Menghitung tambahan tegangan (Δp) akibat beban pada tengah setiap lapisan sedalam z (z = kedalaman permukaan) Rumus :

$$\Delta\sigma'_{av} = \frac{1}{6}(\Delta\sigma'_t + 4\Delta\sigma'_m + \Delta\sigma'_b) \quad (2)$$

Penurunan konsolidasi primer (Primary Consolidation Settlement)

Total penurunan merupakan jumlah dari keseluruhan perhitungan penurunan konsolidasi primer sampai lapisan tanah lempung paling bawah yakni kedalam 40,50 m.

$$S_{c(p)} = \frac{c_c H_c}{1+e_0} \log \frac{\sigma'_{0} + \Delta\sigma'_{av}}{\sigma'_{0}} \quad (3)$$

$$S_{c(p)} = \frac{0.60 \times 9.55}{1 + 1.47} \log \frac{114.62 + 6.17}{114.62}$$

$$S_{c(p)} = 0.053 \text{ m} = 5,3 \text{ m}$$

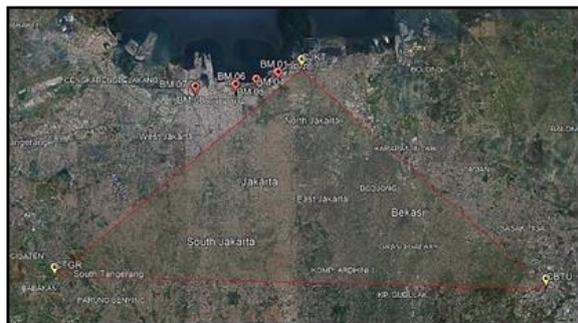
8. Waktu untuk mencapai Derajat Konsolidasi

Parameter panjang jalur drainasi (Hdr), koefisien konsolidasi (Cv), dan faktor waktu (Tv) digunakan untuk menentukan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai derajat konsolidasi 60% (U60).

$$T_v = \frac{\pi}{4} \left(\frac{U\%}{100} \right)^2 \quad (\text{for } U = 0 \text{ to } 90\%) \quad (4)$$

9. Analisis Penurunan Pengamatan GPS Geodetic

Pengamatan Penurunan muka tanah ini dilakukan di delapan titik pengamatan sekitar Kota Jakarta utara pada Tahun 2018 dan Tahun 2021. Lokasi titik pengamatan tersebar pada 8 titik pengamatan dengan pengikatan ke base lokal yaitu CBTU di Cibitung, CJKT di Jakarta Utara, CTGR Tangerang. Pengukuran menggunakan mode Fixed selama 36 jam sesuai dengan pengukuran minimal survei geodinamika dan pengolahan menggunakan mode radial seperti tahun-tahun sebelumnya.



Gambar. 7. Titik Referensi Geodetic

Tabel. 9. Hasil Pengamatan Tahun 2018 - 2021

No	TITIK POINT	Nov-18	Nov-19	Nov-20	Juni-21
		Elv.	Elv.	Elv.	Elv.
1	B.COL	3,366	3,316	3,265	3,215
2	MPB 0	1,807	1,757	1,706	1,642
3	DKI 11	2,909	2,859	2,808	2,734
4	CP 1	2,414	2,414	2,414	2,246
5	MPB 1	2,734	2,734	2,734	2,663

Berdasarkan Tabel. 9. dapat dilihat hasil pengamatan masing-masing titik dari tahun 2018 sampai tahun 2021.

Tabel. 10. Deviasi Pengamatan GPS 2018-2021

No	TITIK POINT	2018	2019	2020	2021
		Dev.	Dev.	Dev.	Dev.
1	B.COL	0	50	101	151
2	MPB 0	0	50	101	165
3	DKI 11	0	50	101	175
4	CP 1	0	50	100	168
5	MPB 1	0	23	50	71

Berdasarkan Tabel. 10. dapat dilihat deviasi pengamatan GPS masing-masing titik dari tahun 2018 sampai tahun 2021.

Tabel. 11. Perbandingan Hasil Penurunan/Konsolidasi Tanah

No	Lokasi	Unit	Analisis	GPS	Dev
1	BH.3 dan BM CP.01	Penurunan	8,5	16,8	8,3
		Waktu	2,32	3,00	0,68
2	BH.6 dan BM DKI.11	Penurunan	5,6	17,5	11,9
		Waktu	0,364	3,00	2,64

Berdasarkan Tabel. 11. dapat dilihat hasil selisih atau deviasi pada Bore Hole 3 dengan Titik BM CP.1 sebesar 8,3 cm dengan kurun waktu 0,68 tahun, dan pada Bore Hole 6 dengan Titik BM DKI.11 sebesar 11,9 cm dengan kurun waktu 2,64 tahun.

4. Kesimpulan

Besar penurunan/ konsolidasi tanah dengan menggunakan metode perhitungan konvensional pada Bore Hole 3 dengan Titik BM CP.1 sebesar 8,5 cm dengan kurun waktu 2,320 tahun, dan pada Bore Hole 6 dengan Titik BM DKI.11 sebesar 5,6 cm dengan kurun waktu 0,364 tahun. Besar Penurunan/ Konsolidasi Tanah dengan pengamatan GPS Geodetic pada Bore Hole 3 dengan Titik BM CP.1 sebesar 16,8 cm dengan kurun waktu 3 tahun, dan pada Bore Hole 6 dengan Titik BM DKI.11 sebesar 17,5 cm dengan kurun waktu 3 tahun. Berdasarkan hasil perhitungan penurunan/ konsolidasi tanah dengan menggunakan metode perhitungan konvensional dan pengamatan GPS Geodetic terdapat selisih atau deviasi pada Bore Hole 3 dengan Titik BM CP.1 sebesar 8,3 cm dengan kurun waktu 0,68 tahun, dan pada Bore Hole 6 dengan Titik BM DKI.11 sebesar 11,9 cm dengan kurun waktu 2,64 tahun.

Daftar Rujukan

[1] E. Chaussard, F. Amelung, and H. Z. Abidin, "Sinking Cities In Indonesia: Space-Geodetic Evidence of the Rates and Spatial Distribution of Land Subsidence," in *Fringe 2011 Workshop*, Francaty, 2011, pp. 19–23.

[2] L. E. Hutabarat and T. Ilyas, "Mapping of land subsidence induced by groundwater extraction in urban areas as basic data for sustainability countermeasures," *Int. J. Technol.*, vol. 8, no. 6, pp. 1001–1011, 2017, doi: 10.14716/ijtech.v8i6.754.

[3] A. H. Ng, L. Ge, X. Li, H. Z. Abidin, H. Andreas, and K. Zhang, "Mapping land subsidence in

- Jakarta , Indonesia using persistent scatterer interferometry (PSI) technique with ALOS PALSAR,” *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.*, vol. 18, pp. 232–242, 2012, doi: 10.1016/j.jag.2012.01.018.
- [4] H. Z. Abidin, H. Andreas, I. Gumilar, and M. Gamal, “Land Subsidence and Urban Development in Jakarta (Indonesia) Land Subsidence and Urban Development in Jakarta (Indonesia),” no. October 2009, pp. 19–22.
- [5] D. Sarah, A. J. Syahbana, R. F. Lubis, and A. Mulyono, “Modelling of Land Subsidence Along Tanah Mas - Pelabuhan Section Semarang City Using Finite Element Method,” *Ris. Geol. dan Pertamb.*, vol. 21, no. 2, pp. 105–119, 2011.
- [6] I. P. Pudja, “Analisis Penurunan Muka Tanah DKI Jakarta dengan Metode Differential Interferometry Synthetic Aperture Radar (Dinsar),” *J. Ilmu dan Inov. Fis.*, vol. 2, no. 2, pp. 88–99, 2018, doi: 10.24198/jiif.v2i2.19712.
- [7] J. Widodo *et al.*, “Land subsidence rate analysis of Jakarta Metropolitan Region based on D-InSAR processing of Sentinel data C-Band frequency,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1185, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1185/1/012004.
- [8] D. D. Æ. M. Gamal, “Land subsidence characteristics of Jakarta between 1997 and 2005, as estimated using GPS surveys,” pp. 23–32, 2008, doi: 10.1007/s10291-007-0061-0.
- [9] M. F. Gurandhi and B. Rudianto, “Evaluasi Spesifikasi Teknik pada Survei GPS,” *Reka Geomatika*, vol. 01, no. 2, pp. 1–10, 2013.
- [10] F. M. L. Taqwa, L. E. Hutabarat, T. Ilyas, and W. A. Prakoso, “Estimation of Settlement Induced Land Subsidence of Marine Clay on Kamal Muara Area, Northern Jakarta, Based on the Change of Pore Water Pressure,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1376, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1376/1/012007.
- [11] Direktorat Jenderal Bina Marga, 1979.



Analisis Kerusakan Permukaan Jalan Berdasarkan Penilaian Dengan Metode SDI dan IRI (Studi Kasus: Jalan Raya Ciherang Kabupaten Bogor)

Miftah Maulana¹, Rulhendri², Nurul Chayati³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Teknik Sipil dan Sains, Universitas Ibnu Khaldun Bogor

¹miftah10.mm@gmail.com*, ²rulhendri@ft.uika-bogor.ac.id, ³nurul.chayati@uika-bogor.ac.id

Abstract

Transportation infrastructure in the form of roads holds an important role in mass mobility. Sustainable usage combined with the increase in vehicle volume can lead to road damage, which eventually affects its construction condition and has implications for quality, comfort, safety, and traffic flow. Therefore, periodic analysis of road surface damage is crucial to determine whether the road is in good condition or requires repair and maintenance. Jalan Raya Ciherang in Bogor Regency is categorized as a busy district road, with a length of 2 km, serving as a secondary local road. The Surface Distress Index (SDI) and International Roughness Index (IRI) methods were used to assess the road surface condition. By comparing visual assessments and using the Roadroid application, the results were more effective in determining the level of damage and finding appropriate actions to solve the problem. The analysis showed that the average percentage of road damage using the SDI and IRI methods, the highest percentage of SDI values indicates a good condition at 50%, while the highest percentage of IRI values indicates a combination of good and fair conditions, both at 37.50%. Referring to the data on determining the type of road condition management from Bina Marga, 2011, it was necessary to perform routine maintenance. According to information from Kebina-Margaan, and Dinas Pekerjaan Umum 2007 regarding road service conditions, Jalan Raya Ciherang falls into the category of Mantap service condition.

Keywords: Road Surface Damage, Surface Distress Index (SDI), International Roughness Index (IRI) Methods, Road Damage.

Abstrak

Infrastruktur bidang transportasi berupa jalan merupakan bagian penting bagi pergerakan masyarakat, Penggunaan jalan yang berkelanjutan serta volume kendaraan yang meningkat dapat menyebabkan timbulnya kerusakan jalan yang mempengaruhi kondisi konstruksinya sehingga akan berdampak pada tingkat kualitas, kenyamanan, keamanan, dan kelancaran berlalu lintas. Analisa kerusakan permukaan jalan secara periodik sangat dibutuhkan untuk mengetahui kondisi jalan tersebut dalam kondisi baik atau dalam kondisi yang membutuhkan perbaikan dan pemeliharaan. Ruas Jalan Raya Ciherang Kabupaten Bogor dikategorikan sebagai jalan kabupaten yang cukup padat lalu lintasnya, dengan panjang 2 km dan merupakan jalan lokal sekunder. Metode yang digunakan untuk penilaian kondisi permukaan jalan adalah metode Surfece Distress Index (SDI) dan International Roughness Index (IRI). Dengan membandingkan penilaian secara visual dan menggunakan aplikasi Roadroid maka hasilnya akan lebih efektif untuk digunakan sebagai acuan dalam mengetahui tingkat kerusakan dan penanganannya. Hasil Analisis menunjukkan perbandingan rata-rata persentase kerusakan jalan menggunakan metode SDI dan IRI, persentase terbesar nilai SDI berada pada kondisi baik yaitu 50% sedangkan persentase terbesar pada nilai IRI berada pada kondisi baik dan sedang dengan nilai keduanya 37,50%. Nilai index rata-rata kondisi permukaan jalan yang ditinjau pada Ruas Jalan Raya Ciherang memiliki Kondisi baik dan sedang mengacu kepada data penentuan jenis penanganan kondisi jalan yang bersumber dari Bina Marga, 2011 perlu dilakukan berupa pemeliharaan rutin dan menurut informasi Kebina-Margaan, Dinas Pekerjaan Umum 2007 mengenai kondisi pelayanan jalan maka, Ruas Jalan Raya Ciherang termasuk dalam Kondisi Pelayanan Mantap.

Kata kunci: Kerusakan Permukaan Jalan, Surfece Distress Index (SDI), International Roughness Index (IRI), Kerusakan Jalan.

Diterima Redaksi : 25-07-2023 | Selesai Revisi : 25-08-2023 | Diterbitkan Online : 01-12-2023



1. Pendahuluan

Jalan adalah infrastruktur bidang transportasi yang berfungsi sebagai sarana penunjang dalam melakukan pergerakan berupa perpindahan. Jalan merupakan bagian penting karena berperan dalam mendukung kegiatan ekonomi, sosial dan pendidikan. Untuk itu dibutuhkan pembangunan jalan untuk jalan yang belum terhubung, perawatan jalan untuk jalan yang mengalami kerusakan agar kegiatan ekonomi, sosial dan pendidikan dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Jalan Raya Ciherang merupakan jalan yang ada di Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Jalan Raya Ciherang merupakan jalan dengan jenis perkerasan lentur diperuntukan sebagai jalan umum dan merupakan jalan yang cukup ramai digunakan oleh pengendara untuk mendukung kegiatan atau aktivitas harian. Adapun aktivitas harian seperti menuju tempat pendidikan, tempat perbelanjaan dan lain sebagainya. Kerusakan jalan yang timbul juga akan mempengaruhi tingkat kecelakaan lalu lintas, semakin tingginya kerusakan jalan maka akan semakin tinggi tingkat kemungkinan kecelakaan lalu lintas. Dalam rangka menjaga kualitas jalan agar tetap layak digunakan maka dibutuhkan analisa permukaan jalan secara periodik untuk mengetahui kondisi jalan tersebut dalam kondisi baik atau dalam kondisi yang membutuhkan perbaikan dan pemeliharaan, baik pemeliharaan rutin maupun pemeliharaan berkala.

Penelitian mengenai Analisa Penilaian dan Penanganan Kondisi Jalan Menggunakan Metode SDI, RCI, dan IRI pada Ruas Jalan Maros – Pangkep nilai kerusakan jalan berdasarkan SDI pada kondisi baik 78,6%, kondisi sedang 10,7%, kondisi rusak ringan 7,1%, kondisi rusak berat 3,6%, dan berdasarkan IRI pada kondisi baik mempunyai nilai 71%, kondisi sedang 29%, kondisi rusak ringan dan berat tidak ditemukan, sedangkan berdasarkan RCI pada kondisi baik 93%, kondisi sedang 7%, dan kondisi rusak ringan dan berat tidak ditemukan [1]. Analisa Kerusakan Jalan Metode SDI Taluk Kuantas – Batas Provinsi Sumatera Barat hasil analisis ditemukan nilai kerusakan jalan yaitu mencapai 133,3 % dimana didapatkan nilai SDI di segmen 1 dan 4 sebesar 105 dan segmen 2,3 dan 5 sebesar 135 sehingga kerusakan tersebut termasuk dalam kategori kerusakan dalam kondisi rusak ringan [2]. Penilaian kondisi jalan Menggunakan Metode SDI dan Inventarisasi dalam GIS di Kabupaten Klungkung, mempunyai hasil pada Ruas Jl. Gn Agung kondisi sedang 0,416 km, dan kondisi rusak ringan 0,3 km, Ruas Jl. Gn. Rinjani kondidi rusak ringan 0,277 km, Ruas Jl. Gn. Batukaru kondisi rusak ringan 0,119 km, Ruas Jl. Gn. Semeru kondisi rusak ringan 0,288 km, serta pada Ruas Jl. Gn. Batur kondisi rusak ringan 0,546 km [3]. Analisa Penilaian Kondisi Jalan Raya dengan Metode SDI dan PSI Studi Kasus : Duri Kecamatan Mandau, hasil analisis didapatkan tingkat kerusakan Jalan Duri – Rangau metode SDI dengan rata-rata sebesar 33 (kondisi jalan baik) dan tingkat

kerusakan dengan metode PSI menunjukkan nilai 3,26 (kondisi jalan baik) [4]. Demikian juga penelitian Analisis Kerusakan Jalan Metode SDI dan IRI Ruas Jalan Bangau Sakti – Pekanbaru, mempunyai nilai kerusakan jalan berdasarkan SDI pada kondisi baik 54%, kondisi sedang 15%, kondisi rusak berat 31%, sedangkan berdasarkan IRI pada kondisi baik 77%, dan kondisi sedang 10% [5].

Tujuan dari penelitian ini yaitu mendapatkan jenis-jenis kerusakan jalan pada ruas jalan raya Ciherang serta mengetahui nilai indeks kerusakan permukaan jalan berdasarkan metode *Surface Distress Index* (SDI) dan metode *International Roughness Index* (IRI) dimulai dari STA 01+150 – STA 02+000. Selain itu tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis kerusakan permukaan jalan secara visual menggunakan metode SDI dan metode IRI dengan bantuan aplikasi Roadroid untuk menilai ketidakrataan permukaan jalan.

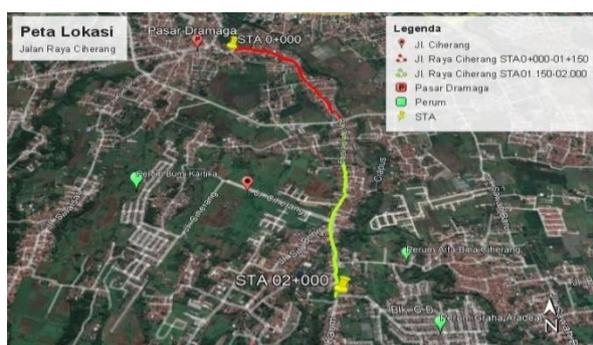
Manfaat yang akan didapat pada penelitian ini adalah untuk bahan acuan bagi pemetintah dan pihak pengelola jalan dan transportasi lalu lintas dalam melayani kerusakan jalan, juga sebagai sumber informasi dan referensi yang dapat dipergunakan untuk bahan kajian transportasi agar dapat mengetahui dan memahami tentang kerusakan jalan.

2. Metode Penelitian

Untuk menganalisis kerusakan permukaan jalan dibutuhkan data penelitian yang baik demi tercapainya hasil yang memuaskan. Pada penelitian ini ada beberapa faktor yang harus didapatkan sseperti:

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Jalan Raya Ciherang yang berada di Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. Lokasi kegiatan bisa dilihat pada Gambar 1 dibawah ini:



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian

2.2 Kerusakan Jalan

Kerusakan jalan terbagi atas kerusakan struktural dan fungsional. Kerusakan struktural terjadi akibat kegagalan pada perkerasan jalan yang berakibat tidak mampunya perkerasan dalam menampung beban lalu lintas. Kerusakan fungsional adalah kerusakan pada perkerasan yang menyebabkan gangguan terhadap

keamanan dan kenyamanan pengguna jalan [6]. Jenis kerusakan yaitu sebagai berikut :

1. Retak
2. Pelepasan butir
3. Lubang
4. Kelicinan
5. Alur
6. Ketidakraturan

2.3 Metode Analisis Penilaian Jalan

Dalam rangka menjaga kualitas jalan agar tetap layak digunakan maka dibutuhkan analisa permukaan jalan secara periodik untuk mengetahui kondisi jalan tersebut dalam kondisi baik atau dalam kondisi yang membutuhkan perbaikan dan pemeliharaan, baik pemeliharaan rutin maupun pemeliharaan berkala. Penanganan jalan tersebut didasarkan pada jenis kerusakan yang ada agar penanganan yang dilakukan tepat sasaran, tepat mutu dan tepat biaya.

Dalam memprediksi kondisi jalan dibutuhkan analisis kerusakan jalan melalui penilaian jalan, terdapat beberapa metode dalam penentuan kondisi jalan sesuai ketentuan dalam panduan yang dibuat oleh Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian PUPR. Pada penelitian ini digunakan dua metode yaitu metode SDI dan IRI.

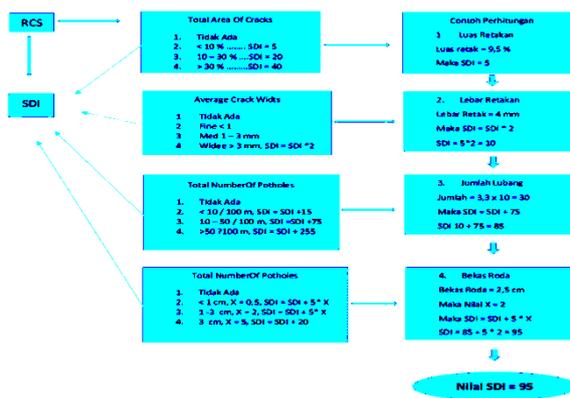
2.4 Surface Distress Index (SDI)

Surface Distress Index (SDI) adalah metode dalam menilai kondisi jalan dengan mengukur skala kerusakan jalan berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara visual dengan melihat kondisi ril di lapangan. Kondisi kerusakan dihitung dengan mengukur luas, lebar retakan, jumlah lubang dan bekas roda, pada jalan tersebut [7]. Adapun nilai klasifikasi kondisi jalan berdasarkan metode SDI yaitu sebagai berikut:

Tabel 1 Hubungan Nilai SDI dengan Kondisi Jalan

No	Nilai SDI	Kondisi Jalan
1	< 50	Baik
2	50 - 100	Sedang
3	100 - 150	Rusak Ringan
4	> 150	Rusak Berat

Untuk mendapatkan nilai SDI seperti dalam diatas maka dilakukan perhitungan dari hasil survey kondisi jalan yang di lakukan per segmen yaitu 100 meter seperti pada Gambar 2 di bawah:



Gambar 2 Perhitungan SDI

Berdasarkan Gambar 2 diatas, dapat dilihat dari setiap jenis kerusakan mempunyai rumus perhitungan yang berbeda.

2.5 International Roughness Index (IRI)

International Roughness Index (IRI) adalah sebuah metode dalam mengidentifikasi kerusakan jalan dengan melakukan pengukuran pada tingkat ketidakrataan permukaan jalan, ketidakrataan tersebut dihitung berdasarkan jumlah naik turunnya permukaan jalan dibagi dengan jarak yang harus dilalui permukaan jalan tersebut. Penilaian Jalan metode IRI dapat digunakan dengan bantuan aplikasi seperti seperti Roadroid. Adapun nilai klasifikasi kondisi jalan berdasarkan metode IRI [8] yaitu sebagai berikut:

Tabel 2 Hubungan Nilai IRI dengan Kondisi Jalan

No	Nilai IRI	Kondisi Jalan
1	< 4	Baik
2	4 - 8	Sedang
3	8 - 12	Rusak Ringan
4	> 12	Rusak Berat

2.6 Metode Pengumpulan data

Pada tahap pengumpulan data pada penelitian ini yaitu dengan melakukan survey lapangan dan pengamatan langsung, data yang akan dilakukan pengumpulan terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari Survey Kondisi Jalan (SKJ) secara visual menggunakan metode SDI dan menggunakan aplikasi Roadroid pada Smartphone untuk metode IRI. Pada penelitian ini dibutuhkan data primer yaitu sebagai berikut :

- a. Data jenis-jenis kerusakan jalan
- b. Dimensi kerusakan jalan
- c. Dimensi jalan
- d. Pengambilan data menggunakan aplikasi Roadroid

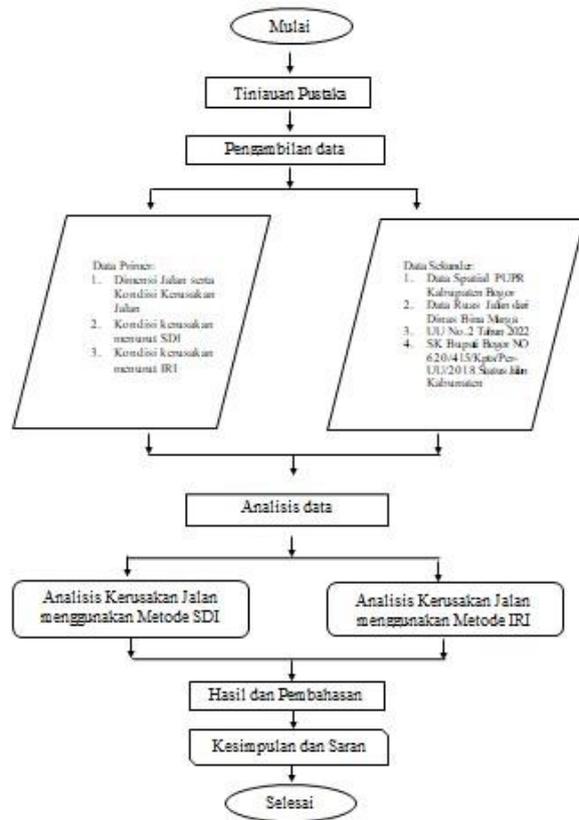
Data sekunder adalah data yang didapatkan dari orang atau pihak serta instansi terkait seperti Dinas Kabupaten Bogor, sebagai contoh data pada penelitian/publikasi pemerintahan atau pihak terkait lainnya seperti jurnal, buku dan lain – lain. Data sekunder pada penelitian ini adalah :

- Data Spasial Dinas PUPR Kabupaten Bogor
- Data ruas jalan dari Dinas Bina Marga
- UU No.2 Tahun 2022
- SK Bupati Bogor NO 620/415/Kpts/Per-UU/2018 Status Jalan Kabupaten

2.7 Analisis Data

Tahap analisis data dilakukan setelah data berhasil dikumpulkan selanjutnya data akan dicari nilai indeksnya sehingga bisa mengetahui nilai kerusakan permukaan jalan dari kedua metode tersebut, selanjutnya menempatkan Penanganan jalan yang mempunyai 4 klasifikasi berdasarkan nilai indeks dari hasil perhitungan metode SDI dan IRI berupa pemeliharaan rutin (nilai $IRI < 8 / SDI < 100$), pemeliharaan berkala (nilai $IRI < 12 / SDI < 150$), serta peningkatan/rekonstruksi (nilai $IRI > 12 / SDI > 150$).

2.6 Diagram Alir penelitian



Gambar 3 Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Berikut hasil pengamatan kondisi permukaan jalan menggunakan metode SDI yang telah dilaksanakan pada tanggal 21 Mei 2023 dan 22 Mei 2022 dengan mengukur lebar jalan, jumlah lajur, lebar retak, panjang retak, jumlah lubang, dan kedalaman alur seperti pada Tabel 3 dibawah ini:

Tabel 3 Data Hasil Pengamatan Metode SDI

Keterangan	1	2	3	4	5	6	7	8
Segmen	01+150-01+300	01+300-01+400	01+400-01+500	01+500-01+600	01+600-01+700	01+700-01+800	01+800-01+900	01+900-02.000
Lebar Jalan	4	4	4	4	4	4	4	4
Lajur	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2
Panjang Segmen	100	100	100	100	100	100	100	150
Lebar Retak	2 3	5 -	5 -	8 3	3 3	2 3	3 5	3 6
Panjang Retak	10.700 1.400	3500 -	6.800 -	1.000 5.000	4.000 1.800	4.600 1.900	4.700 3.100	1.100 1.000
Luas Retak	21,4 4,2	17,5 -	34 -	8 15	12 5	9,2 5,7	14,1 15,5	3,3 6
Luas Segmen	400 400	400 400	400 400	400 400	400 400	400 400	400 400	600 600
% Luas Retak	5,35% 1,05%	4,38% -	8,50% -	2,00% 3,75%	3% 1,35%	2,30% 1,43%	3,53% 3,88%	0,83% 1,50%
Total % Luas Retak	6,40%	4,38%	8,50%	5,75%	4,35%	3,73%	7,40%	2,33%
Jumlah Lubang	21	42	14	1	-	-	33	19
Rata-rata Kedalaman Rutting	30	-	40	-	50	30	40	35
Keterangan Satuan	mm							

3.1. Data Perhitungan Nilai Kondisi Jalan Metode SDI

Hasil pengumpulan data secara manual menggunakan metode SDI Segmen 1 – 8 dimulai dari STA 01+150 - 02+000 sepeti terlampir pada tabel diatas telah dapat dihitung sebagai berikut:

1. Segmen 1

- Menetapkan SDI 1 Berdasarkan Luas Retak

Nilai Persentase Luas Retak Pada Segmen 1

= 6,40%

< 10 %

SDI 1 = 5

- Menetapkan SDI 2 Berdasarkan Rata-Rata Lebar Retak :

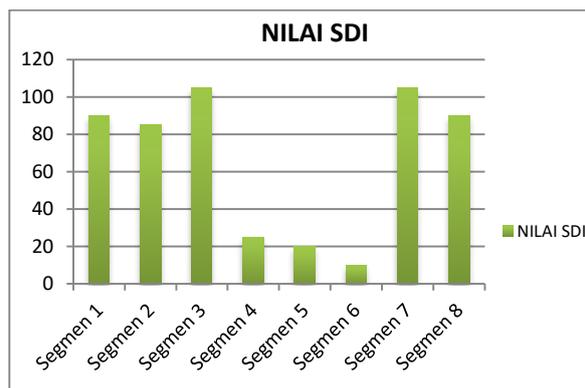
Nilai Lebar Retak Berada Pada Level Medium Medium = 1 - 3 mm

= 2,5

SDI 2 = 5

DOI : <https://doi.org/10.52158/jaceit.v4i2.566>

- c) Menetapkan SDI 3 Berdasarkan Jumlah Lubang :
 Jumlah Lubang = 21
 $SDI\ 3 = SDI\ 2 + 75$
 $SDI\ 3 = 5 + 75$
 $SDI\ 3 = 80$
- d) Menetapkan SDI 4 Berdasarkan Kedalaman Rutting :
 Rata-Rata Kedalaman Rutting = 30 mm
 Maka Nilai X = 2
 $SDI\ 4 = SDI\ 3 + 5 * X$
 $SDI\ 4 = 80 + 5 * 2$
 $SDI\ 4 = 90$



Gambar 4 Grafik Nilai SDI

Perhitungan dilanjutkan sampai dengan segmen 8 dengan nilai STA 02+000 menggunakan rumus perhitungan yang sama, maka dapat diketahui nilai SDI seperti Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4 Nilai SDI

No	Jarak STA	SDI 1	SDI 2	SDI 3	SDI 4	Kondisi
1	01+150 - 01+300	5	5	80	90	Sedang
2	01+300 - 01+400	5	10	85	85	Sedang
3	01+400 - 01+500	5	10	85	105	Rusak Ringan
4	01+500 - 01+600	5	10	25	25	Baik
5	01+600 - 01+700	5	5	0	20	Baik
6	01+700 - 01+800	5	5	0	10	Baik
7	01+800 - 01+900	5	10	85	105	Rusak Ringan
8	01+900 - 02+000	5	10	85	90	Sedang
Rata-rata Nilai SDI 4		66,25			Sedang	

Jenis kondisi permukaan jalan menentukan solusi penanganan jalan sampai pada taraf pemeliharaan jalan. Adapun jenis penanganan kondisi jalan bisa dilihat seperti Tabel 5 berikut:

Tabel 5 Nilai SDI dan Jenis Penanganannya

STA	SDI	Kondisi	Jenis Penanganan
01+150 - 01+300	90	Sedang	Pemeliharaan Rutin
01+300 - 01+400	85	Sedang	Pemeliharaan Rutin
01+400 - 01+500	105	Rusak Ringan	Pemeliharaan Berkala
01+500 - 01+600	25	Baik	Pemeliharaan Rutin
01+600 - 01+700	20	Baik	Pemeliharaan Rutin
01+700 - 01+800	10	Baik	Pemeliharaan Rutin
01+800 - 01+900	105	Rusak Ringan	Pemeliharaan Berkala
01+900 - 02+000	90	Sedang	Pemeliharaan Rutin

Hasil nilai Kondisi permukaan jalan menggunakan metode SDI pada ruas jalan Raya Ciherang – jalan Setu Kaum dapat diketahui bahwa nilai SDI yang diperoleh bervariasi sebagaimana tersaji pada Gambar 4 diatas.

3.2 Data Perhitungan Nilai Kondisi Jalan Metode IRI

Sebelum Pengamatan dilakukan dengan metode IRI menggunakan aplikasi Roadroid pada tanggal 28 Mei 2023 dan 29 Mei 2023 hal utama yang harus dipersiapkan adalah *Smartphone* yang mempunyai spek lebih tinggi dengan mengutamakan hal tersebut maka aplikasi *Roadroid* bisa digunakan dengan baik.

Tahapan berikutnya adalah diperlukannya alat transportasi berupa alat transportasi yaitu mobil dengan suspensi yang masih baik, serta *car holder* untuk meletakkan ponsel di atas *dashboard* mobil. Perpompa mobil yang digunakan sangat mempengaruhi hasil keakuratan data IRI yang dihasilkan.

Selain itu, adalah proses kalibrasi ponsel, langkah – langkah kalibrasi adalah dengan meletakkan ponsel pada dashboard dalam posisi stabil, berikut langkah – langkah kalibrasi aplikasi Road Roid pada ponsel :

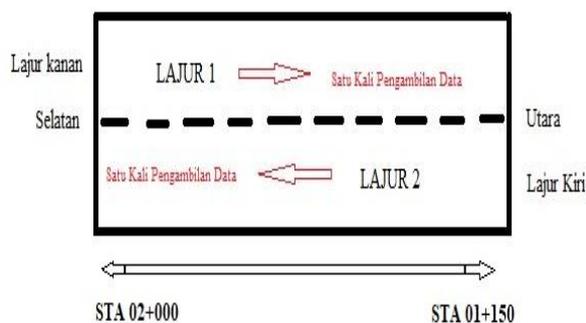
1. Klik ikon aplikasi Road Roid
2. Klik ok
3. Klik Fitting adjusment (lalu akan muncul nilai X,Y,Z dalam warna kuning, tunggu sampai seluruh nilai X,Y,Z berwarna hijau)
4. 4 Klik oke.

Aplikasi *Roadroid* dalam ponsel perlu diatur menyesuaikan kondisi medan jenis kendaraan yang akan digunakan ketika survey. Beberapa parameter yang diatur diantaranya adalah:

1. Email pribadi
2. Tipe ponsel
3. Tipe kendaraan
4. Sensitivitas cIRI
5. Panjang tiap segmen cIRI
6. Pengambilan foto otomatis
7. Batas minimum kecepatan kendaraan
8. Tombol polisi tidur dan
9. Orientasi ponsel.

Untuk mengambil data suatu ruas jalan, survey dimulai dari ujung pangkal ruas dan mulai pengambilan data dengan klik (*Start/stop sampling*), kemudian memberi nama ruas jalan tersebut dengan kode yang mudah dan terintegrasi dengan ruas jalan lain. Setelah itu, membiarkan Road Roid bekerja hingga ujung akhir ruas. Ketika sampai di ujung akhir ruas maka pengambilan data diberhentikan dengan klik (*Start/Stop Sampling*) sekali lagi. Data kondisi dan dokumentasi ruas jalan tersebut sudah tercatat dalam *devices*, dan *surveyor* bisa memulai survei untuk ruas lainnya dan begitu seterusnya. Data survei ini selanjutnya akan tersimpan di Internet dan dapat dicek dengan masuk ke alamat *roadroid.com*. Selanjutnya, login dengan user dan password *devices* untuk pengambilan data. Data yang dapat diperoleh dari survey ini adalah: KML File dan *Shape File* yang dapat di hasilkan pada aplikasi peta seperti *Geogle Earth*, dan *Google Map*. Data dalam bentuk *file (*.txt)* yang dapat di hasilkan untuk setiap ruas jalan dengan segmen 100 meter. Data tersebut berisi: penulis menggunakan beberapa metode untuk setiap parameter-parameter yang akan ditinjau di dalam penelitian ini [9]. Berikut adalah tahapan atau metode yang akan dilakukan penulis.

1. Waktu dan tanggal survei
2. Nama ruas jalan
3. Posisi GPS
4. KM/Jarak
5. Kecepatan
6. Perubahan *alinyemen vertikal* jalan
7. eIRI
8. cIRI



Gambar 5 Skema Arah Pergerakan Kendaraan Saat Survei Metode IRI

Dibawah ini adalah Hasil data pengamatan metode IRI dengan aplikasi *Roadroid* seperti pada Tabel 6, Tabel 7, dan Tabel 8 dapat dijadikan acuan untuk pembuatan grafik nilai eIRI yang ditunjukkan pada Gambar 6, Gambar 7 dan Gambar 8 serta penyajian gambar berbentuk peta bisa dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10 yang setiap ruas jalan terkoneksi dengan maps, sehingga memudahkan terlacaknya posisi suatu jalan yang mengalami kerusakan.

Tabel 6 Nilai IRI *Roadroid* pada Lajur 1 Ruas Jalan Raya Ciherang STA 01+150 – STA 02+000

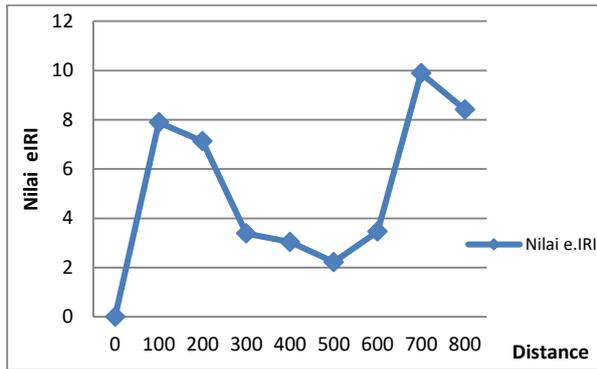
Distance	Speed	eIRI	Kondisi	cIRI
100	20,14	3,89	baik	8,35
200	26,18	7,93	Sedang	6,38
300	24,73	7,38	Sedang	5,92
400	23,16	3,04	Baik	2,15
500	31,54	2,22	Baik	2,55
600	40,38	3,46	Baik	4,91
700	35,91	9,89	Rusak Ringan	8,69
800	23,17	8,42	Rusak Ringan	9,68

Tabel 7 Nilai IRI *Roadroid* pada Lajur 2 Ruas Jalan Raya Ciherang STA 02+000 – STA 01+150

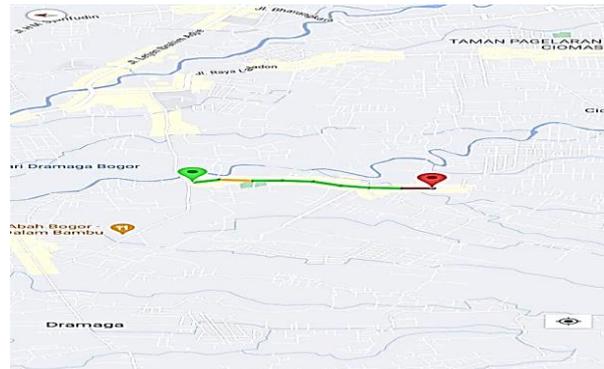
Distance	Speed	eIRI	Kondisi	cIRI
100	20,36	6,77	Sedang	2,56
200	34,88	7,84	Sedang	2,51
300	40,74	3,14	Baik	7,28
400	28,51	3,73	Baik	9,73
500	24,68	2,43	Baik	3,62
600	38,47	2,67	Baik	9,53
700	40,91	7,18	Sedang	5,77
800	27,73	3,92	Baik	6,83

Tabel 8 Nilai IRI rata-rata Lajur 1 dan Lajur 2

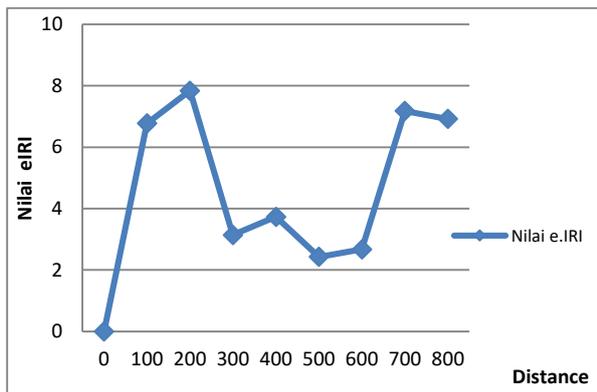
STA	IRI (m/km)	Kondisi	Jenis Penanganan
01+150 - 01+300	3,9	Baik	Pemeliharaan Rutin
01+300 - 01+400	7,55	Sedang	Pemeliharaan Rutin
01+400 - 01+500	5,02	Sedang	Pemeliharaan Rutin
01+500 - 01+600	2,73	Baik	Pemeliharaan Rutin
01+600 - 01+700	2,97	Baik	Pemeliharaan Rutin
01+700 - 01+800	3,3	Baik	Pemeliharaan Rutin
01+800 - 01+900	8,86	Rusak Ringan	Pemeliharaan Berkala
01+900 - 02+000	7,59	Sedang	Pemeliharaan Rutin



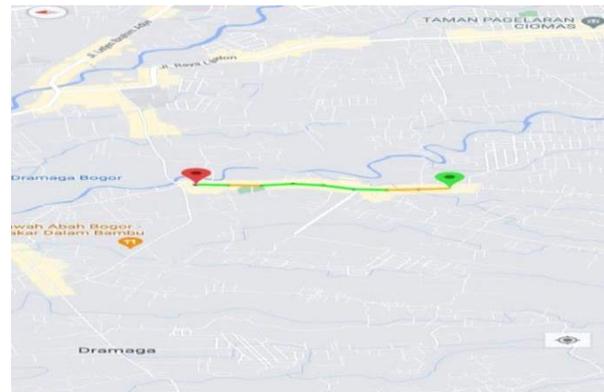
Gambar 6 Grafik Nilai IRI Roadroid pada Lajur 1



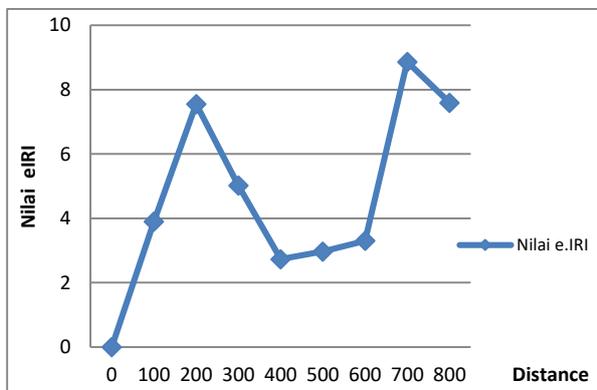
Gambar 9 Peta Kondisi Ruas Jalan Raya Ciharang Lajur 1



Gambar 7 Grafik Nilai IRI Roadroid pada Lajur 2



Gambar 10 Peta Kondisi Ruas Jalan Raya Ciharang Lajur 2



Gambar 8 Grafik Nilai Rata-Rata IRI Roadroid pada Lajur 1 dan 2

Hasil dari pengamatan dilapangan menggunakan metode IRI Roadroid yang telah diolah kedalam bentuk maps bisa dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10 dibawah ini, gambar pada peta tersebut terdapat tiga warna yang memiliki nilai kondisi ruas jalan berbeda. Warna hijau menggambarkan bahwa ruas jalan memiliki kondisi baik, warna kuning menggambarkan bahwa ruas jalan tersebut memiliki kondisi sedang, sedangkan warna merah menggambarkan bahwa kondisi ruas jalan rusak ringan, karena tidak terdapat warna hitam pada ruas jalan menandakan bahwa jalan tidak ada yang rusak berat.

3.3. Perbandingan Persentase Kondisi Jalan

Persentase perbandingan antara metode SDI yang dilakukan langsung secara visual dilapangan dan metode IRI menggunakan aplikasi Roadroid pada *smartphone* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 9 Perbandingan Nilai SDI dan IRI

Kondisi	Baik	Sedang	Rusak Ringan	Rusak Berat
SDI	50%	37.50%	12.50%	0%
IRI	37.50%	37.50%	25%	0%

Bisa dilihat dari Tabel 9 diatas, dapat diketahui bahwa nilai dengan metode SDI yang telah didapatkan sebesar 50% dalam kondisi baik, 37,50% dalam kondisi sedang dan 12,50% dalam kondisi rusak ringan serta 0% dalam dalam kondisi rusak berat. Sedangkan nilai metode IRI didapatkan 37,50% dalam kondisi baik, 37,50% dalam kondisi sedang, dan 25% dalam kondisi rusak, serta tidak ada rusak berat.

Secara keseluruhan bisa dilihat perbedaan hasil penilaian dengan menggunakan metode SDI dan IRI, persentase terbesar nilai SDI berada pada kondisi baik yaitu 50% sedangkan persentase terbesar pada nilai IRI berada pada kondisi baik dan sedang dengan nilai keduanya 37,50%. Dari kondisi jalan yang ditinjau

pada ruas Jalan Raya Ciherang memiliki Kondisi baik dan sedang Yang termasuk dalam Kondisi Pelayanan Mantap dan penanganannya dapat dilakukan berupa pemeliharaan rutin jalan [9].

4. Kesimpulan

Dalam Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa:

Dari hasil penilaian kondisi permukaan jalan menggunakan metode SDI pada jalan Raya Ciherang telah diketahui bahwa nilai SDI yang diperoleh yaitu 50% dalam kondisi baik, 37,50% dalam kondisi sedang dan 12,50% dalam kondisi rusak ringan, serta 0% dalam dalam kondisi rusak berat.

Hasil penilaian kondisi permukaan jalan menggunakan metode IRI pada jalan Raya Ciherang telah diketahui bahwa nilai IRI yang diperoleh yaitu 37.50% dalam kondisi baik, 37,50% dalam kondisi sedang dan 25% dalam kondisi rusak ringan, serta 0% dalam dalam kondisi rusak berat.

Penggunaan metode SDI yang telah dibandingkan dengan metode IRI menggunakan aplikasi *Roadroid* pada Smartphone hasilnya tidak jauh berbeda sehingga hasil penelitian ini juga bisa digunakan sebagai data awal oleh pihak pengelola jalan yang ingin melaksanakan penanganan terhadap kerusakan jalan.

Metode SDI dan IRI secara keseluruhan pada jalan Raya Ciherang bisa digunakan untuk gambaran awal mengenai kerusakan jalan sebagai referensi dalam melakukan pemeliharaan dan rehabilitasi jalan.

Ucapan Terimakasih

Pada kesempatan kali ini kami mengucapkan terimakasih kepada Universitas Ibn Khaldun yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian ini. Ucapan terimakasih juga kami ucapkan kepada seluruh pihak yang telah membantu.

Daftar Rujukan

- [1] Zulfikar, A., Arifin, T., Badaron, S. F., Haris, M., & Gecong, A. Analisa Penilaian dan Penanganan Kondisi Jalan Menggunakan Metode SDI, RCI dan IRI di Ruas Jalan Maros - Pangkep. *JILMATEKS*, Volume 1 Nomor 3, 2019.
- [2] Yastawan, I. N., Wedagama, D. M., & Ariawan, I. A. Penilaian Kondisi Jalan Menggunakan Metode SDI dan Inventarisasi dalam GIS di Kabupaten Klungkung. *Jurnal Spektran*, Vol 9 No 2 Hal 181-188, 2021.
- [3] Aptarila, G., Lubis, F., & Saleh, A. Analisa Kerusakan Jalan Metode SDI Taluk Kuantas – Batas Provinsi Sumatera Barat. *SIKLUS*, Vol 6 No 2 pp 195-203, 2020.
- [4] Anugrah, D. A. *Analisa Penilaian Kondisi Jalan Raya dengan Metode SDI dan PSI Studi Kasus :*

Duri Kecamatan Mandau. Universitas Islam Riau, 2021.

- [5] Annisa, A. N., Adha, D. R., Sinaga, D. A., Fasha, M. N., Perdhana, N. D., & Adiman, E. Y. Analisis Kerusakan Jalan Metode SDI dan IRI Ruas Jalan Bangau Sakti - Pekanbaru. *SIPILSains*, ISSN : 2088-2076, 2022.
- [6] Indonesia, P. R. Undang - Undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2022 Tentang Perubahan Kedua atas Undang - Undang Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan. Indonesia: Presiden Republik Indonesia, 2022.
- [7] Bina Marga, D. J. *Indonesia Integrated Road Management System. Kementerian Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga: Panduan Survei Kondisi Jalan*, 2011.
- [8] Renata, Bagas Deo. Evaluasi Kemantapan Permukaan Jalan Berdasarkan International Roughness Index (IRI) dan Surface Distress Index (SDI) Studi Kasus: Jalan Trans Sulawesi Kayumalue Pajeko. *Diss. Universitas Tadulako*, 2023.
- [9] Purnama, A., Nainggolan, T., & Imananto, E. *Analisa Kerusakan Jalan Dengan Metode SDI dan IRI Serta Penanganannya Dengan Lendutan Manual Desain Perkerasan Jalan*. 2017.



Analisis Indeks Kepuasan Pengguna Terhadap Manajemen Pemeliharaan Bangunan Gedung

Candra Wira Adikusuma¹, Anik Ratnaningsih^{2*}, Jojok W. Soetjipto³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Universitas Jember

¹candrawira77@gmail.com, ²ratnaningsihanik@gmail.com*, ³jojok.teknik@unej.ac.id

Abstract

Chemistry Building "A" Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Jember is a building used as a research laboratory. Chemistry Building "A" Faculty of Mathematics and Natural Sciences was established in 1991, so it has been operating for \pm 31 years. It is important to have maintenance operational management to support the quality of the building so that it is fit for use. This study aims to determine the factors of user complaints, analyze the value of the user satisfaction index using the Customer Satisfaction Index (CSI) method, and determine strategies to increase the value of the user satisfaction index. Sampling technique with Slovin method. The population of building users is 190 people with a sample of 66 people. Data collection techniques with questionnaires. The data analysis technique is the formulation of the user's perception of the maintenance of the Chemistry "A" Building, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Jember. Based on the results and discussion, the Chemistry Building "A" Faculty of Mathematics and Natural Sciences has a Building Condition Index (IKB) value of 78.05% with a description of a good condition and a Customer Satisfaction Index (CSI) value of 66.19% with a fairly satisfied description. Based on the Cartesian diagram of the four quadrants of the Importance Performance Analysis (IPA) method, it was known that 5 variables in quadrant one mean the main priority for improvement. The strategy for increasing the value of the user satisfaction index was by making improvements to the components included in quadrant one, so that it can be said to be very satisfied based on the level of satisfaction with a value of $>$ 80%.

Keywords: Satisfaction Index, Maintenance, Building

Abstrak

Gedung Kimia A Fakultas MIPA Universitas Jember merupakan bangunan yang dipergunakan sebagai laboratorium penelitian. Gedung Kimia A Fakultas MIPA berdiri pada tahun 1991, sehingga telah beroperasi selama \pm 31 tahun. Penting adanya manajemen operasional pemeliharaan untuk menunjang kualitas bangunan gedung sehingga layak pakai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor keluhan pengguna, menganalisis nilai indeks kepuasan pengguna dengan metode Customer Satisfaction Index (CSI), dan menentukan strategi peningkatan nilai indeks kepuasan pengguna. Teknik pengambilan sampel dengan metode slovin. Populasi pengguna gedung sebesar 190 orang dengan sampel 66 orang. Teknik pengumpulan data dengan kuesioner. Teknik analisa data adalah rumusan persepsi pengguna terhadap pemeliharaan Gedung Kimia A Fakultas MIPA Universitas Jember. Berdasarkan hasil dan pembahasan, Gedung Kimia A Fakultas MIPA memiliki nilai Indeks Kondisi Bangunan (IKB) sebesar 78,05 % dengan deskripsi kondisi masih baik, dan nilai Customer Satisfaction Index (CSI) sebesar 66,19 % dengan deskripsi cukup puas. Berdasarkan diagram kartesius empat kuadran metode Importance Performance Analysis (IPA), diketahui 5 variabel pada kuadran satu yang berarti prioritas utama perbaikan. Strategi peningkatan nilai indeks kepuasan pengguna dengan dilakukan perbaikan pada komponen yang termasuk kedalam kuadran satu, sehingga dapat dikatakan sangat puas berdasarkan tingkat kepuasan dengan nilai sebesar $>$ 80 %.

Kata kunci: Indeks Kepuasan, Pemeliharaan, Bangunan Gedung.

Diterima Redaksi : 28-07-2023 | Selesai Revisi : 23-08-2023 | Diterbitkan Online : 01-12-2023

1. Pendahuluan

Pembangunan gedung untuk penunjang aktivitas manusia dari waktu ke waktu semakin berkembang. Nilai fungsi suatu gedung tergantung pada kebutuhan pengguna fasilitas gedung. Tingkat kepuasan pengguna pada saat ini menjadi tolak ukur nilai fungsi atau

keandalan sebuah bangunan gedung. Adanya prediksi kepuasan pengguna akan membantu manajemen meningkatkan kepuasan pengguna gedung tersebut. Pemeliharaan bangunan gedung adalah kegiatan menjaga keandalan gedung beserta sarana dan prasarananya agar bangunan gedung selalu layak fungsi [1]. Manajemen pemeliharaan bangunan gedung pada



dasarnya juga tergantung dari fungsi bangunan gedung tersebut, sebagai contoh fasilitas umum atau bangunan pribadi. Kepuasan pelanggan adalah tingkat perasaan seseorang setelah membandingkannya kinerja yang di persiapkannya dengan harapannya [2].

Permasalahan yang muncul terutama terhadap bangunan yang sudah tua adalah kualitas dan kenyamanan, dalam hal ini gedung sudah memadai dan sesuai keperluan dengan mengintegrasikan kualitas dan kenyamanan. Kualitas dan kenyamanan diukur melalui indikator *user*. *User* disini adalah pengguna gedung. Kualitas dan kenyamanan dapat diidentifikasi melalui kepuasan *user*, khususnya adalah manusia yang sudah menggunakan fasilitas sesuai kebutuhan pendidikan. Hal ini dikarenakan mahasiswa yang terlibat dalam keberlangsungan penggunaan fasilitas dalam gedung. Kontrol kepuasan *user* dalam hal ini diperlukan terhadap kenyamanan dan kualitas mutu fasilitas bangunan gedung yang bertujuan untuk kesesuaian antara fungsi dan keperluan dari setiap komponen.

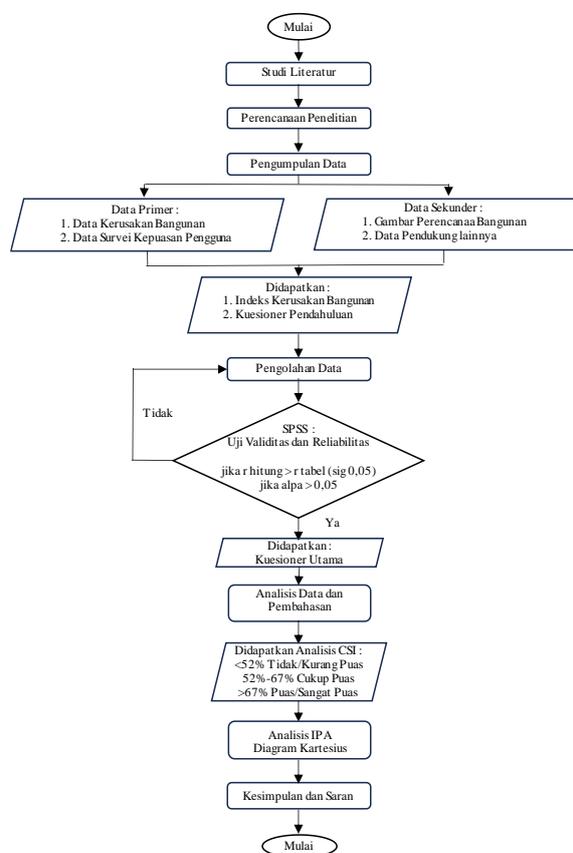
Customer Satisfaction Index (CSI) atau indeks kepuasan pelanggan/pengguna jasa digunakan untuk mengetahui tingkat kepuasan pengguna jasa secara menyeluruh dengan melihat tingkat kinerja dan tingkat kepentingan/harapan dari atribut-atribut jasa pelayanan [3]. Metode CSI merupakan metode yang dapat memuat harapan user untuk perbaikan gedung. Metode *Importance Performance Analysis* (IPA) atau analisis tingkat kepentingan dan kinerja menurut persepsi pengguna jasa, menggabungkan pengukuran faktor tingkat kepentingan dan tingkat kepuasan dalam grafik dua dimensi yang memudahkan penjelasan data dan mendapatkan usulan praktis [3]. Kedua metode Analisis ini dipandang mampu untuk merumuskan persepsi *user* terhadap manajemen operasional pemeliharaan di setiap gedung.

Gedung Kimia A Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember yang dibangun sejak tahun 1991, dan masih digunakan sebagai fasilitas untuk penelitian sampai saat penyusunan penelitian ini. Gedung Kimia A Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) saat ini sudah berumur ± 31 tahun. Pemakaian gedung yang cukup lama ini pastinya menimbulkan kerusakan pada komponen bangunan, sehingga diperlukannya manajemen operasional dan pemeliharaan bangunan Gedung Kimia A Fakultas MIPA Universitas Jember.

Berdasarkan akar permasalahan tersebut, dalam penelitian ini membahas apakah pengguna fasilitas dari Gedung Kimia A Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) telah merasa puas terhadap kualitas dan kenyamanan dari fasilitas gedung. Oleh karena itu, tema penelitian yang akan dibahas adalah “Analisis Indeks Kepuasan Pengguna Jasa Terhadap Penerapan Manajemen Operasional dan Pemeliharaan

Gedung Kimia A Fakultas MIPA Universitas Jember Menggunakan Metode Indeks”.

2. Metode Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1. Kerusakan Bangunan

Kerusakan bangunan merupakan tidak berfungsinya suatu bangunan atau komponen akibat penyusutan/berakhirnya umur bangunan, atau akibat ulah dari segala perbuatan ataupun aktivitas manusia, perilaku alam seperti beban bangunan yang berlebihan, kebakaran, gempa bumi, atau sebab lain-lain yang sejenis [4].

Intensitas kerusakan bangunan digolongkan menjadi 3 kategori tingkat kerusakan [5], yaitu:

1. Kerusakan Ringan
Kerusakan pada komponen non-struktural seperti penutup atap, langit-langit, penutup lantai dan dinding pengisi.
2. Kerusakan Sedang
Kerusakan pada sebagian komponen non-struktural seperti kerusakan struktur atap, lantai, dll.
3. Kerusakan Berat
Kerusakan pada sebagian besar komponen bangunan yang meliputi struktural maupun non-struktural.

2.2. Komponen Pemeliharaan Bangunan

Pemeliharaan bangunan demi mendapatkan hasil yang terbaik, bangunan memerlukan perawatan yang cermat pada seluruh bagian bangunan, dan metode perawatan yang telah ditentukan ini dirancang agar bangunan lebih nyaman dan fasilitas yang digunakan tetap dalam kondisi baik [10]. Klasifikasi pemeliharaan menurut bidang komponen bangunan [8] pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen Pemeliharaan [10]

Komponen Pemeliharaan Bangunan		
Struktur	Arsitektur	Utilitas
Kolom	Dinding	Instalasi Listrik
Balok	Atap Pelapis Lantai Kusen Pintu dan Jendela Penutup Langit-langit	Instalasi Air Alat-alat Sanitasi

2.3. Indeks Kondisi Bangunan

Nilai indeks kondisi ini mempunyai skala antara 0 (nol) hingga 100 (seratus), yang menggambarkan tingkat kondisi bangunan. Indeks kondisi bernilai nol berarti bangunan sudah tidak berfungsi dan seratus untuk bangunan yang masih dalam kondisi baik sekali. Nilai Indeks Kondisi tersebut dapat digunakan sebagai acuan dalam penanganan bangunan. mendasari perlu diadakan kegiatan pemeliharaan bangunan secara konsisten [4].

Tabel 2. Skala Indeks Kondisi

Zone	Indeks Kondisi	Uraian Kondisi	Tindakan Penanganan
1.	85 – 100	Baik sekali : Tidak terlihat kerusakan	Tindakan segera masih diperlukan
	70 - 80	Baik : Hanya terjadi detioriasi atau kerusakan kecil	
2.	55 – 69	Sedang : Mulai terjadi detioriasi atau kerusakan Namun tidak mempengaruhi fungsi struktur bangunan secara keseluruhan	Perlu dibuat analisis alternatif perbaikan untuk menetapkan tindakan yang sesuai/tepat
	40 – 54	Cukup : Terjadi detioriasi atau kerusakan tetapi bangunan masih cukup berfungsi	
3.	25 – 39	Buruk : Terjadi kerusakan yang cukup sehingga fungsi bangunan terganggu	Evaluasi secara detail diperlukan untuk menentukan tindakan repair, rehabilitasi,
	10 – 24	Sangat Buruk : Kerusakan parah	

Zone	Indeks Kondisi	Uraian Kondisi	Tindakan Penanganan
		dan bangunan hampir tidak berfungsi	dan rekontruksi, selain diperlukan evaluasi untuk keamanan
	0 – 9	Runtuh : Pada Komponen utama bangunan terjadi keruntuhan	

2.4. Pengukuran Kepuasan

2.4.1 Metode *Customer Satisfaction Index* (CSI)

Customer Satisfaction Index (CSI) adalah pengukuran yang digunakan untuk menentukan tingkat kepuasan pengguna secara keseluruhan dengan menggunakan pendekatan yang mempertimbangkan pentingnya atribut produk yang diukur [9]. Penerapan metode CSI, dalam bentuk kuesioner yang diisi oleh responden dan menghasilkan data berupa tingkat kepuasan yang telah dicapai. Ada empat langkah menghitung CSI :

1. Menentukan *Mean Importance Score* (MIS) dan *Mean Satisfaction Score* (MSS). Nilai ini didasarkan pada rata-rata tingkat kepentingan dan kinerja tiap responden.
2. Membuat *weight factor* (WF), bobot ini merupakan persentase nilai MIS per atribut terhadap total MIS keseluruhan atribut.
3. Membuat *weighting Score*, dengan perkalian antara *Weighting Factor* (WF) dengan rata-rata tingkat kepuasan (*Mean Satisfaction Score*=MSS)
4. Menentukan CSI. Skala kepuasan konsumen yang umum dipakai dalam interpretasi indek adalah skala nol sampai satu atau nol sampai seratus.

$$CSI = \frac{\sum_{i=1}^n WSI}{5} \times 100\% \quad (1)$$

Tabel 3. Skala Nilai CSI

No	Penjelasan	Skala Nilai Peringkat
1.	Tidak Puas	20%-35%
2.	Kurang Puas	36%-51%
3.	Cukup Puas	52%-67%
4.	Puas	68%-83%
5.	Sangat Puas	84%-100%

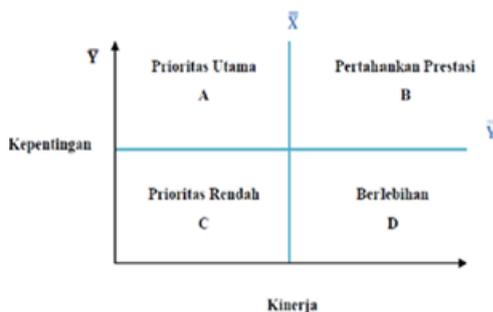
2.4.2 Metode *Importance Performance Analysis* (IPA)

Metode *Importance Performance Analysis* (IPA) bertujuan untuk mengukur hubungan antara persepsi konsumen dengan prioritas perbaikan kualitas produk / jasa yang dikenal sebagai quadrant analysis [6]. *Importance Performance Analysis* digunakan untuk memetakan hubungan antara kepentingan dengan kinerja dari masing-masing atribut dan kesenjangan antara kinerja dengan harapan dari atribut-atribut tersebut.

Fungsi utama IPA adalah untuk menampilkan informasi tentang faktor pelayanan yang menurut konsumen berdampak tinggi terhadap kepuasan dan loyalitasnya, dan tentang faktor pelayanan yang menurut konsumen perlu ditingkatkan karena pada saat ini kurang memuaskan [9].

Tahapan dalam metode *Importance Performance Analysis* adalah berikut [5] :

1. Berdasarkan hasil penilaian tingkat kepentingan dan hasil penilaian kinerja, ditentukan tingkat kesesuaian antara tingkat kepentingan dan tingkat kinerja. Kesesuaian adalah hasil dari perbandingan skor kinerja/ pelaksanaan dengan skor kepentingan. Tingkat kesesuaian ini menentukan urutan peningkatan factor - faktor yang mempengaruhi kepuasan. X merupakan tingkat kinerja owner sedangkan Y merupakan tingkat pentingnya.
2. Pada sumbu mendatar (X) adalah skor tingkat pelaksanaan sedangkan sumbu tegaknya akan diisi oleh skor tingkat kepentingan.
3. Melakukan pemetaan ke dalam diagram kartesius. Diagram kartesius adalah suatu bangun yang dibagi menjadi empat bagian yang dibatasi oleh dua buah garis berpotongan lurus yang merupakan rata-rata skor tingkat kinerja dan rata - rata dari skor tingkat kepentingan yang mempengaruhi kepuasan. Selanjutnya tingkat unsur-unsur tersebut akan dijabarkan dan dibagi menjadi empat bagian dalam diagram kartesius seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2. Konsep Diagram Kartesius Importance Performance Analysis (IPA) [9]

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Indeks Kondisi Bangunan (IKB)

Perhitungan nilai indeks kondisi pada masing-masing elemen dengan melakukan pengurangan nilai awal terhadap nilai kerusakan yang dikalikan factor koreksi mendapatkan nilai Indeks Kondisi Elemen (IKE) [8].

Perhitungan nilai Indeks Kondisi Sub Komponen (IKSK) dengan perkalian interval Indeks Kondisi Elemen (IKE) dan bobot elemen [2]. Penggunaan interval kerusakan dibagi menjadi 4 kategori dari rusak ringan, rusak sedang, rusak berat, tidak layak fungsi [2].

Perhitungan nilai Indeks Kondisi Komponen (IKK) berdasarkan jumlah perkalian antara nilai Indeks

Kondisi Sub Komponen (IKSK) dengan bobot sub komponen [7].

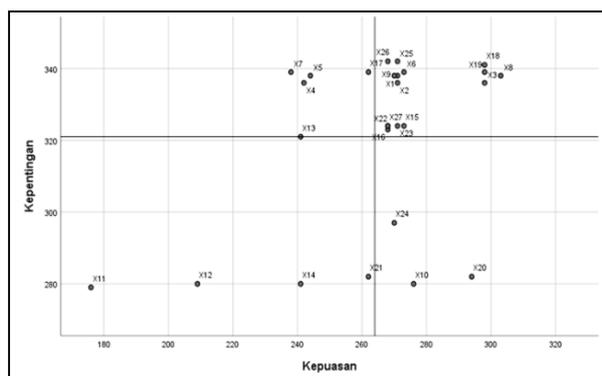
Perhitungan nilai Indeks Kondisi Bangunan (IKB) merupakan jumlah hasil perkalian nilai Indeks Kondisi Komponen (IKK) dengan bobot komponen dari keseluruhan komponen [5].

Hasil perhitungan nilai Indeks Kondisi Bangunan (IKB) sebesar 77,93 %. Nilai Indeks Kondisi Bangunan (IKB) sebesar 77,93 % tergolong dalam zona 1 dengan nilai indeks kondisi 70-80 dengan uraian kondisi Baik, hanya terjadi detiorisasi atau kerusakan kecil. Nilai Indeks Kondisi Bangunan (IKB) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Indeks Kondisi Bangunan

Elemen	Sub Komponen	Komponen	IKK	Bobot Komponen	IKB
Kolom Balok	Struktur	Struktur	100,00	0,57	
Dinding	Dinding				
Warna Dinding					
Langit-langit plafon	Plafon				
Warna Langit-langit plafon					
Pintu	Pintu				
Pegangan Pintu					
Engsel Pintu					
Kusen Pintu					
Warna Kusen Pintu					
Jendela / Ventilasi		Arsitektur	17,76	0,10	
Kusen Jendela / Ventilasi	Jendela				77,93
Warna Kusen Jendela / Ventilasi					
Kaca Jendela / Ventilasi					
Keramik Lantai	Keramik				
Warna Keramik Lantai					
Keramik Dinding					
Tangga	Tangga				
Saklar					
Lampu					
Kran Air	MEP	MEP	58,47	0,33	
Wastafel					
Stopkontak					
Floor Drain					

Pemetaan skala prioritas menggunakan metode *Importance Performance Analysis* (IPA) dengan menentukan tingkat kesesuaian dari setiap variable berdasarkan hasil penilaian tingkat kepentingan dan tingkat kepuasan dari masing-masing elemen yang dibagi menjadi 4 kuadran, didapatkan 5 variabel dalam Kuadran 1, 15 variabel dalam kuadran 2, 4 variabel dalam kuadran 3, 3 variabel dalam kuadran 4. Skala prioritas perbaikan tertinggi terdapat pada kuadran 1 yaitu elemen.



Gambar 3. Diagram Kartesius

3.3 Strategi Peningkatan Kepuasan

Strategi peningkatan kepuasan direncanakan berdasarkan hasil analisis skala prioritas perbaikan menggunakan metode *Importance Performance Analisis* (IPA). Skala prioritas berdasarkan hasil analisis IPA ada 5 elemen yang termasuk kedalam skala prioritas tinggi untuk diperbaiki. Pembuktian peningkatan nilai indeks kepuasan pengguna adalah dengan meningkatkan nilai kepuasan pengguna pada ke lima elemen yang termasuk skala prioritas tinggi dan menganalisa menggunakan metode *Customer Satisfaction Index* (CSI). Hasil dari analisis peningkatan nilai indeks kepuasan pengguna setelah adanya perbaikan pada elemen yang termasuk skala prioritas perbaikan tinggi, dapat meningkatkan nilai indeks kepuasan pengguna menjadi >80% dengan kategori “Sangat Puas”.

4. Kesimpulan

Dari beberapa hasil dan pembahasan korelasi indeks kondisi bangunan dengan kepuasan pengguna diketahui faktor yang menjadi keluhan pengguna adalah kerusakan yang terjadi pada komponen arsitektur dan komponen MEP, dan hasil dari metode *Customer Satisfaction Index* (CSI) dengan tingkat kepuasan pengguna sebesar 66,19%. Pemetaan skala prioritas dalam diagram kartesius dengan metode *Importance Performance Analisis* (IPA) didapatkan 5 variabel dengan prioritas perbaikan tertinggi yang termasuk ke dalam kuadran 1. Strategi yang dilakukan untuk meningkatkan nilai

indeks kepuasan pengguna adalah melakukan perbaikan berdasarkan skala prioritas yaitu pada warna dinding, penggantian pintu, perbaikan pada langit-langit/plafon, penggantian saklar lampu. Strategi tersebut dianggap mampu meningkatkan nilai indeks kepuasan pengguna hingga >80% dengan kategori “Sangat Puas” dibuktikan dengan analisis metode *Customer Satisfaction Index* (CSI).

Ucapan Terima kasih

Ucapan terima kasih sebesar-besarnya dari penulis disampaikan untuk Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember yang memberikan bantuan dan fasilitas dalam mengerjakan penelitian ini.

Daftar Rujukan

- [1] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Tahun 2010. Tentang Pemeliharaan Bangunan Gedung Nomer 16/PRT/M/2010. Jakarta. 2010.
- [2] Kusnadi, E. Sistem Pendukung Keputusan Pemeliharaan Bangunan Sekolah Negeri. *Tesis. Surakarta: Program Pascasarjana Teknik Rehabilitasi Pemeliharaan Bangunan Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta*. 2011.
- [3] Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Indonesia Nomor 14 Tahun 2017. *Pedoman Penyusunan Survei Kepuasan Masyarakat Unit Penyelenggara Pelayanan*. 09 Mei 2017. Jakarta. 2017.
- [4] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 16 Tahun 2010. *Pedoman Teknis Pemeriksaan Berkala Bangunan Gedung*. 3 Desember 2010. 16/PRT/M/2010. Jakarta. 2010.
- [5] ALIM, D. R. M. Analisis Korelasi Kerusakan Bangunan Terhadap Tingkat Kepuasan Pengguna Gedung Rusunawa Putra Universitas Jember (*Doctoral dissertation, Fakultas Teknik*).
- [6] Adriansyah, A., & Trikomara, R. Estimasi Biaya Pemeliharaan Bangunan Berdasarkan Pedoman Pemeliharaan Dan Perawatan Bangunan Gedung (Permen Nomor: 24/PRT/M/2008) (Studi Kasus Bangunan Masjid Islamic Center Bangkinang) (*Doctoral dissertation, Riau University*). 2014.
- [7] Ismanto, I., Harimurti, H., & Zaika, Y. Penentuan Prioritas Kegiatan Perawatan Bangunan Gedung Sekolah Negeri Di Kota Blitar. *Rekayasa Sipil*, 11(3), 236-244. 2017.
- [8] Arifin, B. A. “Evaluasi Sistem Manajemen Aset Bangunan Gedung Menggunakan Penilaian Indeks Kondisi Bangunan Pada Komponen Arsitektural Dan Struktural (Studi Kasus : Gedung Fakultas Ilmu Sosial Dan Ilmu Politik Universitas Jember)”. 2020.
- [9] Mohammad R. Khadafya, Muttaqin Muttaqinb, Anita Raunanac. “Identifikasi Faktor Kinerja Kontraktor Yang Paling Berpengaruh Terhadap Kepuasan Stakeholders Di Dinas Cipta Karya Aceh”. 2019.
- [10] Usman, K., & Winandi, R. Kajian Manajemen Pemeliharaan Gedung (Building Maintenance) Di Universitas Lampung. *Rekayasa: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Lampung*, 13(2), 157-166. 2009.

JACEIT

