

ANALISIS PEMETAAN KENYAMANAN JALAN BERDASARKAN INTERNATIONAL ROUGHNESS INDEX (IRI) UNTUK KENDARAAN RODA EMPAT KECAMATAN TEMBALANG, KOTA SEMARANG

Rendy Dwi Pangesti ^{1*}, Dianita Ratna Kusumastuti ¹⁾, Roselina Rahmawati ¹⁾, Rifqi Aulia Abdillah ¹⁾

¹⁾ Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof Soedarto, S.H., Tembalang, Kota Semarang 50275
*E-mail: rendy.dwi@polines.ac.id

ABSTRACT

Assessment using the International Roughness Index (IRI) is an important indicator in evaluating the quality of road surfaces, which affects the comfort and safety of users. This study aims to map road conditions in Tembalang District, Semarang City, using the IRI value as a reference for determining maintenance budget needs. IRI data was collected using the RoadLabPro application on a smartphone installed in a four-wheeled vehicle, with measurements taken on various roads in Tembalang District to obtain a representation of overall road conditions. The collected data were analyzed using Microsoft Excel to classify road conditions into categories of Good ($IRI \leq 4.0$), Moderate ($4.1 \leq IRI \leq 8.0$), Lightly Damaged ($8.1 \leq IRI \leq 12$), and Severely Damaged ($IRI \geq 12$). The analysis results show that 80.65% of the road sections are in good condition, with an average IRI of 2.98 m/km, while the other 19.35% are in moderate condition with an average IRI of 4.32 m/km. Mapping data using QGIS facilitates the identification of areas that require further maintenance. The results of this study are expected to support more appropriate decision-making regarding road maintenance planning and budgeting in Tembalang District.

Keyword: International Roughness Index (IRI), Road Condition, Maintenance Budget.

PENDAHULUAN

Penilaian Internasional Roughness Indeks (IRI) merupakan komponen yang penting dalam tahapan evaluasi kualitas permukaan jalan. IRI berfungsi sebagai salah satu indikator yang menentukan kenyamanan berkendara, dimana kenyamanan tersebut berpengaruh terhadap keselamatan dan kepuasan pengguna jalan. Dengan penggunaan mengenai IRI yang baik dan efisien, pengelola dan pemeliharaan jalan dapat dirancang strategi yang lebih efisien dan pengalokasian sumber daya keuangan pemeliharaan yang tepat. Nilai IRI yang rendah menunjukkan kondisi jalan yang baik dan nyaman, sedangkan nilai tinggi menunjukkan bahwa ketidakrataan jalan yang dapat menimbulkan risiko bagi keselamatan pengemudi serta

mempercepat kerusakan di perkerasan jalan apabila tidak segera dipelihara.

Spesifikasi dan praktik penggunaan IRI bervariasi di berbagai negara, beberapa dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti jenis permukaan jalan, kategori fungsional jalan, batas kecepatan pengguna, jenis konstruksi yang digunakan, dan rata-rata lalu lintas harian (AADT), Múčka, P. (2017). Di negara-negara non AS, banyak yang berdasarkan kategori fungsional jalan dan AADT, sementara di negara bagian AS berdasarkan spesifikasi jenis konstruksi jalan dan batas kecepatan. Hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat pendekatan yang berbeda dalam menetapkan standar untuk mengukur kekerasan jalan, yang dapat mempengaruhi kebijakan dan praktik pemeliharaan.

Pengambilan nilai IRI terdapat beberapa teknik dan metode yang dapat digunakan. Sistem yang terbaru menggunakan sistem berbasis crowdsourcing smartphone yang memanfaatkan sensor akselerometer dan GPS yang ada di dalam smartphone tersebut. Sistem ini memungkinkan perhitungan IRI dengan akurasi yang baik dan aksesibilitas yang tinggi bagi pengguna jalan, sehingga dapat digunakan secara luas dalam pengumpulan data., Mirtabar (2020). Sistem pengambilan data IRI menggunakan smartphone ini memberikan keuntungan biaya yang rendah dan kemudahan operasional, menjadikannya pilihan yang tepat digunakan dalam pengambilan data. Selain itu, metode tradisional menggunakan profiler inersia masih umum digunakan, terutama dalam proyek rehabilitasi jalan perkotaan, di mana kebutuhan untuk akurasi tinggi sangat penting. *Inertial profilers* adalah alat yang digunakan untuk mengukur kekasaran permukaan jalan dengan akurasi tinggi berdasarkan prinsip fisika inersia, dan metode ini masih banyak digunakan dalam proyek rehabilitasi jalan perkotaan meskipun ada teknologi baru yang lebih murah, Chen (2020).

Penggunaan IRI memiliki keterbatasan, karena IRI tidak bisa membedakan profil jalan yang memiliki karakteristik jalan, termasuk jenis perkerasan serta lebar jalan, mengingat nilai IRI hanya berupa angka tunggal, Kropác (2005). Dalam hal ini, penilaian nilai IRI harus dicari seperti standar deviasi sehingga penilaian nilai IRI bisa lebih detail. Untuk mengatasi keterbatasan ini, penggunaan Discrete Roughness Index (DRI) atau indeks yang dirancang untuk mengukur kekasaran jalan di lokasi-lokasi tertentu, dengan kemampuan menyesuaikan pengukuran berdasarkan variasi kecepatan kendaraan,

sehingga memungkinkan analisis kekasaran jalan yang lebih detail dibandingkan dengan IRI, Alvarez (2018).

Pengambilan nilai IRI saat ini telah berkembang dengan metode seperti multiple linear regression and artificial neural networks (ANNs), dimana regresi linier menghubungkan variabel jalan dengan nilai IRI secara linier, sementara ANNs menangkap pola kompleks untuk hasil prediksi kekasaran jalan yang lebih akurat. Metode tersebut menunjukkan akurasi lebih tinggi daripada metode tradisional, Abdelaziz (2020). Selain itu ada yang lain berupa Hybrid models combining adaptive network-based fuzzy inference systems (ANFIS) with meta-heuristic optimizations dimana Hybrid models yang menggabungkan ANFIS dengan optimasi meta-heuristic meningkatkan akurasi prediksi, dengan ANFIS menangani data ambigu dan optimasi meta-heuristic mencari parameter terbaik untuk hasil prediksi yang lebih akurat, terutama dalam analisis kondisi jalan Luo, (2022). Pengembangan model-model ini merupakan langkah penting dalam meningkatkan kemampuan prediksi IRI dan memperbaiki sistem manajemen pemeliharaan jalan.

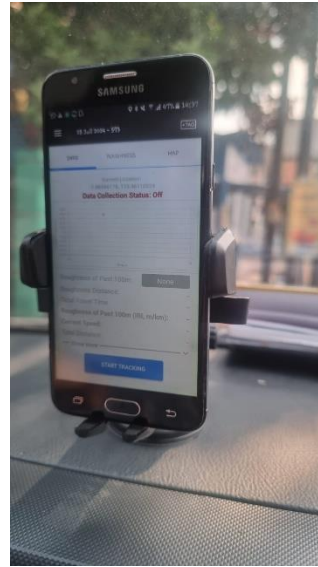
Dalam penelitian Kecamatan Tembalang, Kota Semarang dipilih sebagai lokasi studi. Pemilihan Kecamatan Tembalang didasarkan pada pertimbangan bahwa kawasan ini merupakan area yang sedang berkembang pesat, dengan pertumbuhan jumlah kendaraan dan aktivitas ekonomi yang signifikan. Kondisi ini membuat evaluasi kualitas jalan menjadi sangat penting untuk memastikan keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan. Selain itu, Tembalang memiliki variasi tipe jalan yang cukup beragam, sehingga memberikan data yang relevan untuk

analisis IRI. Pengukuran IRI di lokasi ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai kondisi jalan yang ada dan membantu dalam perencanaan pemeliharaan yang lebih efektif.

Dari latar belakang diatas penelitian ini memiliki tujuan untuk memetakan kenyamanan jalan menggunakan IRI dengan kendaraan roda empat. Melalui pengukuran IRI di lokasi-lokasi strategis di Kecamatan Tembalang, diharapkan dapat diperoleh data yang akurat mengenai kondisi jalan serta rekomendasi untuk perbaikan dan pemeliharaan yang lebih efektif berdasarkan hasil analisis IRI yang diperoleh. Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada peningkatan kualitas infrastruktur jalan di daerah tersebut, memberikan informasi yang berguna bagi pengambil keputusan dalam manajemen pemeliharaan jalan, serta mendukung upaya peningkatan kenyamanan berkendara bagi pengguna jalan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dimulai dengan menyiapkan daftar ruas jalan yang diperoleh dari data sekunder yaitu dari Keputusan Walikota Semarang Nomor 621/97272016, selanjutnya smartphone disiapkan yang telah terinstal aplikasi RoadLabPro serta kendaraan roda empat sebagai alat transportasi dalam proses pengambilan data. Aplikasi RoadLabPro pada smartphone berfungsi untuk merekam nilai IRI di sepanjang jalan yang dilalui. Smartphone dipasang pada holder yang stabil di dalam kendaraan agar data yang dikumpulkan memiliki akurasi yang tinggi dengan meminimalkan gangguan akibat getaran atau pergerakan yang tidak diinginkan selama perjalanan. Pemasangan smartphone di holder disajikan di Gambar 1.



Gambar 1. Pemasangan Smartphone

Pengambilan data dilakukan di Kecamatan Tembalang, Kota Semarang, yang dipilih karena merupakan area dengan beragam jenis jalan dan kondisi lalu lintas yang bervariasi, sehingga memberikan gambaran yang beragam. Rute yang dipilih mencakup ruas-ruas jalan utama dan jalan lingkungan yang sering dilalui oleh kendaraan roda empat dan roda dua. Dengan cara ini, data yang diperoleh diharapkan dapat memberikan informasi yang berguna mengenai kondisi jalan secara keseluruhan.

Pengumpulan data dilakukan dengan mengendarai kendaraan roda empat melintasi ruas-ruas jalan yang diteliti, dimulai dari input nomor dan ruas jalan setelah itu aplikasi RoadLabPro merekam kondisi jalan secara kontinyu berdasarkan posisi GPS dan nilai IRI. Setelah data terkumpul, nilai IRI bersama data koordinatnya diunduh dari aplikasi untuk proses analisis lebih lanjut. Analisis awal dilakukan menggunakan Microsoft Excel, di mana nilai IRI dari setiap titik jalan diperiksa dan dibagi menjadi beberapa kategori berdasarkan standar penilaian kondisi jalan yang disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1.
Penentuan Kondisi Ruas Jalan dan
Kebutuhan Penanganan

Kondisi Jalan	IRI (m/km)	Kebutuhan Penanganan
Baik	IRI rata-rata $\leq 4,0$	Pemeliharaan Rutin
Sedang	$4,1 \leq$ IRI rata-rata $\leq 8,0$	Pemeliharaan Berkala
Rusak ringan	$8,1 \leq$ IRI rata-rata ≤ 12	Peningkatan Jalan
Rusak berat	IRI rata-rata ≥ 12	Peningkatan Jalan

Sumber: Permen PU No. 13/PRT/M/2011

Setelah kategori kondisi jalan ditetapkan berdasarkan nilai IRI, hasil klasifikasi ini dimasukkan ke dalam aplikasi QGIS (Quantum GIS) Desktop 2.10.1 untuk keperluan pemetaan. Pada peta, nilai IRI disetiap ruas jalan diberi warna berbeda sesuai dengan kategorinya: warna hijau untuk jalan dengan kondisi Baik, kuning untuk Sedang, merah untuk Rusak Ringan, dan hitam untuk Rusak Berat. Dengan pemetaan visual ini, distribusi kondisi

jalan dapat dilihat secara menyeluruh, memudahkan identifikasi segmen jalan yang memerlukan perbaikan atau pemeliharaan. Hasil ini membantu memberikan gambaran yang lebih jelas dan informatif mengenai kebutuhan pemeliharaan jalan di wilayah penelitian, mendukung proses perencanaan anggaran pemeliharaan dan pengambilan keputusan terkait manajemen pemeliharaan infrastruktur jalan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyajian Data

Dalam penelitian ini, data IRI diperoleh melalui pengukuran menggunakan aplikasi RoadLabPro yang dipasang pada smartphone yang terpasang di dalam kendaraan roda empat. Pengukuran dilakukan di berbagai lokasi di Kecamatan Tembalang untuk mendapatkan representasi yang akurat mengenai kondisi jalan di daerah tersebut. Ruas jalan tinjauan dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2.
Ruas Jalan Tinjauan Penelitian

No	No. Ruas	Nama Ruas Jalan	Panjang Ruas (m)	Lebar Ruas (m)	Fungsi Jalan
537	33.74.10.009	Jl. Banyuputih	1,075,86	7,00	Kolektor Sekunder
539	33.74.10.011	Jl. Berlian	384,72	4,00	Kolektor Sekunder
547	33.74.10.019	Jl. Dadapan	1,011,96	4,00	Kolektor Sekunder
549	33.74.10.021	Jl. Durenan	778,98	3,00	Kolektor Sekunder
550	33.74.10.022	Jl. Durenan Baru	328,44	3,00	Kolektor Sekunder
553	33.74.10.025	Jl. Elangsari Timur	760,65	4,00	Kolektor Sekunder
563	33.74.10.035	Jl. Gerung Sari 1	235,69	3,00	Lokal Primer
564	33.74.10.036	Jl. Gondang	1,190,36	4,00	Kolektor Sekunder
573	33.74.10.045	Jl. Kedung Winong	827,46	3,00	Kolektor Sekunder
584	33.74.10.056	Jl. Klipang Lama	261,03	3,00	Kolektor Sekunder
586	33.74.10.058	Jl. Klipang Timur	1,318,75	3,00	Kolektor Sekunder

No	No. Ruas	Nama Ruas Jalan	Panjang Ruas (m)	Lebar Ruas (m)	Fungsi Jalan
588	33.74.10.060	Jl. Kol. H. Iman Soeparto Tjakrajoeda, SH	4,208,37	3,50	Arteri Sekunder
589	33.74.10.061	Jl. Kompol R. Soekanto	4,051,94	10,00	Arteri Sekunder
595	33.74.10.067	Jl. Mangunharjo 1	1,811,38	3,00	Kolektor Sekunder
597	33.74.10.069	Jl. Mulawarman	1,399,51	6,00	Kolektor Sekunder
598	33.74.10.070	Jl. Mulawarman 5	265,96	4,00	Kolektor Sekunder
599	33.74.10.071	Jl. Mulawarman Barat 2	472,04	8,00	Kolektor Sekunder
605	33.74.10.077	Jl. Nilam	255,97	4,00	Kolektor Sekunder
606	33.74.10.078	Jl. Pekuncen	856,22	3,00	Kolektor Sekunder
610	33.74.10.082	Jl. Perum Diponegoro	973,15	4,00	Kolektor Sekunder
612	33.74.10.084	Jl. Prof. H. S. Sudharto, SH	2,343,26	8,00	Arteri Sekunder
613	33.74.10.085	Jl. Prof. Suharso	2,770,43	6,00	Arteri Sekunder
624	33.74.10.096	Jl. Sambiroto 3	601,44	3,00	Kolektor Sekunder
625	33.74.10.097	Jl. Sambiroto 4	606,08	3,00	Kolektor Sekunder
626	33.74.10.098	Jl. Sambiroto 5	451,36	3,00	Kolektor Sekunder
627	33.74.10.099	Jl. Sambiroto 7	232,97	3,00	Kolektor Sekunder
628	33.74.10.100	Jl. Sambiroto Asri Barat	985,60	4,00	Kolektor Sekunder
654	33.74.10.126	Jl. Tembalang Baru	303,81	3,00	Kolektor Sekunder
655	33.74.10.127	Jl. Tembalang Baru 4	362,19	3,00	Kolektor Sekunder
658	33.74.10.130	Jl. Timoho 1	387,35	3,00	Kolektor Sekunder
660	33.74.10.132	Jl. Timoho Timur 4	119,39	3,00	Kolektor Sekunder

Setelah proses pengukuran selesai, nilai IRI dan koordinat geografis masing-masing titik diunduh dan diekspor dalam format yang sesuai untuk analisis lebih

lanjut. Data yang diperoleh kemudian disusun dalam tabel untuk memudahkan analisis dan interpretasi. Hasil penilaian IRI disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3.
Nilai IRI Jalan Tinjauan Penelitian

No	No. Ruas	Nama Ruas Jalan	Nilai Rerata IRI Mobil	Kondisi Jalan IRI Mobil
537	33.74.10.009	Jl. Banyuputih	2,30	BAIK
539	33.74.10.011	Jl. Berlian	2,44	BAIK
547	33.74.10.019	Jl. Dadapan	3,88	BAIK
549	33.74.10.021	Jl. Durenan	4,40	SEDANG
550	33.74.10.022	Jl. Durenan Baru	3,78	BAIK
553	33.74.10.025	Jl. Elangsari Timur	3,29	BAIK

563	33.74.10.035	Jl. Gerung Sari 1	2,71	BAIK
564	33.74.10.036	Jl. Gondang	3,96	BAIK
573	33.74.10.045	Jl. Kedung Winong	2,61	BAIK
584	33.74.10.056	Jl. Klipang Lama	2,64	BAIK
586	33.74.10.058	Jl. Klipang Timur	4,68	SEDANG
588	33.74.10.060	Jl. Kol. H. Iman Soeparto Tjakrajoeda, SH	4,08	SEDANG
589	33.74.10.061	Jl. Kopol R. Soekanto	3,50	BAIK
595	33.74.10.067	Jl. Mangunharjo 1	3,88	BAIK
597	33.74.10.069	Jl. Mulawarman	3,21	BAIK
598	33.74.10.070	Jl. Mulawarman 5	3,48	BAIK
599	33.74.10.071	Jl. Mulawarman Barat 2	2,83	BAIK
605	33.74.10.077	Jl. Nilam	3,11	BAIK
606	33.74.10.078	Jl. Pekuncen	4,35	SEDANG
610	33.74.10.082	Jl. Perum Diponegoro	2,42	BAIK
612	33.74.10.084	Jl. Prof. H. S. Sudharto, SH	4,39	SEDANG
613	33.74.10.085	Jl. Prof. Suharso	3,33	BAIK
624	33.74.10.096	Jl. Sambiroto 3	3,47	BAIK
625	33.74.10.097	Jl. Sambiroto 4	3,26	BAIK
626	33.74.10.098	Jl. Sambiroto 5	2,67	BAIK
627	33.74.10.099	Jl. Sambiroto 7	2,42	BAIK
628	33.74.10.100	Jl. Sambiroto Asri Barat	2,15	BAIK
654	33.74.10.126	Jl. Tembalang Baru	2,08	BAIK
655	33.74.10.127	Jl. Tembalang Baru 4	2,25	BAIK
658	33.74.10.130	Jl. Timoho 1	4,05	SEDANG
660	33.74.10.132	Jl. Timoho Timur 4	2,73	BAIK

Analisis Data

Hasil analisis data menunjukkan bahwa dari total 31 ruas jalan pengukuran di Kecamatan Tembalang:

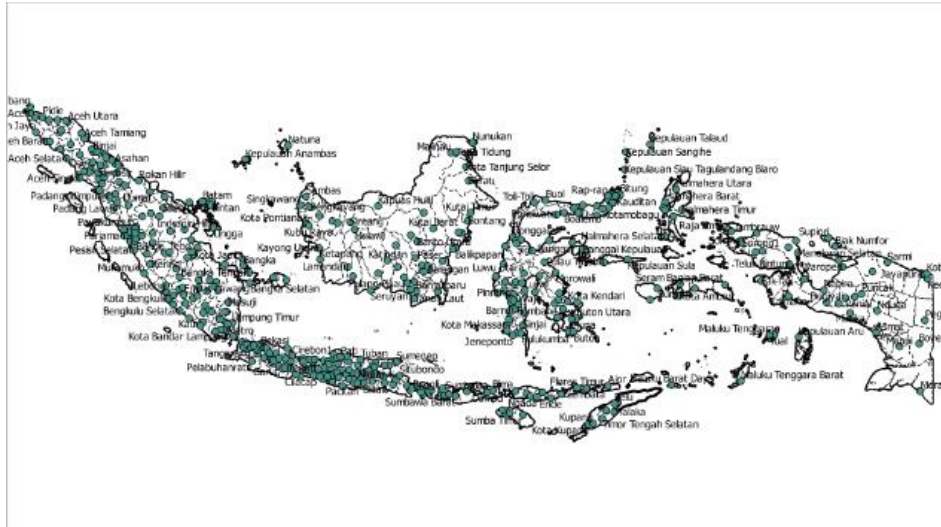
1. 80,65% dari jalan termasuk dalam kategori Baik dengan rata-rata nilai IRI sebesar 2,98 m/km.
2. 19,35% jalan masuk dalam kategori Sedang dengan rata-rata nilai IRI sebesar 4,32 m/km.

Hasil analisis ini menunjukkan bahwa mayoritas jalan di Kecamatan Tembalang berada dalam kondisi baik, namun terdapat juga beberapa titik jalan yang memerlukan perhatian untuk pemeliharaan berkala atau peningkatan jalan. Informasi ini sangat berharga untuk

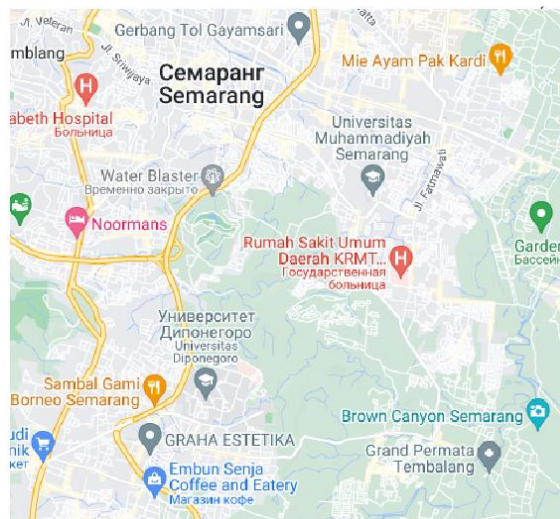
perencanaan pemeliharaan dan penganggaran yang efisien.

Impor Data ke QGIS

Setelah analisis selesai, langkah berikutnya adalah mengimpor data nilai IRI dan kategori kondisi jalan ke dalam perangkat lunak QGIS. Proses ini dimulai dengan mengonversi data ke dalam format yang kompatibel dengan QGIS, seperti shapefile atau Raster, dsb. Setelah data siap, lapisan data jalan yang berisi nilai IRI dan kategori kondisi jalan ditambahkan ke peta QGIS. Input vector layer dalam QGIS disajikan dalam Gambar 2 dan Oracke Georaster Kecamatan Tembalang disajikan dalam Gambar 3.



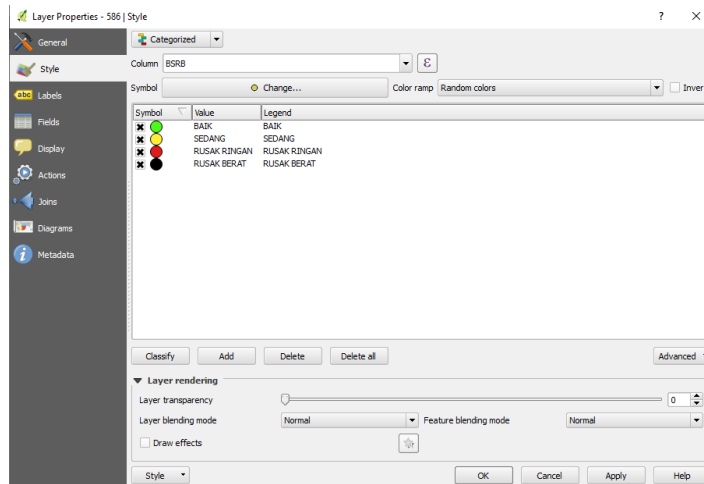
Gambar 2. vector layer QGIS



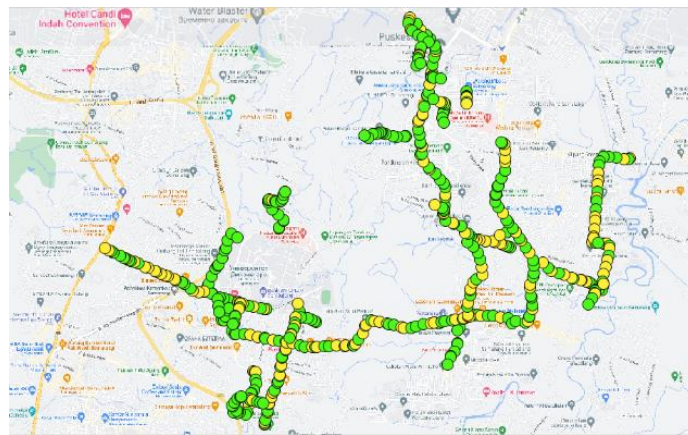
Gambar 3. Oracle Georaster Kecamatan Tembalang

Dalam perangkat lunak QGIS, nilai IRI ditampilkan menggunakan simbolisasi warna yang berbeda sesuai dengan kategori kondisi jalan. Jalan dengan kondisi baik ditandai dengan warna hijau, kondisi sedang dengan warna kuning, rusak ringan dengan warna merah, dan rusak berat dengan warna hitam. Dengan menggunakan simbolisasi

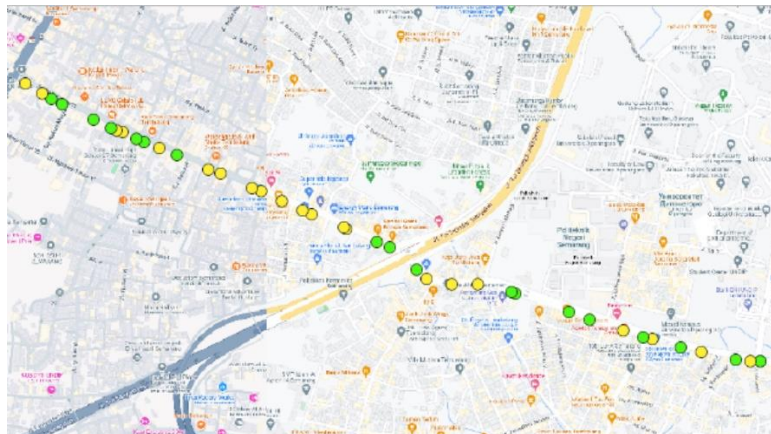
warna ini, pemetaan memberikan gambaran visual yang jelas mengenai sebaran kondisi jalan di Kecamatan Tembalang. Pengaturan properties kondisi jalan berdasarkan IRI disajikan dalam Gambar 4. Secara keseluruhan dalam pemetaan disajikan dalam gambar 5 dan sampel ruas jalan disajikan dalam Gambar 6 dan Gambar 7.



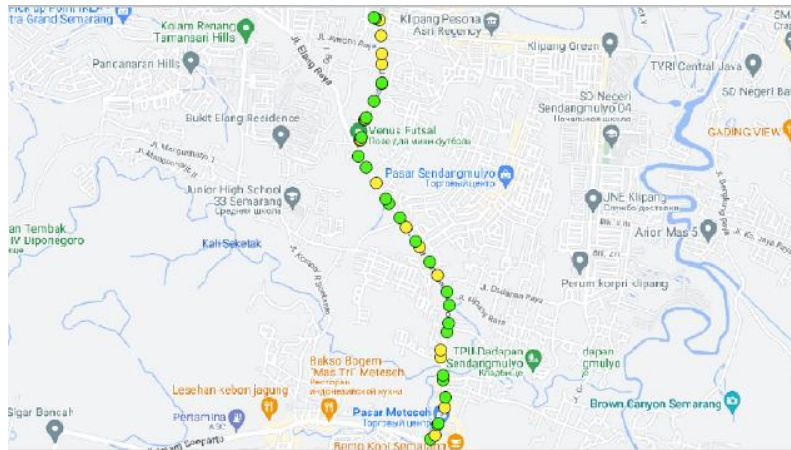
Gambar 4. Setting Layer Properties



Gambar 5. Pemetaan Kenyamanan Jalan Kec. Tembalang



Gambar 6. Nilai IRI Nomor Ruas 612. Jl. Prof. H. S. Sudharto, SH



Gambar 7. Nilai IRI Nomor Ruas 613. Jl. Prof. Suharso

Pemetaan ini sangat membantu dalam mengidentifikasi area yang memerlukan perhatian lebih dalam hal pemeliharaan dan perbaikan. Misalnya, pada peta yang dihasilkan, terlihat kondisi jalan dengan nilai IRI tinggi (rusak berat) terletak di area dengan tingkat lalu lintas yang tinggi, yang menunjukkan bahwa pemeliharaan yang lebih intensif mungkin diperlukan di lokasi-lokasi tersebut.

Pembahasan

Dari total 31 ruas jalan yang dianalisis, hasil menunjukkan bahwa 80,65% dari jalan tersebut berada dalam kategori Baik dengan rata-rata nilai IRI sebesar 2,98 m/km, sedangkan 19,35% jalan berada dalam kategori Sedang dengan nilai IRI rata-rata 4,32 m/km. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar jalan di Kecamatan Tembalang dalam kondisi baik, meskipun terdapat beberapa titik yang memerlukan perhatian untuk pemeliharaan rutin atau berkala. Kategori kondisi sedang ini memerlukan tindakan preventif agar kualitas jalan tetap terjaga, sehingga mampu memberikan kenyamanan dan keselamatan bagi pengguna jalan.

Peta yang dihasilkan memberikan gambaran visual mengenai kondisi jalan dan menunjukkan area dengan nilai IRI tinggi yang membutuhkan tindakan

pemeliharaan lebih lanjut. Area dengan kategori rusak ringan atau berat cenderung ditemukan pada jalan-jalan dengan volume lalu lintas yang padat dan frekuensi penggunaan yang tinggi, yang disebabkan oleh beban kendaraan yang lebih berat dan frekuensi pemakaian yang tinggi. Visualisasi ini memberikan informasi penting untuk membantu pihak berwenang menentukan prioritas perbaikan dan alokasi sumber biaya pemeliharaan. Pemetaan melalui QGIS ini bermanfaat untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat terkait pengelolaan jalan dan infrastruktur di Kecamatan Tembalang, membantu meningkatkan kualitas jalan secara keseluruhan dan meningkatkan transparansi dalam manajemen pemeliharaan infrastruktur kepada masyarakat dan pemangku kepentingan.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis nilai Internasional Roughness Index (IRI) di Kecamatan Tembalang, Kota Semarang, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar jalan berada dalam kondisi baik, dengan 80,65% ruas jalan memiliki nilai IRI rata-rata sebesar 2,98 m/km, menunjukkan kualitas permukaan yang nyaman bagi pengguna. Sementara itu, 19,35% jalan berada dalam kategori sedang dengan

nilai IRI rata-rata 4,32 m/km, yang mengindikasikan perlunya pemeliharaan berkala untuk mencegah penurunan kondisi lebih lanjut. Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun kondisi jalan secara umum baik, terdapat beberapa segmen yang membutuhkan perawatan khusus untuk menjaga kualitas dan keselamatan infrastruktur.

Pemetaan visual menggunakan QGIS memberikan gambaran jelas mengenai kondisi jalan, dengan simbolisasi warna untuk memudahkan identifikasi area yang membutuhkan perhatian khusus. Jalan dengan nilai IRI lebih tinggi cenderung ditemukan di ruas dengan volume lalu lintas padat, menunjukkan adanya kebutuhan pemeliharaan lebih intensif di area tersebut. Visualisasi ini sangat membantu dalam proses perencanaan pemeliharaan jalan dan pengambilan keputusan terkait prioritas perbaikan, serta dapat menjadi acuan bagi alokasi anggaran pemeliharaan yang efektif dan efisien di Kecamatan Tembalang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelaziz, N., El-Hakim, R., El-Badawy, S., & Afify, H. (2020). International Roughness Index prediction model for flexible pavements. *International Journal of Pavement Engineering*, 21, 88 - 99. <https://doi.org/10.1080/10298436.2018.1441414>.
- Alvarez, E., Ferris, J., Scott, D., & Horn, E. (2018). Development of a discrete roughness index for longitudinal road profiles. *International Journal of Pavement Engineering*, 19, 1043 - 1052. <https://doi.org/10.1080/10298436.2016.1237180>.
- Chen, S., Lin, C., Tang, C., Chu, L., & Cheng, C. (2020). Research on the International Roughness Index Threshold of Road Rehabilitation in Metropolitan Areas: A Case Study in Taipei City. *Sustainability*. <https://doi.org/10.20944/preprints202010.0509.v1>.
- Kalooop, M., El-Badawy, S., Ahn, J., Sim, H., Hu, J., & El-Hakim, R. (2020). A hybrid wavelet-optimally-pruned extreme learning machine model for the estimation of international roughness index of rigid pavements. *International Journal of Pavement Engineering*, 23, 862 - 876. <https://doi.org/10.1080/10298436.2020.1776281>.
- Kementerian Pekerjaan Umum. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 13/PRT/M/2011 Tentang Tata Cara Pemeliharaan Dan Penilikan Jalan. Jakarta: Kementerian. Pekerjaan Umum (2011)
- Kropáč, O., & Múčka, P. (2005). Be careful when using the International Roughness Index as an indicator of road unevenness. *Journal of Sound and Vibration*, 287, 989-1003. <https://doi.org/10.1016/J.JSV.2005.02.015>.
- Luo, Z., Wang, H., & Li, S. (2022). Prediction of International Roughness Index Based on Stacking Fusion Model. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su14126949>.
- Mirtabar, Z., Golroo, A., Mahmoudzadeh, A., & Barazandeh, F. (2020). Development of a crowdsourcing-based system for computing the international roughness index. *International Journal of Pavement Engineering*, 23, 489 - 498. <https://doi.org/10.1080/10298436.2020.1755434>.

- Můčka, P. (2017). International Roughness Index specifications around the world. *Road Materials and Pavement Design*, 18, 929 - 965.
<https://doi.org/10.1080/14680629.2016.1197144>.
- Nguyen, H., Pham, B., Son, L., Thang, N., Ly, H., Le, T., Ho, L., Le, T., & Bui, D. (2019). Adaptive Network Based Fuzzy Inference System with Meta-Heuristic Optimizations for International Roughness Index Prediction. *Applied Sciences*.
<https://doi.org/10.3390/app9214715>.
- Sidess, A., Ravina, A., & Oged, E. (2020). A model for predicting the deterioration of the international roughness index. *International Journal of Pavement Engineering*, 23, 1393 - 1403.
<https://doi.org/10.1080/10298436.2020.1804062>.