

BAB V

PENUTUP

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai Pemetaan Tingkat Kerusakan Jalan Menggunakan Metode *Surface Distress Index* (SDI) Berbasis Regresi Spasial di Kota Surabaya yang telah dilaksanakan pada tiga ruas jalan arteri, yaitu Jalan Margomulyo, Jalan Tanjungsari, dan Jalan H.R. Muhammad dengan total 35 segmen jalan sepanjang 200 meter per segmen, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil klasifikasi menggunakan metode SDI menunjukkan bahwa tidak ditemukan satu pun segmen dalam kondisi baik pada ketiga ruas yang diteliti. Jalan H.R. Muhammad mencatat kondisi terparah dengan rata-rata SDI sebesar 159 yang masuk kategori rusak berat, Jalan Margomulyo berada pada kategori rusak ringan dengan rata-rata SDI 117,28, dan Jalan Tanjungsari memiliki kondisi relatif terbaik dengan rata-rata SDI 108,54 yang juga masuk kategori rusak ringan.
2. Model GWR terbukti lebih unggul dibandingkan OLS global dalam menjelaskan hubungan antara nilai SDI dengan ketiga variabel penyebabnya. OLS hanya mampu menjelaskan 26,17% variasi SDI dan terbukti melanggar asumsi independensi residual (Moran's I, $p = 0,01$), sehingga tidak layak digunakan sebagai satu-satunya model analisis. Model GWR menghasilkan Mean Local R^2 sebesar 0,3461, meningkat 8,44% dibandingkan OLS, dengan Local R^2 per segmen bervariasi antara 0,106 hingga 0,785. Secara spasial, variabel LHR berpengaruh positif di Jalan H.R. Muhammad namun bernilai negatif di beberapa segmen Jalan Margomulyo dan Tanjungsari, menunjukkan bahwa pada ruas berbasis kendaraan berat, volume total tidak menjadi penentu utama kerusakan. Variabel curah hujan berpengaruh positif dan tertinggi di segmen Jalan Margomulyo (koefisien hingga 2,23) akibat kondisi drainase yang kurang optimal, sedangkan di Jalan H.R. Muhammad koefisiennya bernilai negatif ($-0,30$ hingga $-0,51$), mengindikasikan drainase yang masih berfungsi baik.

3. Persentase kendaraan berat (%KB) terbukti menjadi faktor dominan penyebab kerusakan di seluruh 35 segmen tanpa pengecualian, dengan rata-rata koefisien lokal GWR sebesar 513,23, jauh melampaui LHR (2,26) dan curah hujan (0,47). Namun, besaran pengaruhnya sangat bervariasi secara spasial: koefisien tertinggi terdapat di Jalan Margomulyo segmen M01–M05 (hingga 1.441,43), diikuti Jalan Tanjungsari (488 – 1.111), dan terendah di Jalan H.R. Muhammad (224 – 253). Variasi ini mencerminkan perbedaan karakter kawasan industri dan komersial yang hanya dapat teridentifikasi melalui pendekatan GWR, sehingga strategi penanganan kerusakan jalan harus dirancang secara spesifik per segmen, bukan seragam untuk seluruh ruas.

V.2 Saran

Berdasarkan temuan dan kesimpulan penelitian di atas, maka disampaikan saran sebagai berikut:

1. Rekonstruksi perkerasan Jalan H.R. Muhammad perlu diprioritaskan pada tahun anggaran terdekat mengingat seluruh segmennya berada dalam kondisi rusak berat (rata-rata SDI 159) dengan volume lalu lintas harian tertinggi rata-rata 24.984 kendaraan/hari, disertai kajian pengalihan arus kendaraan berat ke ruas alternatif dan manajemen lalu lintas berbasis waktu.
2. Penanganan Jalan Margomulyo difokuskan pada segmen M01–M05 melalui overlay perkerasan dan rehabilitasi drainase secara selektif berdasarkan peta koefisien curah hujan GWR, diprioritaskan pada segmen dengan nilai koefisien tertinggi hingga 2,23, agar alokasi anggaran lebih efisien dan tepat sasaran.
3. Pembatasan tonase kendaraan berat di Jalan Margomulyo dan Jalan Tanjungsari perlu diperketat, mengingat persentase kendaraan berat terbukti menjadi faktor dominan penyebab kerusakan pada kedua ruas tersebut berdasarkan hasil pemodelan GWR.
4. Kajian pengalihan arus kendaraan berat di Jalan H.R. Muhammad ke ruas jalan alternatif perlu segera dilakukan, mengingat tingginya volume lalu lintas harian dengan kondisi perkerasan yang telah berada dalam kategori rusak berat.

5. Peta tematik hasil penelitian yang mencakup peta SDI aktual, peta koefisien lokal GWR, dan peta variabel dominan disarankan diadopsi oleh Dinas PU Bina Marga Kota Surabaya sebagai dasar teknis perencanaan pemeliharaan jalan berbasis bukti spasial yang terukur.
6. Penelitian selanjutnya disarankan memperluas cakupan ke seluruh jaringan jalan Kota Surabaya dan menambahkan variabel independen yang berpotensi berkontribusi terhadap nilai SDI namun belum tercakup dalam penelitian ini, antara lain:
 - a. Umur perkerasan, karena semakin tua perkerasan semakin besar kerentanan terhadap kerusakan kumulatif;
 - b. Kondisi drainase per segmen, mengingat hasil GWR mengindikasikan drainase sebagai moderator pengaruh curah hujan;
 - c. Jenis dan kualitas material perkerasan;
 - d. Riwayat pemeliharaan sebelumnya;
 - e. Beban sumbu berlebih (*Overloading*).

Selain itu, pengembangan model *Geographically and Temporally Weighted Regression* (GTWR) disarankan guna meningkatkan akurasi dari Mean Local R^2 sebesar 34,61% yang dicapai dalam penelitian ini.

7. Koordinasi rutin lintas instansi antara Dinas PU Bina Marga, Dinas Perhubungan, dan BMKG Stasiun Perak perlu dibangun melalui platform SatuData Surabaya untuk berbagi data secara periodik, mengingat faktor penyebab kerusakan jalan bersifat lintas sektoral dan tidak dapat ditangani optimal tanpa integrasi data yang memadai.
8. Sosialisasi kepada pelaku usaha logistik dan pengusaha angkutan barang di kawasan industri Margomulyo dan Tanjungsari perlu dilakukan mengenai dampak nyata kendaraan ODOL terhadap infrastruktur jalan, yang pada akhirnya juga menghambat distribusi barang dan meningkatkan biaya operasional kendaraan itu sendiri.

V.3 Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diakui sebagai bahan pertimbangan dalam menginterpretasikan hasil dan menjadi landasan penyempurnaan pada penelitian lanjutan:

1. Resolusi spasial variabel independen. Data LHR, persentase kendaraan berat, dan curah hujan tersedia pada level ruas, bukan per segmen 200 m, sehingga nilai yang sama direplikasi untuk seluruh segmen dalam satu ruas. Keterbatasan ini mereduksi variabilitas antar segmen dan dapat memengaruhi akurasi koefisien lokal GWR.
2. Unit analisis efektif terbatas. Karena variabel independen hanya memiliki tiga nilai berbeda (satu per ruas), unit analisis efektif dalam pemodelan lebih mendekati 3 ruas daripada 35 segmen independen. Hasil model GWR karenanya lebih tepat dipahami sebagai analisis eksploratori, bukan konfirmatori.
3. Autokorelasi spasial residual yang tersisa. Nilai Moran's I residual GWR sebesar $-0,0548$ ($p = 0,01$) menunjukkan bahwa model belum sepenuhnya menangkap seluruh pola spasial dalam data, yang berimplikasi pada potensi bias estimasi koefisien lokal di segmen tertentu.
4. Kondisi drainase tidak terukur secara langsung. Inferensi mengenai kondisi drainase dalam pembahasan bersifat teoritis karena tidak ada data indeks drainase per segmen yang dimasukkan ke dalam model.
5. Variabel umur perkerasan dan riwayat pemeliharaan tidak tersedia. Kedua variabel ini diketahui berpengaruh terhadap nilai SDI namun tidak dapat diperoleh dari sumber data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amani, A. S. (2019). Prioritas Penanganan Kerusakan Jalan di Jalan Provinsi di Daerah Surabaya Selatan Ditinjau dari Tingkat Kerusakan Jalan dan Segi Ekonomi.
- Wasito, B. (2021). Perbaikan Jalan di Kelurahan Siwalankerto Kecamatan Wonocolo Kota Surabaya.
- Bayu, A., Suharso, K., & Khatulistiani, U. (2023). Analisis Kerusakan Jalan Beserta Penanganannya dengan Menggunakan Metode Bina Marga Pada Jalan Mastrip Surabaya.
- Belwa Putri, W., Shalahuddin, M., & Gussyafi, H. (2024). Jurnal Vokasi Manajemen dan Rekayasa Infrastruktur Sipil Analisis Kerusakan Jalan Metode *Surface Distress Index* (SDI) Pada Ruas Jalan Taman Karya Kota Pekanbaru. 1(1), 25–30.
- Bina Marga. (2011). Manual konstruksi dan bangunan No. 001-01/M/2011: Survei kondisi jalan untuk pemeliharaan rutin. Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia.
- Choiri, T. A., Gunasti, A., & Abadi, T. (2023). *Road Pavement Planning Using the Bina Marga Method and Financial Analysis on the Pancoran-Kejawen Ring Road, Bondowoso Regency. In Jurnal Smart Teknologi* (Vol. 4).
- Desei, F. L., Kadir, Y., & Ende, A. Z. (2023). Evaluasi Kerusakan Jalan Menggunakan Metode *Surface Distress Index dan International Roughness Index. Konstruksia*, 15(1), 67.
- Dewayani, P., Dewi, D., Rachmi, P., & Kunci, K. (2025). Analisis Kerusakan Jalan Menggunakan Kombinasi Metode *Pavement Condition Index* (PCI) dan *Surface Distress Index* (SDI) sebagai Dasar Solusi Pemeliharaan (Studi Kasus: Ruas Jalan Gading-Playen, Kapanewon Playen, Kabupaten Gunungkidul). In *Journal of Civil Engineering and Sustainable Infrastructure* (Vol. 02, Issue 02).
- Sari, D. K. (2018). Analisis Kondisi Fungsional Jalan Dengan Metode PSI Dan RCI Serta Prediksi Sisa Umur Perkerasan Jalan Studi Kasus : Jalan Milir – Sentolo.
- Direktorak Jenderal Bina Marga. (2022). Spesifikasi umum jalan dan jembatan. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia.
- Dong, K., & Guo, L. (2021). *Research on the spatial correlation and spatial lag of COVID-19 infection based on spatial analysis. Sustainability (Switzerland)*, 13(21).

- Dwi Wahyu Hidayat. (2025). Jurnal Rekayasa Sipil Dan Lingkungan *The Effect of Rainfall on Road Damage Levels on Jalan Merpati, Tegal Kertha Village, West Denpasar*.
- Erwan, K., & Nurlaily Kadarini, S. (2024). Analisis Kerusakan Perkerasan Dengan Metode *Surface Distress Index (SDI)* Dan Perencanaan Perbaikan Jalan (Studi kasus: Ruas Jalan Sidas-Simpang Tiga).
- Grekousis, George. (2020). *Spatial Analysis Methods And Practice : Describe - Explore - Explain Through GIS*. Cambridge University Press.
- Johanes Eudes Ola. (2021). *LPPM Politeknik Saint Paul Sorong* 28. 7(1).
- Maulana, M., Rulhendri, & Chayati, N. (2023). Analisis Kerusakan Permukaan Jalan Berdasarkan Penilaian Dengan Metode SDI Dan IRI. *Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology*, 4(2), 34–41.
- Mohan, V. R., Srinivasan, M., Sinha, B., Shrivastava, A., Kanungo, S., Natarajan Sindhu, K., Ramanujam, K., Ganesan, S. K., Karthikeyan, A. S., Kumar Jaganathan, S., Gunasekaran, A., Arya, A., Bavdekar, A., Rongsen-Chandola, T., Dutta, S., John, J., & Kang, G. (2021). Geographically Weighted Regression Modeling of Spatial Clustering and Determinants of Focal Typhoid Fever Incidence. *Journal of Infectious Diseases*, 224, S601–S611. <https://doi.org/10.1093/infdis/jiab379>
- Murni, M., Asriadi, A., & Mustofa, A. B. A. (2023). Analisis Pemetaan Kerusakan Jalan Kabupaten Sorong Dengan Metode SDI (*Surface Distress Index*). *Journal Peqguruang: Conference Series*, 5(1), 32.
- Nadya, M., Rahayu, W., & Santi, V. M. (2025). Analisis *Geographically Weighted Regression (GWR)* Pada Kasus Pneumonia Balita Di Provinsi Jawa Barat.
- Noerul Hanin, Irvan Meilandra, Naomi Nesyana Debataraaja, & Retno Pertiwi. (2024). *Application of Geographically Weighted Regression for Modeling the Poverty Cases in Kalimantan, Indonesia*. Jurnal Statistika Dan Aplikasinya, 8(1), 1–16.
- Oktopianto, Y., Antonius, & Rochim, A. (2025). *An Artificial Neural Network Approach for Predicting Pavement Distress: A Case Study Toward Sustainable Road Maintenance*. *Advance Sustainable Science, Engineering and Technology*, 7(3).
- Oktopianto, Y., Rochim, A., & Oktopianto Program Studi Rekayasa Sistem Transportasi Jalan Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan, Y. (2025). *Evaluation of Urban Road Stability Through the Integration of the Surface Distress Index and International Roughness Index Article Info ABSTRACT*. Jurnal Teknik Sipil, 14.

- Prayudha, M. I., Riani, D., & Desriantomy, D. (2022). Analisis Tingkat Kondisi Jalan Menggunakan Metode *Surface Distress Index* (SDI) Di Kota Palangka Raya (Studi Kasus: Jalan Rajawali). *Spektrum Sipil*, 9(2), 180–186.
- Rezzy Eko Caraka. (2017). *GEOGRAPHICALLY_WEIGHTED_REGRESSION_(REZZY_EK_O_CARAKA)PDF*.
- Romano, M., Siegel, M. S., & Chan, H. Y. (Terri). (2018). *Creating a Predictive Model for Pavement Deterioration using Geographic Weighted Regression*. *Transportation Research Record*, 2672(40), 166–175.
- Safitri, U., & Amaliana, L. (2021). Model *Geographically Weighted Regression* dengan Fungsi Pembobot Adaptive dan Fixed Kernel pada Kasus Kematian Ibu di Jawa Timur. *Jurnal Statistika Dan Aplikasinya*, 5(2).
- Sari, C., Kartika, D., Kirana Yudita, A., & Windiatma, K. A. (2021). Analisis Autokorelasi Spasial Ketimpangan Gender Kabupaten/Kota Di Pulau Jawa Menggunakan Indeks Moran Dan Lisa.
- satudata, surabaya. (2024). *8_Bab_VIII_Transportasi_dan_Pariwisata (1)*.
- Setiawan, I. (2015). Peran Sistem Informasi Geografis (SIG) Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Spasial (*SPATIAL THINKING*). In Peran Sistem Informasi Geografis... (Vol. 83).
- Silvia Sukirman. (2010). *PerencanaanTebal Struktur Perkerasan Lentur*.
- Stakhovych, S., & Bijmolt, T. H. A. (2009). *Specification of spatial models: A simulation study on weights matrices*. *Papers in Regional Science*, 88(2), 389–408.
- Styer, J., Tunstall, L., Landis, A., & Grenfell, J. (2024). *Innovations in pavement design and engineering: A 2023 sustainability review*. In *Heliyon* (Vol. 10, Issue 13). Elsevier Ltd.
- Sujarwo & Oetomo. (2022). *Analysis of Road Condition Assessment Using The Surface Distress Index (SDI) Method and Estimation of Road Maintenance Costs For The Durenan-Prigi Road Section (Link 006)*.
- Tarigan, G., Sarifah, J., & Permana, R. H. (2024). Pengaruh Volume Kendaraan Terhadap Tingkat Kerusakan Jalan Pada Perkerasan Rigid Di Kota Tebing Tinggi. In *Cetak) BuletinUtamaTeknik* (Vol. 19, Issue 3). Online.
- Tien HOANG, N., Thi HONG, N., & Koike, K. (2019). *High versatility and potential of spatial data analysis with R programming*.
- UU Nomor 22 Tahun 2009. (n.d.). *UU Nomor 22 Tahun 2009 (3)*.

Valcu, M., & Kempenaers, B. (2010). *Spatial autocorrelation: An overlooked concept in behavioral ecology*. *Behavioral Ecology*, 21(5), 902–905.