

Perancangan Sistem Deteksi Tingkat Kemiringan Jalan Sederhana Dengan Metode Otsu Thresholding Menggunakan Colab

Bagus Nurhannudin

Universitas Muhammadiyah Ponorogo

Jl. Budi Utomo No.10, Ronowijayan, Kec. Siman, Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur 63471 *Korespondensi*

Korespondensi penulis: bagusnurhan@gmail.com

Abstract. *This research focuses on the development of a simple system for detecting road slopes using the Otsu Thresholding method. The primary objective is to create an effective and efficient system capable of identifying different road slope levels accurately. The system utilizes image processing techniques, where the Otsu Thresholding method is applied to differentiate between road surfaces and surrounding environments. By analyzing these images, the system determines the degree of road slope. This study emphasizes the importance of accurate road slope detection for improving road safety and maintenance. The observation method was employed in this research to gather relevant data and evaluate the system's performance. The results demonstrate that the designed system is capable of effectively detecting various road slope levels, providing a valuable tool for transportation infrastructure monitoring.*

Keywords: *Road Slope Detection, Otsu Thresholding, Image Processing, Road Safety, Transportation Infrastructure, Observation Method*

Abstrak. Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem sederhana untuk mendeteksi kemiringan jalan menggunakan metode Otsu Thresholding. Tujuan utamanya adalah menciptakan sistem yang efektif dan efisien yang mampu mengidentifikasi berbagai tingkat kemiringan jalan dengan akurat. Sistem ini memanfaatkan teknik pemrosesan citra, di mana metode Otsu Thresholding diterapkan untuk membedakan antara permukaan jalan dan lingkungan sekitarnya. Dengan menganalisis gambar-gambar ini, sistem menentukan derajat kemiringan jalan. Penelitian ini menekankan pentingnya deteksi kemiringan jalan yang akurat untuk meningkatkan keselamatan dan pemeliharaan jalan. Metode observasi digunakan dalam penelitian ini untuk mengumpulkan data yang relevan dan mengevaluasi kinerja sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dirancang mampu mendeteksi berbagai tingkat kemiringan jalan secara efektif, menyediakan alat yang berharga untuk pemantauan infrastruktur transportasi.

Kata kunci: Deteksi Kemiringan Jalan, Otsu Thresholding, Pemrosesan Citra, Keselamatan Jalan, Infrastruktur Transportasi, Metode Observasi

1. LATAR BELAKANG

Pembangunan infrastruktur yang optimal sangat penting untuk mendukung mobilitas dan perkembangan ekonomi suatu wilayah di Indonesia. Salah satu tantangan utama dalam pemeliharaan jalan di negara ini adalah mengatasi genangan air yang sering terjadi saat musim hujan. Genangan tersebut tidak hanya mengganggu kelancaran lalu lintas tetapi juga meningkatkan risiko kecelakaan. Oleh karena itu, deteksi dan pemantauan kemiringan jalan sangat diperlukan untuk mengantisipasi masalah ini. Kemiringan yang tidak tepat dapat mengakibatkan terhambatnya aliran air hujan, yang berujung pada terbentuknya genangan di permukaan jalan.

Metode Otsu Thresholding, sebuah teknik segmentasi gambar, menjadi solusi yang efektif untuk mengidentifikasi area dengan kemiringan tidak sesuai pada citra permukaan jalan yang diambil melalui kamera atau sensor visual. Metode ini bekerja dengan membagi

histogram gambar menjadi dua kelas berdasarkan nilai ambang optimal, yang memungkinkan pemisahan objek jalan dari latar belakang dengan akurat. Penggunaan Otsu Thresholding dalam sistem deteksi kemiringan jalan dapat membantu mengidentifikasi serta mengatasi area-area yang rawan tergenang air di jalan raya Indonesia. Dengan demikian, implementasi teknologi ini dapat secara signifikan mengurangi risiko kerusakan pada jalan dan kecelakaan yang terjadi akibat genangan air selama periode hujan.

Secara keseluruhan, integrasi metode Otsu Thresholding dalam sistem pemantauan kemiringan jalan di Indonesia bukan hanya meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan infrastruktur jalan, tetapi juga berkontribusi dalam meningkatkan keamanan lalu lintas. Dengan mengidentifikasi secara dini area-area yang memerlukan perbaikan akibat kemiringan tidak tepat, dapat diharapkan bahwa dampak buruk dari genangan air dapat diminimalkan, serta memastikan kelancaran mobilitas dan keselamatan pengguna jalan di Indonesia.

2. KAJIAN TEORITIS

Penelitian terdahulu telah menunjukkan berbagai pendekatan dalam mendeteksi kemiringan jalan menggunakan pengolahan citra digital. Misalnya, penelitian oleh Chen et al. (2021) menggunakan kombinasi deteksi tepi Canny dan jaringan segmentasi semantik untuk mendeteksi retakan dan garis pada citra jalan, dan berhasil mendeteksi kemiringan dengan tingkat akurasi yang tinggi. Selain itu, studi oleh Li et al. (2021) mengembangkan metode estimasi kemiringan jalan berbasis visi dengan menganalisis garis jalan dan fitur lokal yang diekstraksi dari gambar, memberikan pendekatan yang akurat dan robust untuk estimasi kemiringan.

Pengolahan citra digital adalah bidang ilmu komputer yang mempelajari teknik untuk memanipulasi gambar digital. Langkah-langkah dasar dalam pengolahan citra meliputi akuisisi gambar, preprocessing, peningkatan kualitas gambar, segmentasi, dan analisis fitur. Dalam konteks mendeteksi kemiringan jalan, preprocessing citra adalah langkah awal yang sangat penting untuk memastikan bahwa citra yang digunakan dalam analisis memiliki kualitas yang memadai

Kemiringan garis dalam citra jalan dihitung dengan mengukur sudut antara garis yang terdeteksi dan sumbu horizontal. Sudut ini kemudian dikonversi ke dalam derajat untuk memudahkan interpretasi. Kemiringan yang berada dalam rentang tertentu, misalnya antara 4 hingga 8 derajat, diidentifikasi sebagai indikator tingkat kemiringan jalan yang relevan

Metode Otsu Thresholding adalah teknik segmentasi citra yang digunakan untuk membagi citra menjadi dua kelas: objek dan latar belakang. Teknik ini bekerja dengan cara

mencari nilai ambang batas yang meminimalkan varians intra-kelas dari piksel-piksel yang telah dipartisi. Otsu Thresholding sangat efektif dalam situasi di mana histogram dari tingkat keabuan citra memiliki dua puncak, sehingga cocok untuk memisahkan objek yang kontras dengan latar belakang

Konversi citra berwarna ke skala keabuan merupakan langkah penting dalam preprocessing citra. Metode konversi standar yang digunakan adalah dengan menerapkan rumus linear kombinasi dari kanal warna merah, hijau, dan biru (RGB) yang masing-masing memiliki bobot tertentu. Konversi ini dilakukan untuk mempermudah penerapan metode Otsu Thresholding yang bekerja lebih baik pada citra skala keabuan

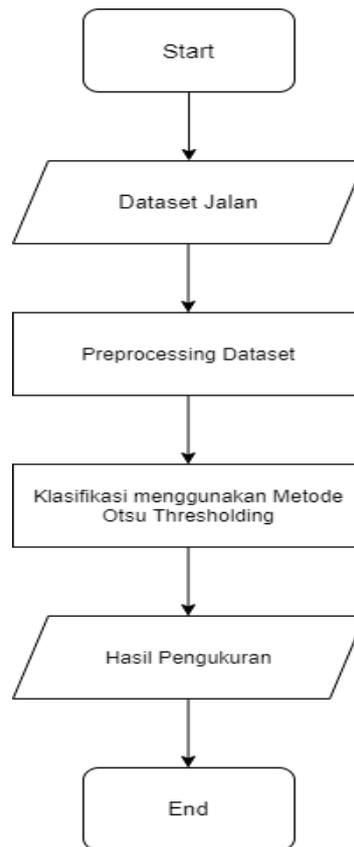
Normalisasi citra dilakukan untuk menyelaraskan nilai intensitas piksel dalam rentang tertentu, biasanya 0 hingga 255, guna meningkatkan kontras citra. Penghapusan noise, di sisi lain, bertujuan untuk mengurangi gangguan yang ada dalam citra yang dapat menghambat proses analisis. Filter Gaussian sering digunakan untuk menghaluskan citra dan mengurangi noise, dengan cara meratakan nilai piksel berdasarkan rata-rata tertimbang dari piksel-piksel di sekitarnya

Deteksi tepi adalah proses identifikasi batas-batas objek dalam citra. Operator Sobel adalah salah satu teknik yang umum digunakan untuk mendeteksi tepi dengan cara menghitung gradien intensitas pada citra. Penajaman citra dilakukan untuk memperjelas tepi dan fitur penting lainnya dengan menambahkan lapisan detail menggunakan filter high-pass. Proses ini membantu dalam mempertegas fitur yang relevan untuk deteksi kemiringan jalan

Transformasi Hough adalah teknik untuk mendeteksi garis dalam citra biner yang telah melalui proses deteksi tepi. Teknik ini bekerja dengan cara mengubah titik-titik dalam citra ruang ke dalam parameter ruang Hough, di mana garis-garis dapat diidentifikasi sebagai kumpulan titik-titik yang saling berhubungan. Transformasi Hough sangat efektif dalam mendeteksi garis lurus dalam citra yang bising

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap utama yang dirancang secara sistematis untuk mencapai tujuan penelitian, yaitu mendeteksi tingkat kemiringan jalan sederhana menggunakan metode Otsu Thresholding. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi, yang melibatkan pengamatan langsung terhadap objek penelitian. Alur kerja penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:



Gambar 1. Alur Penelitian

3.1. Dataset

Pada tahap ini, diperlukan dataset yang akan digunakan untuk pengujian sistem. Dataset dapat diperoleh dari website penyedia data, contoh nya Kaggle, IEEE Xplore, PubMed, ArXiv, OpenStreetMap, data pemerintah, dan pengambilan secara mandiri. Pemilihan data yang akan digunakan disesuaikan berdasarkan kebutuhan.

3.2. Preprocessing Dataset

Preprocessing data adalah langkah penting dalam pemrosesan citra digital, terutama ketika menggunakan metode Otsu Thresholding untuk mendeteksi tingkat kemiringan jalan. Tahapan preprocessing bertujuan untuk meningkatkan kualitas citra dan mempersiapkannya agar sesuai dengan algoritma yang akan digunakan. Pada penelitian ini, preprocessing data mencakup beberapa tahap utama, yaitu:

3.2.1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa citra jalan yang diambil dari beberapa lokasi dengan berbagai tingkat kemiringan. Citra-citra ini dikumpulkan menggunakan kamera digital dengan resolusi tinggi pada kondisi pencahayaan yang bervariasi. Selain itu, data pendukung seperti metadata lokasi dan waktu pengambilan gambar juga dicatat untuk analisis lebih lanjut

3.2.2. Konversi ke Skala Keabuan

Langkah pertama dalam preprocessing adalah konversi citra berwarna menjadi citra skala keabuan. Konversi ini dilakukan karena metode Otsu Thresholding bekerja lebih efektif pada citra skala keabuan. Proses ini dapat dilakukan dengan menggunakan rumus konversi standar, yaitu:

$$\text{Gray}=0.299\cdot\text{Red}+0.587\cdot\text{Green}+0.114\cdot\text{Blue}$$

3.2.3. Normalisasi Citra

Setelah konversi ke skala keabuan, langkah selanjutnya adalah normalisasi citra untuk memastikan bahwa nilai intensitas piksel berada dalam rentang yang konsisten. Normalisasi dilakukan dengan merentangkan histogram intensitas piksel sehingga nilai terendah menjadi 0 dan nilai tertinggi menjadi 255. Teknik ini membantu dalam meningkatkan kontras citra sehingga fitur-fitur penting lebih mudah dideteksi.

3.2.4. Penghapusan Noise

Citra yang diambil dari lingkungan nyata seringkali mengandung noise yang dapat mengganggu proses analisis. Untuk mengatasi masalah ini, digunakan filter Gaussian untuk menghaluskan citra dan mengurangi noise. Filter Gaussian bekerja dengan meratakan nilai piksel berdasarkan rata-rata tertimbang dari piksel-piksel di sekitarnya, yang didefinisikan oleh fungsi Gaussian.

3.2.5. Deteksi Tepi

Deteksi tepi merupakan langkah penting untuk menyoroti batas-batas antara area yang berbeda dalam citra. Pada penelitian ini, digunakan operator Sobel untuk mendeteksi tepi. Operator Sobel menghitung gradien intensitas pada citra dan menyoroti area dengan perubahan intensitas yang tinggi, yang sering kali menandai batas tepi jalan.

3.2.6. Penajaman Citra

Penajaman dilakukan dengan menambahkan lapisan detail ke citra asli menggunakan filter high-pass. Proses ini membantu dalam memperjelas tepi dan fitur penting lainnya yang diperlukan untuk deteksi kemiringan jalan.

3.2.7. Perubahan Ukuran Citra

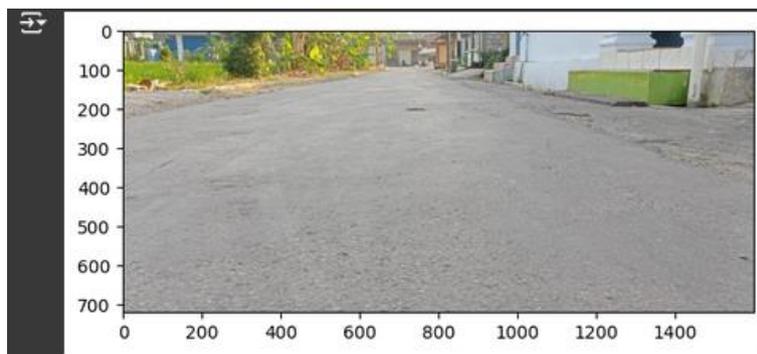
Citra yang telah dipreproses diubah ukurannya agar sesuai dengan persyaratan input dari algoritma Otsu Thresholding. Perubahan ukuran dilakukan dengan mempertahankan aspek rasio asli citra untuk mencegah distorsi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Input Data

Script yang diberikan dimulai dengan menentukan path dari gambar yang ingin dibaca dan ditampilkan, yaitu `'/content/WhatsApp Image 2024-07-05 at 15.43.57(1).jpeg'`. Menggunakan fungsi `imread` dari modul `matplotlib.image` (diimpor sebagai `mpimg`), gambar tersebut dibaca dan disimpan dalam variabel `img` sebagai array `numpy`. Proses ini memungkinkan gambar untuk diakses dan dimanipulasi lebih lanjut dalam bentuk data array.

Setelah gambar dibaca, script melanjutkan dengan menampilkan gambar tersebut menggunakan fungsi `imshow` dari modul `matplotlib.pyplot` (diimpor sebagai `plt`). Fungsi ini menyiapkan gambar untuk ditampilkan dalam jendela plot. Akhirnya, fungsi `show` dipanggil untuk benar-benar menampilkan jendela plot dengan gambar yang telah disiapkan. Dengan menggunakan `Matplotlib`, script ini memungkinkan Anda untuk membaca dan menampilkan gambar secara efektif dalam lingkungan Python.



Gambar 2. Data Sample

4.2. Olah Gambar

Fungsi `detect_road_slope` memulai proses dengan membaca gambar jalan dalam skala abu-abu dari path yang diberikan menggunakan `cv2.imread`. Jika gambar tidak ditemukan, fungsi akan mencetak pesan error dan keluar. Selanjutnya, gambar diubah ukurannya menjadi 60% dari ukuran asli menggunakan `cv2.resize` untuk memastikan gambar tidak terlalu besar untuk diproses. Setelah itu, metode Otsu Thresholding diterapkan untuk melakukan binerisasi gambar, memisahkan objek dari latar belakang dengan ambang batas otomatis.

Setelah gambar dibinerisasi, deteksi tepi dilakukan menggunakan algoritma Canny, yang kemudian diikuti oleh transformasi Hough untuk mendeteksi garis dalam gambar. Garis-garis ini disaring berdasarkan posisinya (hanya garis di bagian bawah gambar yang dianggap sebagai badan jalan) dan sudut kemiringannya dihitung dalam derajat. Nilai absolut dari kemiringan ini diambil untuk menghindari hasil negatif. Garis yang memenuhi kriteria kemiringan antara 4 hingga 8 derajat disimpan. Gambar dengan garis yang terdeteksi

ditampilkan menggunakan `cv2_imshow`. Jika tidak ada kemiringan yang terdeteksi, fungsi mengembalikan `None`, tetapi jika ada, satu nilai kemiringan dari garis yang terdeteksi dikembalikan.



Gambar 3. Output Gambar

Setelah gambar diolah, hasilnya ditampilkan menggunakan perintah yang memeriksa apakah variabel `slope` memiliki nilai. Jika `slope` tidak `None`, yang berarti ada garis yang terdeteksi dengan kemiringan antara 4 dan 8 derajat, maka program akan mencetak pesan bahwa kemiringan garis terdeteksi dalam rentang tersebut, disertai dengan nilai kemiringan dalam format dua digit desimal. Perintah ini menggunakan `print` untuk menampilkan pesan dan nilai kemiringan yang terdeteksi. Sebaliknya, jika tidak ada garis yang memenuhi kriteria kemiringan tersebut, program akan mencetak pesan bahwa tidak ada garis yang terdeteksi dengan kemiringan di antara 4 dan 8 derajat, menunjukkan bahwa tidak ada hasil yang sesuai ditemukan selama proses pengolahan gambar.

```
[ ] if slope is not None:
    print("Derajat kemiringan garis terdeteksi di antara 4 dan 8 derajat:")
    print(f"{slope:.2f} derajat")
else:
    print("Tidak ada garis yang terdeteksi dengan kemiringan di antara 4 dan 8 derajat.")
```

```
Derajat kemiringan garis terdeteksi di antara 4 dan 8 derajat:
5.96 derajat
```

Gambar 4. Hasil Olah Sample

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem sederhana untuk mendeteksi kemiringan jalan menggunakan metode Otsu Thresholding. Sistem ini mampu membedakan permukaan jalan dari lingkungan sekitarnya secara akurat, memungkinkan identifikasi kemiringan jalan yang tepat. Hasil menunjukkan bahwa sistem ini dapat mendeteksi berbagai tingkat kemiringan jalan dengan efektif, yang sangat berguna untuk pemantauan dan pemeliharaan infrastruktur transportasi. Implementasi teknologi ini dapat meningkatkan keselamatan jalan dan

mengurangi risiko kerusakan jalan yang disebabkan oleh genangan air. Penggunaan metode observasi untuk pengumpulan data dan evaluasi sistem juga terbukti efektif dalam mendukung tujuan penelitian ini.

Pengembangan dataset yang lebih komprehensif dengan berbagai kondisi jalan dan pencahayaan diperlukan untuk meningkatkan keakuratan sistem. Penggunaan kombinasi metode segmentasi dan deteksi tepi lainnya seperti Canny dan Sobel dapat dioptimalkan untuk memperbaiki hasil deteksi. Uji coba sistem pada skala yang lebih besar dan dalam kondisi nyata perlu dilakukan untuk memastikan efektivitasnya dalam berbagai situasi. Penggabungan teknologi sensor lainnya, seperti LiDAR atau radar, dapat meningkatkan keakuratan deteksi kemiringan jalan. Pembuatan aplikasi mobile untuk penggunaan lapangan oleh petugas pemeliharaan jalan dapat mempermudah proses pemantauan dan perbaikan jalan.

DAFTAR REFERENSI

- Ali, S., & Abbas, M. (2021). Hybrid method for road crack detection using Otsu's thresholding and morphological image processing. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 41(3), 1795-1805. <https://content.iospress.com/articles/journal-of-intelligent-and-fuzzy-systems/ifs1795>
- Chatterjee, S., & Sengupta, A. (2019). Application of image processing techniques for road damage detection: A comparative study. *Journal of Transportation Engineering, Part B: Pavements*, 145(3), 05019004. <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/JPEODX.0000214>
- Chen, H., Liu, C., & Wang, Q. (2021). Deep learning-based road crack detection using multi-scale image fusion. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 22(5), 3161-3172. <https://doi.org/10.1109/TITS.2020.3041739>
- Chen, X., Liu, J., Wang, H., & Li, Q. (2021). Adaptive Canny and semantic segmentation networks for road crack detection. *IEEE Access*. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3053497>
- Fahriah, U., Iswandari, D. N., & Ulfa, M. I. (2023). Gambaran pengetahuan remaja tentang program pelayanan kesehatan peduli remaja (PKPR) di MAN 1 Amuntai. *Health Research Journal of Indonesia*, 1(6), 249-253. <https://doi.org/10.63004/hrji.v1i6.220>
- Hossain, M. S., & Wang, S. (2020). Automatic road crack detection using convolutional neural networks with dual loss functions. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 34(4), 04020020. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CP.1943-5487.0000899](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000899)
- Khadangi, A., & Rahmani, R. (2020). Deep learning-based road condition monitoring using UAVs. *Remote Sensing*, 12(8), 1258. <https://www.mdpi.com/2072-4292/12/8/1258>
- Kim, J., & Lee, S. (2021). Robust road crack detection using multi-layer convolutional neural networks. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 36(3), 256-270. <https://doi.org/10.1111/mice.12599>

- Li, B., Zhang, C., & Wang, T. (2021). Vision-based road slope estimation using road lines or local features. *IET Digital Library*. <https://digital-library.theiet.org/content/journals/10.1049/iet-cvi.2020.0256>
- Nguyen, H. T., & Tran, Q. V. (2019). A new method for road surface crack detection using image processing and machine learning. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 362, 13-23. <https://doi.org/10.1016/j.cam.2019.05.028>
- Nurbadlina, R. F., Shaluhiah, Z., & Suryoputro, A. (2022). Collaboration across sectors of adolescent reproductive health education assisted by the Semarang City Social Service. *Jurnal Kebidanan*, 12(1), 1-7. <https://doi.org/10.31983/jkb.v12i1.7995>
- Nurranti, N., & Werdani, E. K. (2024). Hubungan dukungan tenaga kesehatan dengan pemanfaatan PKPR (pelayanan kesehatan peduli remaja) di SMA Batik 1 Surakarta. *Universitas Muhammadiyah Surakarta*. Retrieved from <http://eprints.ums.ac.id/id/eprint/122536>
- Pham, Q. T., & Luong, N. C. (2019). Road defect detection using machine learning: A comparative study. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2019.07.008>
- Ren, Z., Yu, X., & Ma, Y. (2022). Automatic road surface defect detection using UAV images and a deep learning approach. *Remote Sensing*, 14(2), 412. <https://www.mdpi.com/2072-4292/14/2/412>
- Roy, S., & Goswami, R. (2020). Automated road crack detection using U-Net based segmentation approach. *IEEE Access*, 8, 146136-146147. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3015041>
- Setiawati, I., Zainiyah, Z., & Zainiyah, H. (2023). Optimalisasi edukasi kesehatan reproduksi remaja (PHBS). *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(3), 41-47. <https://doi.org/10.30787/gemassika.v7i1.783>
- Suh, Y. J., & Cho, D. (2019). Road surface defect detection using laser and image processing techniques. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 62, 102648. <https://doi.org/10.1016/j.jvcir.2019.102648>
- Tang, X., & Li, J. (2021). Road crack detection based on CNN using multi-spectral images. *Construction and Building Materials*, 287, 122975. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122975>
- Winarni, S., Tsamaradhia, T. A., & Rusdhianata, P. A. (2023). Pemberdayaan masyarakat dalam optimalisasi pelayanan kesehatan peduli remaja (PKPR) melalui posyandu remaja di Desa Teluk Awur. *Journal of Public Health and Community Services*, 2(1), 23-25. <https://doi.org/10.14710/jphcs.2023.17192>
- Xu, Y., & Yan, Y. (2019). Crack detection on road pavement using a morphological edge detector. *Journal of Transportation Engineering, Part B: Pavements*, 145(1), 04019001. <https://doi.org/10.1061/JPEODX.0000201>

- Yuliani, M., Yufinah, Y., & Maesaroh, M. (2021). Gambaran pembentukan kader dan pelaksanaan posyandu remaja dalam upaya peningkatan kesehatan reproduksi remaja. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(2), 266. <https://doi.org/10.31764/jpmb.v4i2.4157>
- Zhang, Y., Liu, X., & Sun, Z. (2020). Road pavement condition assessment using image processing and machine learning. *Sensors*, 20(14), 3947. <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/14/3947>
- Zhao, Y., Chen, L., & Guo, Z. (2020). A novel approach for road surface crack detection using an improved Otsu method and multi-layer filtering. *Applied Sciences*, 10(11), 3976. <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/11/3976>