



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
**UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI

Jalan Universitas No. 9A Kampus USU, Medan 20155

el/Fax: 061 8228048, e-mail: [fasilkomti@usu.ac.id](mailto:fasilkomti@usu.ac.id), laman: <http://fasilkom-ti.usu.ac.id>

**FORM PENGAJUAN JUDUL**



Nama : Pieter Tanoto

NIM : 211401015

Judul diajukan oleh\* : ☐ Dosen  
☒ Mahasiswa

Bidang Ilmu (tuliskan dua bidang) : *Computer Vision, Software Engineering*

Uji Kelayakan Judul\*\* : ☐ Diterima ☐ Ditolak

Hasil Uji Kelayakan Judul :

Dosen Pembimbing I:  
Dr. T. Henny Febriana Harumy, S.Kom., M.Kom  
NIP. 198802192019032016

Paraf Pembimbing I

Dosen Pembimbing II:  
Sri Melvani, S.Kom, M.Kom  
NIP. 198805012015042006

Paraf Pembimbing 2

Medan, 19 Februari 2025

Ka. Laboratorium Penelitian,

\* Centang salah satu atau keduanya

\*\* Pilih salah satu

( Dr.Jos Timanta Tarigan S.Kom., M.Sc )  
NIP. 198501262015041001



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
**UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI**

Jalan Universitas No. 9A Kampus USU, Medan 20155

el/Fax: 061 8228048, e-mail: fasilkomti@usu.ac.id, laman: <http://fasilkom-ti.usu.ac.id>

**RINGKASAN JUDUL YANG DIAJUKAN**

<b>Judul / Topik Skripsi</b>	Implementasi YOLOv11 dan U-Net untuk Deteksi dan Klasifikasi Tingkat Keparahan Lubang Jalan di Kota Medan
<b>Latar Belakang dan Penelitian Terdahulu</b>	<p>Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2023), sekitar 34 persen atau 185 ribu km dari total panjang jalan di Indonesia mengalami kerusakan, baik dalam kondisi rusak ringan maupun berat. Lubang-lubang pada jalan yang rusak berbentuk seperti mangkuk dengan ukuran bervariasi, semakin memperparah kondisi jalan karena air yang terkumpul dapat meresap ke dalam lapisan jalan dan mempercepat kerusakan. Kerusakan ini tidak hanya merugikan secara ekonomi tetapi juga berpotensi membahayakan keselamatan pengguna jalan, sehingga memerlukan solusi yang cepat dan efektif (Badan Pusat Statistik, 2023).</p> <p>Jalanan berlubang merupakan masalah yang terus-menerus dihadapi dan tidak akan pernah berakhir. Banyaknya aktivitas di jalanan seiring waktu menyebabkan jalan menjadi berlubang, yang berbahaya bagi pengguna jalan dan memerlukan pengecekan berkala. Secara konvensional, inspeksi dilakukan dengan cara visual langsung di lapangan, namun perkembangan teknologi memungkinkan pendeteksian lubang secara otomatis. Dalam upaya meningkatkan efektivitas pemeliharaan jalan, dibutuhkan sistem yang tidak hanya mampu mendeteksi lubang, tetapi juga mengidentifikasi tingkat keparahannya. Dengan integrasi teknologi kecerdasan buatan, sistem ini diharapkan dapat membantu proses inspeksi secara lebih akurat dan efisien (Pakpahan &amp; Dewi, 2021).</p> <p>Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh (Akbar Pradana et al., 2024) mengusulkan aplikasi berbasis Android untuk mendeteksi kerusakan jalan menggunakan kombinasi <i>Convolutional Neural Networks</i> (CNN) dan <i>Long Short-Term Memory</i> (LSTM). Model ini dilatih menggunakan dataset gambar jalanan perkotaan di Indonesia, dengan tujuan meningkatkan akurasi deteksi dan efisiensi sistem. Sementara itu, (Gabriel Vanness Kenrick Erwi et al., 2024) menggunakan algoritma YOLOv8 untuk mendeteksi kerusakan jalan secara <i>real-time</i> melalui kamera ponsel, mencapai akurasi sebesar 43,98%. Studi ini menekankan pentingnya teknologi dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan infrastruktur jalan di Indonesia.</p> <p>Dalam penelitian lain, (Pratama, 2024) menerapkan YOLOv8 dalam deteksi dan klasifikasi kerusakan jalan di Bandar Lampung. Model ini memperoleh presisi rata-rata (mAP) 87,1% dan akurasi 86,7%, memungkinkan deteksi <i>real-time</i> tanpa koneksi internet. (Surahmanto et al., 2024) juga meneliti penggunaan YOLO v5 untuk mendeteksi lubang jalan di Kota Sorong, mencapai presisi pelatihan 96,6% dan daya ingat 91%. Hasil ini menunjukkan efektivitas model deep learning dalam mendukung pengelolaan jalan yang lebih baik.</p> <p>Lebih lanjut, penelitian yang dilakukan oleh (Habibi &amp; Wibowo, 2023) menyoroti peran masyarakat dalam pelaporan kerusakan jalan melalui aplikasi Android berbasis Firebase Authentication dan Google Maps. Studi ini menyoroti bagaimana teknologi dapat meningkatkan keselamatan jalan dengan memungkinkan pelaporan kondisi jalan secara <i>real-time</i>. Sementara itu, (Sasmito et al., 2023) menggunakan YOLOv4-Tiny untuk mendeteksi kerusakan jalan dari rekaman video, mencapai akurasi keseluruhan 88% dengan integrasi GNSS untuk</p>



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
**UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI**

Jalan Universitas No. 9A Kampus USU, Medan 20155

el/Fax: 061 8228048, e-mail: [fasilkomti@usu.ac.id](mailto:fasilkomti@usu.ac.id), laman: <http://fasilkom-ti.usu.ac.id>

	<p>peningkatan akurasi lokasi.</p> <p>Beberapa penelitian lainnya juga mengusulkan pendekatan inovatif dalam deteksi kerusakan jalan. (Utami et al., 2023) mengembangkan aplikasi peringatan dini berbasis sensor dan GPS yang memberikan notifikasi kepada pengguna saat mendekati lubang jalan. (Heo et al., 2023) menyajikan algoritma deteksi lubang tanpa GPU yang dapat mengklasifikasikan tingkat keparahan lubang untuk meningkatkan kesadaran pengemudi. Selain itu, (Virgantara Putra et al., 2021) mengombinasikan CNN dengan <i>Dark Channel Prior</i> (DCP) untuk meningkatkan visibilitas dan akurasi deteksi lubang dalam kondisi berkabut, dengan hasil akurasi mencapai 97,71%.</p> <p>Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, berbagai metode telah diterapkan untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan kerusakan jalan di Indonesia. (Sadewa et al., 2024) menggabungkan SSD-MobileNet dan U-Net untuk mendeteksi lubang jalan, mencapai akurasi 93% dalam deteksi dan 80% dalam penilaian tingkat keparahan. (Sasmito et al., 2023) menerapkan YOLOv4-Tiny dalam mendeteksi kerusakan jalan di Kota Semarang, menghasilkan akurasi keseluruhan sebesar 88%.</p> <p>Namun, tantangan utama yang belum sepenuhnya teratasi adalah peningkatan akurasi dan efisiensi dalam deteksi serta klasifikasi tingkat keparahan lubang jalan, khususnya di Kota Medan. Meskipun metode seperti SSD-MobileNet dan YOLO telah menunjukkan hasil yang menjanjikan, penerapan versi terbaru seperti YOLOv11 belum dieksplorasi secara mendalam. Selain itu, integrasi antara deteksi objek dan segmentasi gambar untuk penilaian tingkat keparahan kerusakan masih terbatas.</p> <p>Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan sistem deteksi dan klasifikasi tingkat keparahan lubang jalan di Kota Medan dengan memanfaatkan teknologi YOLOv11 untuk deteksi dan U-Net untuk segmentasi serta penilaian kerusakan. Sistem ini diharapkan mampu meningkatkan akurasi dalam identifikasi lubang jalan serta efisiensi dalam klasifikasi tingkat keparahan kerusakan, sehingga dapat mendukung upaya perbaikan dan pemeliharaan infrastruktur jalan secara lebih efektif. Pengujian akan dilakukan menggunakan dataset citra jalan yang mencakup berbagai kondisi kerusakan, dengan evaluasi berdasarkan tingkat akurasi deteksi objek oleh YOLOv11 dan efektivitas segmentasi oleh U-Net. Model akan dibandingkan dengan metode konvensional untuk menilai peningkatan kinerja dalam mendeteksi serta mengklasifikasikan lubang jalan secara otomatis. Pustaka <i>deep learning</i> dan <i>framework</i> berbasis <i>Computer Vision</i> akan digunakan dalam pengembangan sistem. Jika tujuan penelitian tercapai, hasilnya dapat memberikan kontribusi bagi instansi terkait dalam pengelolaan infrastruktur jalan dengan sistem yang lebih cepat, akurat, dan efisien. Dengan demikian, penelitian ini, berjudul "Implementasi YOLOv11 dan U-Net untuk Deteksi dan Klasifikasi Tingkat Keparahan Lubang Jalan di Kota Medan", diharapkan memberikan kontribusi signifikan dalam pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan untuk meningkatkan efektivitas pemeliharaan infrastruktur jalan.</p>
<b>Rumusan Masalah</b>	Kota Medan menghadapi permasalahan serius terkait banyaknya lubang jalan yang tidak hanya membahayakan keselamatan pengendara tetapi juga



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA

FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI

Jalan Universitas No. 9A Kampus USU, Medan 20155

el/Fax: 061 8228048, e-mail: fasilkomti@usu.ac.id, laman: <http://fasilkom-ti.usu.ac.id>

	<p>mengurangi kenyamanan dalam berkendara. Lubang-lubang tersebut sering kali tidak terdeteksi dan dilaporkan dengan cepat, sehingga penanganannya menjadi lambat dan berpotensi menimbulkan risiko kecelakaan. Selama ini, pelaporan lubang jalan masih mengandalkan metode manual yang kurang efisien dan akurat, menyebabkan keterlambatan dalam proses perbaikan. Di sisi lain, belum ada sistem yang memadukan teknologi canggih untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan tingkat keparahan lubang jalan secara otomatis. Oleh karena itu, diperlukan solusi berbasis teknologi, seperti implementasi YOLOv11 dan U-Net dalam aplikasi <i>mobile</i>, yang dapat meningkatkan efisiensi dalam identifikasi, pelaporan, dan pemantauan kondisi jalan. Aplikasi berbasis <i>mobile</i> ini memungkinkan pengguna untuk secara langsung mendeteksi serta melaporkan lubang jalan dengan lebih cepat dan akurat, sehingga dapat membantu mengurangi dampak negatif dari lubang jalan terhadap keselamatan dan kenyamanan pengendara di Kota Medan.</p>
<b>Metodologi</b>	<p>Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Studi Pustaka Tahap ini dilakukan dengan mengumpulkan referensi dari berbagai sumber terpercaya, seperti jurnal ilmiah, buku, artikel, makalah, dan situs web yang berkaitan dengan deteksi objek menggunakan YOLOv11 serta segmentasi citra menggunakan U-Net. Studi pustaka juga mencakup penelitian terkait sistem pelaporan infrastruktur berbasis <i>mobile</i> serta metode klasifikasi tingkat keparahan lubang jalan.</li><li>2. Analisa dan Perancangan Berdasarkan ruang lingkup penelitian, penulis melakukan analisis terhadap kebutuhan sistem, termasuk dataset, parameter model, serta metode yang digunakan. Perancangan dilakukan dengan menyusun diagram alur (<i>flowchart</i>) yang menggambarkan proses dari input citra, deteksi lubang jalan, segmentasi area lubang, klasifikasi tingkat keparahan, hingga pelaporan dalam sistem berbasis <i>mobile</i>.</li><li>3. Implementasi Implementasi dilakukan dengan mengembangkan model YOLOv11 untuk deteksi lubang jalan dan U-Net untuk segmentasi serta klasifikasi tingkat keparahan. Pengembangan dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python dan <i>framework</i> seperti TensorFlow atau PyTorch. Setelah model dilatih, sistem diintegrasikan ke dalam aplikasi pelaporan berbasis <i>mobile</i> agar pengguna dapat mengakses hasil deteksi secara <i>real-time</i>.</li><li>4. Pengujian Sistem yang telah dikembangkan kemudian diuji untuk memastikan keakuratan dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan lubang jalan. Pengujian dilakukan dengan menggunakan dataset uji yang belum pernah digunakan atau dengan pengambilan gambar langsung ke jalanan Kota Medan guna menilai performa model dalam kondisi nyata. Evaluasi dilakukan dengan mengukur metrik seperti akurasi, presisi, <i>recall</i>, dan <i>F1</i>-</li></ol>

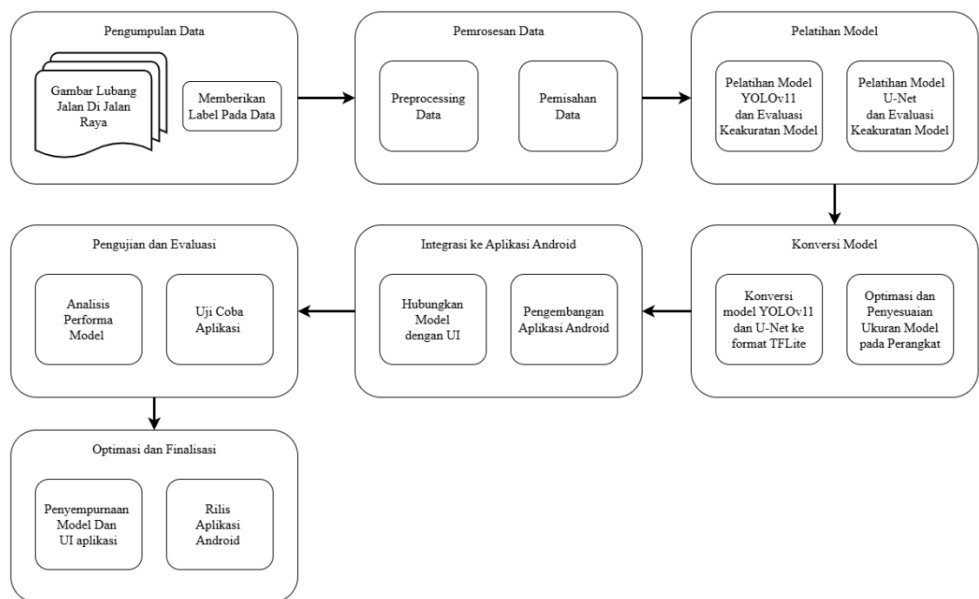




*score* untuk menilai efektivitas sistem dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan lubang jalan sesuai tingkat keparahannya. Jika ditemukan kekurangan, model akan disempurnakan melalui proses *fine-tuning* dan optimasi parameter.

##### 5. Dokumentasi

Pada tahap ini, seluruh proses penelitian yang telah dilakukan mulai dari studi pustaka, analisis dan perancangan, implementasi, hingga pengujian dan evaluasi didokumentasikan dalam bentuk skripsi.



Gambar.1 Arsitektur Umum Sistem

Pengembangan sistem ini diawali dengan pengumpulan data, di mana gambar dan video jalan berlubang di Kota Medan dikumpulkan sebagai dataset utama. Data ini kemudian diberi label menggunakan anotasi objek dalam format YOLO untuk deteksi lubang serta segmentasi menggunakan U-Net untuk klasifikasi tingkat keparahan. *Labeling* dilakukan secara manual atau dengan bantuan alat anotasi untuk memastikan akurasi dalam pelatihan model. Dataset yang berkualitas sangat penting karena akan berpengaruh langsung terhadap performa model dalam mengenali dan mengklasifikasikan lubang jalan secara efektif.

Setelah data terkumpul, dilakukan pemrosesan data, termasuk *preprocessing* seperti *resizing* gambar, augmentasi untuk meningkatkan variasi data, serta normalisasi agar model dapat mengenali pola secara lebih akurat. Dataset kemudian dibagi menjadi tiga bagian: *training set* untuk melatih model, *validation set* untuk menyesuaikan parameter model, dan *test set* untuk mengevaluasi kinerjanya. Selanjutnya, pelatihan model dilakukan dalam dua tahap utama: YOLOv11 digunakan untuk mendeteksi lubang jalan berdasarkan *bounding box* yang telah dianotasi, sementara U-Net digunakan untuk segmentasi gambar guna menentukan tingkat keparahan kerusakan jalan. Kinerja model YOLOv11 diukur dengan *mean Average Precision (mAP)*,



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA

FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI

Jalan Universitas No. 9A Kampus USU, Medan 20155

el/Fax: 061 8228048, e-mail: fasilkomti@usu.ac.id, laman: <http://fasilkom-ti.usu.ac.id>

	<p>sedangkan U-Net dievaluasi menggunakan metrik seperti <i>Intersection over Union (IoU)</i> dan <i>Dice Coefficient</i>.</p> <p>Setelah model selesai dilatih dan diuji, tahap berikutnya adalah konversi ke format TensorFlow Lite (TFLite) agar dapat diintegrasikan ke dalam aplikasi Android. Konversi ini mencakup optimasi model dengan teknik <i>quantization</i> dan <i>pruning</i> untuk mengurangi ukuran model serta meningkatkan kecepatan inferensi di perangkat seluler. Model yang telah dikonversi kemudian diimplementasikan dalam aplikasi Android menggunakan TensorFlow Lite Interpreter. Aplikasi ini dirancang agar dapat menerima input dari kamera atau galeri, kemudian menampilkan hasil deteksi lubang jalan serta klasifikasi tingkat keparahannya dalam antarmuka pengguna.</p> <p>Tahap terakhir adalah pengujian dan evaluasi, di mana aplikasi diuji menggunakan data nyata untuk memastikan performa model tetap optimal dalam kondisi lapangan. Performa aplikasi dianalisis berdasarkan kecepatan inferensi, akurasi deteksi, serta kenyamanan pengguna dalam mengoperasikan aplikasi. Jika ditemukan kekurangan, dilakukan optimasi lebih lanjut baik dari segi model maupun antarmuka pengguna. Setelah semua aspek diperbaiki dan diuji dengan baik, aplikasi siap untuk dirilis dan digunakan sebagai alat bantu dalam deteksi serta pemeliharaan infrastruktur jalan secara lebih efisien.</p>
Referensi	<p>Badan Pusat Statistik. (2023). Statistik Transportasi Darat 2023. Jakarta: <i>Badan Pusat Statistik</i>. Diakses dari <a href="https://www.bps.go.id">https://www.bps.go.id</a>.</p> <p>Sadewa, R. D., Via, Y. V., &amp; Nurlaili, A. L. (2024). IMPLEMENTASI SSD-MOBILENET DAN U-NET UNTUK DETEKSI DAN PENILAIAN TINGKAT KEPARAHAN PADA APLIKASI PELAPORAN JALAN BERLUBANG. <i>Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan</i>, 12(3S1). <a href="https://doi.org/10.23960/jitet.v12i3S1.5320">https://doi.org/10.23960/jitet.v12i3S1.5320</a></p> <p>Pradana, I. A., Dijah, R. A., &amp; Sihananto, A. N. (2024). Pengembangan Aplikasi Pendeteksi Keretakan Jalan Berbasis Android dengan Implementasi Algoritma Hybrid CNN-LSTM. <i>JIFOSI</i>, 5(2), 1-10.</p> <p>Vanness Kenrick Erwi, S. G. (2024). Implementasi Deteksi Objek Pada Jalan Rusak Menggunakan Metode YOLOv8. <i>Buletin Ilmiah Informatika Teknologi</i>, 3(1), 1–9. <a href="https://doi.org/10.58369/biit.v2i3.76">https://doi.org/10.58369/biit.v2i3.76</a></p> <p>Rendy, F. A. P. (2024). DETEKSI DAN KLASIFIKASI JALAN RUSAK DI BANDAR LAMPUNG MENGGUNAKAN YOLOv8.</p> <p>Surahmanto, M., Aras, S., Adhim, M. R. I., &amp; Ussalama, P. (2024). Deteksi Jalan Berlubang Menggunakan Algoritma YOLOv5. <i>Journal of Digital Business and Information Technology</i>, 1(1), 1–8. <a href="https://doi.org/10.23971/jobit.v1i1.198">https://doi.org/10.23971/jobit.v1i1.198</a></p> <p>Habibi, M. B., &amp; Wibowo, S. (2023, July). Pengembangan Aplikasi Deteksi Kerusakan Lubang Jalan Berbasis Android. In <i>Prosiding Seminar Nasional Informatika</i> (Vol. 1, No. 1, pp. 260-267).</p> <p>Sasmito, B., Setiadji, B. H., &amp; Isnanto, R. (2023). Deteksi Kerusakan Jalan Menggunakan Pengolahan Citra Deep Learning di Kota Semarang. <i>TEKNIK</i>,</p>



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
**UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI**

Jalan Universitas No. 9A Kampus USU, Medan 20155

el/Fax: 061 8228048, e-mail: fasilkomti@usu.ac.id, laman: <http://fasilkom-ti.usu.ac.id>

44(1), 7–14. <https://doi.org/10.14710/teknik.v44i1.51908>

Utami, A. R., Hasanah, B., & Harun, R. F. (2023). PENERAPAN APLIKASI PERINGATAN DINI JALAN BERLUBANG BERBASIS ANDROID. *Jurnal Elektro dan Telekomunikasi Terapan (e-Journal)*, 10(2), 113–123. <https://doi.org/10.25124/jett.v10i2.6704>

Heo, D. H., Choi, J. Y., Kim, S. B., Tak, T. O., & Zhang, S. P. (2023). Image-Based Pothole Detection Using Multi-Scale Feature Network and Risk Assessment. *Electronics (Switzerland)*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/electronics12040826>

Pakpahan, I. B., & Dewi, I. C. (2021). Pendeteksian Lubang Pada Jalanan Menggunakan Metode SSD-MobileNet. *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*, 11(2), 213–222. <https://doi.org/10.22146/ijeis.60157>

Wijaya, A. T., Putra, O. V., & Umami, J. (2021). Deteksi Jalan Berlubang Pada Citra Berkabut Menggunakan Convolutional Neural Network Dan Dark Channel Prior. *Prosiding Sains Nasional dan Teknologi*, 1(1).

Supriyanto, A. B. (2020). Penerapan Metode *You Only Look Once* (YOLO) untuk Pengenalan Kerusakan Jalan dari Data Video.

Medan, 19 Februari 2024  
Mahasiswa yang mengajukan,

( Pieter Tanoto )

NIM. 211401015