

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan merupakan salah satu aspek penting yang sangat dibutuhkan dalam keberlangsungan hidup suatu masyarakat. Keberadaannya sangat berguna dalam menghubungkan satu tempat dengan tempat lainnya. Dengan adanya jalan yang secara kuantitas maupun kualitas bagus maka sarana transportasi ini akan sangat menunjang kemajuan suatu daerah di berbagai aspek baik dari segi ekonomi, sosial, dan politik. Oleh karena itu, prasarana transportasi ini harus dibangun dengan baik agar dapat memberikan tingkat pelayanan yang prima, karena akan meningkatkan aksesibilitas antar wilayah yang tinggi dan juga dapat memberikan keamanan dan kenyamanan bagi para penggunanya dalam berkendara (Kurrahman, 2021; Wicaksono et al., 2014).

Mubarak (2016) menyatakan bahwa jalan merupakan prasarana transportasi darat yang memiliki peranan sangat penting dalam sektor perhubungan darat, yang dapat mendukung kesinambungan distribusi barang dan jasa dalam mendorong pertumbuhan ekonomi di suatu daerah. Akan tetapi jalan yang terus menerus dilalui oleh volume lalu lintas kendaraan yang tinggi dapat menyebabkan menurunnya kualitas dari permukaan jalan tersebut, sehingga menjadi tidak nyaman dan tidak aman lagi untuk dilalui oleh pengendara. Kerusakan pada jalan akan menimbulkan banyak kerugian yang dapat dirasakan oleh pengguna secara langsung, karena sudah pasti akan menghambat laju kendaraan dan tidak akan nyaman lagi untuk dilalui oleh pengendara, selain itu kerusakan pada jalan pun dapat menyebabkan korban jika tidak segera ditangani oleh instansi yang berwenang (Kurrahman, 2021).

Selain akibat dari tingginya volume arus lalu lintas kendaraan, kerusakan permukaan jalan juga sangat dipengaruhi oleh standar konstruksi jalan, beban lalu

lintas, pemeliharaan jalan serta lingkungan alam sekitar jalan (Cahyono, 2012). Fakta membuktikan kecelakaan lalu lintas merupakan salah satu penyebab kematian terbesar di Indonesia (Wicaksono et al., 2014). Menurut data dari Badan Pusat Statistik (2019) dalam kurun waktu 3 tahun dari tahun 2017-2019 telah terjadi 329.953 kasus kecelakaan lalu lintas dengan jumlah korban jiwa mencapai 85.837 dan sebagian kecil diantara-Nya disebabkan oleh permukaan jalan yang rusak (Detik, 2021; Kompas TV, 2021).

Kerugian lainnya yang disebabkan oleh kerusakan permukaan jalan yaitu terjadinya pemborosan anggaran pemeliharaan jalan. Kurrahman (2021) dan Lasarus dkk. (2020) menyatakan bahwa anggaran perbaikan kerusakan jalan yang dikucurkan oleh pemerintah pada tahun 2018 telah mencapai Rp. 23,7 triliun untuk merehabilitasi jalan sepanjang 154.576 Km. Pengeluaran untuk merehabilitasi jalan tersebut merupakan nilai yang tidak sedikit, sehingga harus dilakukan pengecekan kondisi perkerasan permukaan jalan untuk menentukan metode penanganan yang sesuai di waktu yang tepat.

Lasarus dkk. (2020) menyatakan bahwa kerusakan jalan harus diberikan pemeliharaan dan penanganan secepatnya sebelum kondisi perkerasan permukaan jalan semakin memburuk sehingga biaya yang dikeluarkan pun tidak membengkak. Kondisi perkerasan permukaan jalan akan mengalami penurunan kualitas dan tingkat pelayanannya sejalan dengan bertambahnya umur layan dan beban lalu lintas.

Langkah pertama dalam pemeliharaan jalan adalah dengan mengidentifikasi kerusakan jalan. Ini akan membantu dalam memutuskan tindakan apa yang perlu diambil. Prosedur penentuan kondisi kerusakan suatu jalan dapat dilakukan secara manual dan otomatis. Cara manual dapat dilakukan dengan cara berjalan kaki menyusuri jalan, memotret kerusakan jalan dengan kamera, mengukur area kerusakan, menentukan tingkat kerusakan menurut jenis kerusakan jalan, kemudian menghitung dan menuliskannya dalam bentuk laporan (Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2011). Proses ini sangat memakan waktu, tenaga dan biaya. Apalagi petugas harus menyusuri ruas jalan, hal ini dapat

membahayakan petugas. Selain itu, metode ini juga rawan akan subjektivitas, sehingga dapat memberikan hasil yang berbeda-beda antar petugas dengan petugas lainnya.

Sedangkan pengidentifikasian secara otomatis dapat dilakukan dengan bantuan alat yang dapat mengambil data citra/gambar dari kondisi suatu jalan dan secara otomatis dapat membedakan jenis kerusakan jalan, letak kerusakan jalan dalam citra/gambar serta dapat menghitung tingkat kerusakan jalan sesuai dengan jenis kerusakan jalan tersebut. Metode ini lebih efektif dan efisien, juga metode ini lebih obyektif dan aman dalam upaya pemeliharaan jalan.

Pengidentifikasian kerusakan jalan secara otomatis pernah diteliti sebelumnya oleh Aditya Rosyady dkk. (2021) dan Syah dkk. (2019) dengan pendekatan *Internet of Things* (IoT). Pada penelitiannya, digunakan sensor-sensor untuk mengambil data luasan kerusakan lubang dan kedalaman lubang, kemudian data tersebut akan diproses oleh *mini computer* untuk menentukan apakah data tersebut merupakan data jalan dengan kerusakan lubang atau bukan. Akan tetapi penggunaan sensor-sensor dan *mini computer* tersebut dapat meningkatkan biaya dalam proses pengidentifikasian kerusakan jalan. Selain itu, pada penelitiannya jenis kerusakan jalan yang dapat diidentifikasi hanya sebatas jenis kerusakan lubang saja.

Kemudian pada penelitian lain mengenai identifikasi kerusakan jalan, Handoyo (2011) menggunakan metode *fuzzy c-means clustering* untuk mengelompokkan jenis kerusakan jalan dengan berbagai macam masukkan data mengenai kondisi jalan seperti kekuatan/perkerasan jalan, volume rata-rata lalu lintas harian, dan beban kendaraan. Namun, penggunaan berbagai macam masukkan data tersebut dinilai kurang efektif, terlebih diperlukan pengamatan dengan seksama dalam menghitung jumlah kendaraan yang melintas pada ruas jalan untuk menghitung volume rata-rata lalu lintas harian. Selain itu, hasil pengelompokan pun dinilai kurang representatif karena tidak dapat menggambarkan jenis kerusakan seperti kerusakan lubang atau retak.

Pada beberapa penelitian lainnya mengenai identifikasi kerusakan jalan secara otomatis seperti pada penelitian (Ale et al., 2019; L. Li et al., 2022; Pakpahan & Dewi, 2021), digunakan pendekatan *object detection* berbasis *deep learning*. Pada prosesnya, pendekatan *object detection* berbasis *deep learning* ini hanya menggunakan data masukan berupa gambar saja untuk mengidentifikasi kerusakan jalan. Jika dibandingkan dengan penelitian menggunakan pendekatan *Internet of Things* dan *fuzzy c-means clustering* yang telah dijelaskan sebelumnya, maka dapat dinilai bahwa identifikasi kerusakan jalan secara otomatis menggunakan pendekatan *object detection* berbasis *deep learning* merupakan metode yang lebih hemat biaya dan juga efisien karena tidak memerlukan alat tambahan seperti sensor atau *mini computer* dan juga data masukan yang digunakan hanya data gambar saja.

Pada penelitian mengenai identifikasi kerusakan jalan secara otomatis, Pakpahan dan Dewi (2021) menggunakan model arsitektur *Single Shot Detector* (SSD) dalam penelitiannya dan hasil yang didapatkan dari penelitian ini yaitu nilai akurasi sebesar 53%, presisi sebesar 95%, *recall* sebesar 55% dan *F1-score* sebesar 69%. Pada penelitian yang dilakukan oleh Ale dkk. (2019) digunakan model arsitektur RetinaNet dan hasil yang didapatkan pada penelitian ini yaitu nilai *mean average precision* (mAP) mencapai 0.8279 atau 82.79% dengan rata-rata waktu prediksi sebesar 0.5 detik. Kemudian pada penelitian lainnya, L. Li dkk. (2022) menggunakan model arsitektur YOLOv4 untuk mengidentifikasi kerusakan jalan, pada penelitian yang dilakukannya menghasilkan nilai mAP sebesar 82.51%, *F1-score* sebesar 68% dan rata-rata *frame per second* (FPS) sebesar 6.52 FPS. Akan tetapi pada penelitian-penelitian tersebut digunakan dataset yang berbeda-beda untuk mengukur performa model yang diimplementasikan pada penelitian mereka.

Saat penulis melakukan penelitian ini, telah muncul model *object detection* terbaru yaitu *YOLOv7: Trainable bag-of-freebies sets new state-of-the-art for real-time object detectors* (C.-Y. Wang, Bochkovskiy, et al., 2022). Pada penelitiannya, disebutkan bahwa model arsitektur YOLOv7 merupakan model *object detection* terbaik saat ini dibandingkan model-model lainnya jika diukur menggunakan dataset *benchmark* Microsoft COCO (Lin et al., 2014) yang merupakan standar

dataset yang paling umum digunakan untuk mengukur performa model *object detection*.

Berdasarkan latar belakang tersebut, dalam penelitian ini akan diimplementasikan model pendeteksi kerusakan pada permukaan jalan menggunakan YOLOv7, *Single Shot Detector* (SSD), RetinaNet, dan juga Scaled YOLOv4 menggunakan dataset gambar kerusakan jalan yang sama untuk mengukur performa dari model-model tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan di atas, rumusan masalah yang menjadi fokus pada pembahasan dalam proposal ini adalah:

1. Bagaimana membangun dataset yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah deteksi objek kerusakan jalan berdasarkan data gambar kerusakan jalan yang didapatkan dari Dinas Bina Marga dan Penataan Ruang Provinsi Jawa Barat?
2. Bagaimana model YOLOv7, *Single Shot Detector* (SSD), RetinaNet, Scaled YOLOv4 dalam mendeteksi kerusakan pada permukaan jalan berbasis citra digital?
3. Bagaimana hasil *average precision* (AP), *precision*, *recall*, dan *F1-score* model YOLOv7, *Single Shot Detector* (SSD), RetinaNet, Scaled YOLOv4 dalam mendeteksi kerusakan pada permukaan jalan berbasis citra digital?
4. Bagaimana hasil waktu komputasi model YOLOv7, *Single Shot Detector* (SSD), RetinaNet, Scaled YOLOv4 dalam mendeteksi kerusakan pada permukaan jalan berbasis citra digital?
5. Bagaimana perbandingan pengaruh perbedaan arsitektur YOLOv7, *Single Shot Detector* (SSD), RetinaNet, Scaled YOLOv4 terhadap *average precision* (AP) dan waktu komputasi dalam mendeteksi kerusakan pada permukaan jalan berbasis citra digital?

1.3 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah yang telah dituliskan sebelumnya, terdapat beberapa tujuan dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Membangun dataset yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah deteksi objek kerusakan jalan berdasarkan data gambar kerusakan jalan yang didapatkan dari Dinas Bina Marga dan Penataan Ruang Provinsi Jawa Barat.
2. Mengimplementasi model YOLOv7, *Single Shot Detector* (SSD), RetinaNet, Scaled YOLOv4 yang dapat digunakan dalam melakukan mendeteksi kerusakan pada permukaan jalan.
3. Menganalisis kinerja model YOLOv7, *Single Shot Detector* (SSD), RetinaNet, Scaled YOLOv4 dalam mendeteksi kerusakan pada permukaan jalan.
4. Menganalisis perbandingan pengaruh perbedaan arsitektur YOLOv7, *Single Shot Detector* (SSD), RetinaNet, Scaled YOLOv4 terhadap *average precision* (AP) dan waktu komputasi dalam mendeteksi kerusakan pada permukaan jalan berbasis citra digital.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian dalam penelitian ini adalah:

1. Menghasilkan model YOLOv7, SSD, RetinaNet dan Scaled YOLOv4 yang dapat digunakan untuk mendeteksi objek kerusakan pada permukaan jalan berbasis citra digital.
2. Mengetahui perbandingan kinerja model YOLOv7, SSD, RetinaNet dan Scaled YOLOv4 dalam mendeteksi objek kerusakan pada permukaan jalan berbasis citra digital.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah sangat diperlukan agar pembahasan tidak terlalu luas. Karena studi kasus yang diteliti begitu luas maka penelitian ini menggunakan batasan sebagai berikut:

- Penelitian ini hanya mengimplementasi model untuk mendeteksi objek kerusakan pada permukaan jalan berbasis citra digital.
- Jenis kerusakan yang dideteksi hanya kerusakan retak dan lubang saja, mengabaikan karakteristik khusus kerusakan retak dan lubang seperti retak *longitudinal*, retak *transversal*, retak *alligator*, dan lain-lain. Juga mengabaikan jenis kerusakan lainnya seperti yang tertera pada standar umum Kementerian PUPR tahun 2011.
- Data yang digunakan merupakan data kerusakan di ruas jalan provinsi di wilayah Provinsi Jawa Barat.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini disesuaikan dengan sistematika penulisan yang telah ditetapkan agar dapat dengan mudah dipahami secara keseluruhan. Sistematika penulisan skripsi ini tersusun sebagai berikut:

a) BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memuat tentang latar belakang mengenai pentingnya pemeliharaan kondisi jalan secara otomatis karena jalan merupakan salah satu pilar utama dalam menunjang kemajuan suatu daerah di berbagai aspek baik dari segi ekonomi, sosial, dan politik dan pemeliharaan kondisi jalan secara manual sangatlah memakan waktu dan biaya yang cukup besar, terlebih dengan cara manual maka petugas harus menyusuri jalan yang dimana hal tersebut dapat membahayakan keselamatan petugas, oleh karena itu pendeteksi kerusakan jalan secara otomatis sangatlah bermanfaat karena dapat meminimalisir biaya dan waktu yang diperlukan dalam pemeliharaan jalan. Kemudian dalam bab ini juga membahas mengenai metode-metode yang pernah digunakan seperti metode

clustering dan klasifikasi dalam pendeteksi kerusakan jalan dan membandingkan metode-metode tersebut dengan metode berbasis *object detection*. Selain itu bab ini juga memuat mengenai rumusan masalah yang diangkat, tujuan diadakannya penelitian, batasan masalah yang diangkat, manfaat diadakannya penelitian beserta sistematika penulisan penelitian yang diadakan.

b) BAB II KAJIAN PUSTAKA

Bab ini memuat tentang dasar teori yang digunakan sebagai landasan selama melaksanakan penelitian. Dasar teori yang terdapat pada bab ini ialah mengenai kerusakan jalan, *computer vision*, *object detection*, *machine learning*, *artificial neural network*, *deep learning*, *convolutional neural network*, *you only look once* (YOLO).

c) BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini memuat tentang penjelasan tahapan-tahapan dalam rancangan penelitian beserta analisis kebutuhan selama pelaksanaan penelitian.

d) BAB IV HASIL DAN PENELITIAN

Bab ini memuat tentang hasil dan pembahasan dari setiap langkah yang dilakukan dalam penelitian.

e) BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan hasil validasi mesin dan temuan saat penelitian yang akan menjawab rumusan masalah dari penelitian serta saran bagi peneliti selanjutnya apabila melakukan penelitian serupa.