

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan, manfaat, dan struktur organisasi penelitian. Pendahuluan diawali dengan uraian mengenai pentingnya deteksi kondisi permukaan jalan untuk mendukung kinerja, keselamatan, dan kenyamanan kendaraan. Pembahasan dilanjutkan dengan tinjauan singkat berbagai pendekatan yang telah digunakan dalam penelitian sebelumnya, baik berbasis sensor visual maupun non-visual, beserta keterbatasannya. Selanjutnya dipaparkan kebaruan penelitian ini, yaitu penggunaan data arus dan tegangan dari motor DC kemudi sebagai variabel utama dalam membangun model prediksi jenis jalan menggunakan algoritma *Supervised Learning*. Bagian ini juga menjelaskan rumusan masalah yang menjadi fokus penelitian, tujuan yang ingin dicapai, batasan penelitian, manfaat yang diharapkan, serta struktur penulisan skripsi secara keseluruhan.

1.1 Latar Belakang Penelitian

Kondisi permukaan jalan merupakan aspek krusial dalam mendukung performa kendaraan, serta keselamatan dan kenyamanan selama berkendara. Dengan mengenali jenis permukaan jalan secara akurat, kendaraan dapat menyesuaikan sistem suspensi dan dinamika gerakannya secara otomatis. Penyesuaian ini tidak hanya meningkatkan kenyamanan pengemudi, tetapi juga berperan penting dalam menjaga stabilitas kendaraan dan mencegah potensi kecelakaan. Terlebih lagi, permukaan jalan yang buruk dapat memengaruhi karakteristik teknis kendaraan secara signifikan, seperti pada sistem kemudi, pengereman, dan pengendalian arah. Oleh karena itu, deteksi dini terhadap kondisi permukaan jalan menjadi sangat penting [1], [2].

Seiring berkembangnya teknologi, berbagai pendekatan telah diterapkan untuk mendeteksi atau mengklasifikasi jenis permukaan jalan. Salah satu pendekatan yang umum digunakan adalah berbasis visual, seperti kamera atau citra satelit. Namun, pendekatan ini memiliki berbagai keterbatasan, terutama dalam kondisi lingkungan yang tidak ideal, seperti pencahayaan rendah, hujan, kabut, atau gambar

buram. Keterbatasan tersebut mendorong perlunya pendekatan alternatif yang tidak bergantung pada sensor visual dan tetap andal dalam berbagai kondisi lingkungan [3].

Salah satu pendekatan non-visual yang mulai diperhatikan adalah penggunaan data dari komponen mekanikal-elektrikal kendaraan itu sendiri, seperti data arus dan tegangan pada motor DC sistem kemudi. Saat kendaraan bergerak melewati permukaan jalan yang berbeda, beban kerja motor kemudi akan berubah, dan hal ini secara langsung memengaruhi arus serta tegangan yang mengalir pada motor tersebut. Pola perubahan sinyal ini dapat dimanfaatkan untuk mengidentifikasi jenis jalan [4]. Dengan mengenali karakteristik sinyal dari kondisi permukaan yang berbeda seperti jalan halus, kasar, atau berbatu serta model prediksi dapat dilatih untuk melakukan klasifikasi dengan lebih efisien dan tahan terhadap gangguan.

Setiap jalan tentunya memiliki karakteristik yang berbeda-beda, seperti jalan yang memiliki permukaan halus atau kasar, tentunya diperlukan penyesuaian dalam menjaga stabilitas kendaraan dan mencegah kecelakaan. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk memprediksi jenis jalan menggunakan berbagai metode. Salah satu penelitian terdahulu menggunakan *Deep Neural Network* dengan dataset yang diambil dari kamera, menghasilkan akurasi 88,3%. Namun, pada penelitian ini masih kesulitan dalam membedakan jalan berbatu kerikil dalam kondisi basah dan kering, serta masalah dengan pencahayaan yang kurang dan gambar yang blur [5].

Selain DNN, algoritma yang sering digunakan untuk prediksi jenis jalan yaitu algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN). Salah satu penerapannya memanfaatkan dataset dari kamera, namun metode ini rentan terhadap variasi pencahayaan, seperti bayangan dan silau matahari, yang dapat memengaruhi akurasi dalam mendeteksi jenis permukaan jalan. Pendekatan lain memanfaatkan dataset berukuran 1,267,818 dari *OpenStreetMap* (OSM) dan citra satelit resolusi tinggi, yang mampu mencapai rata-rata akurasi 0.90. Meskipun demikian, metode ini masih memiliki keterbatasan dalam klasifikasi yang lebih spesifik, terutama untuk jenis jalan yang sulit dideteksi dari citra satelit [6],[7].

Sistem klasifikasi kondisi permukaan jalan telah dikembangkan menggunakan algoritma CNN dan Gai-ReLU untuk meningkatkan akurasi dan stabilitas dalam

pengenalan citra. Metode ini mengklasifikasikan lima jenis jalan berbeda, yaitu kering, basah, bersalju, licin tertutup es, dan berlumpur. Hasilnya menunjukkan bahwa CNN dengan Gai-ReLU mampu mencapai akurasi 94,89%, lebih tinggi dibandingkan penggunaan fungsi aktivasi lain seperti ReLU dan *leaky ReLU* [8].

Algoritma *Supervised Learning* merupakan metode dalam *machine learning* yang memanfaatkan data yang telah diberi label. Data yang sudah diberi label kemudian dilatih, sehingga menjadi model yang dapat mengklasifikasikan atau memprediksi suatu kasus dengan nilai akurasi yang baik [9]. Algoritma ini juga dapat digunakan untuk prediksi jenis jalan. Penggunaan *Support Vector Machine* (SVM) dengan *kernel Gaussian* mampu mengklasifikasikan permukaan jalan secara akurat hingga mencapai akurasi 100% pada data uji di kondisi cuaca tertentu. Penelitian lainnya yang melakukan perbandingan algoritma SVM dengan *Naive Bayes* (NB) menggunakan 750 gambar yang diambil dari *Google Street View*, hasilnya SVM mendapatkan akurasi paling baik dengan akurasi 88% sedangkan NB mendapatkan akurasi 84%. Sementara itu, penelitian yang melakukan perbandingan empat algoritma klasifikasi berbeda yaitu CNN, SVM, *K-Nearest Neighbor*, dan NB menunjukkan bahwa KNN menghasilkan akurasi tertinggi sebesar 78% dari *dataset* gambar yang digunakan [10]–[12].

Selain kamera, sensor *accelerometer* dan *gyroscope* juga digunakan dalam beberapa penelitian, seperti pada penelitian yang mengembangkan sistem menggunakan Raspberry Pi 3B+ dan sensor MPU9250 untuk mendeteksi jenis jalan. Metode yang digunakan untuk pengumpulan data dari *accelerometer* dan *gyroscope* pada sensor MPU9250. Penelitian ini menggunakan data berlabel dengan algoritma *Gradient Boosting Decision Tree* (GBDT), hasilnya menunjukkan bahwa algoritma tersebut memiliki akurasi sebesar 97,92% [4].

Penggunaan data pada sistem kemudi umumnya digunakan untuk prediksi sudut kemudi kendaraan. Dalam sebuah penelitian, telah dibuat model berbasis *end-to-end* untuk prediksi sudut kemudi dan kecepatan kendaraan. Tiga jenis data digunakan, yaitu citra jalan, kecepatan kendaraan, dan sudut kemudi yang kemudian difusi menggunakan modul *Local Attention-Based Feature Fusion Module* (LA-FFM). Dengan memanfaatkan *dataset Udacity Challenge II* yang

berisi lebih dari 33,000 *frame*, model tersebut mencapai RMSE sebesar 0,030 untuk sudut kemudi dan 0,084 untuk kecepatan, yang menunjukkan kinerja lebih baik dibandingkan model lainnya. MFE-SSNet dibuktikan andal dalam menghadapi kondisi jalan yang kompleks, seperti tikungan tajam dan perubahan kecepatan secara mendadak, sehingga menjadikannya sebagai solusi untuk sistem kendaraan otonom [13].

Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan akan metode prediksi jenis jalan yang lebih sederhana, efisien, dan tahan terhadap berbagai kondisi lingkungan. Metode prediksi yang umum digunakan saat ini sebagian besar masih mengandalkan sensor visual seperti kamera, yang meskipun memiliki tingkat akurasi yang cukup baik, sangat bergantung pada kondisi pencahayaan dan cuaca. Keterbatasan ini menimbulkan tantangan dalam penerapannya pada kondisi nyata yang tidak selalu ideal, sehingga diperlukan pendekatan alternatif yang lebih adaptif dan andal.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini memanfaatkan data arus dan tegangan dari motor DC kemudi sebagai variabel utama dalam membangun model prediksi jenis jalan. Pendekatan ini diharapkan lebih efisien secara biaya, tidak membutuhkan integrasi perangkat keras yang kompleks, serta mampu menghasilkan informasi yang relevan mengenai kondisi jalan yang dilalui kendaraan.

Kebaruan dari penelitian ini yaitu terletak pada penggunaan data tegangan dan arus dari motor DC kemudi sebagai variabel utama untuk memprediksi jenis jalan. Berbeda dari penelitian sebelumnya yang lebih banyak berfokus pada kamera, sensor *accelerometer*, *gyroscope*, dan lainnya. Pada penelitian ini menggunakan WCS1800 *Hall Current Sensor* sebagai sensor arus dan rangkaian sensor tegangan untuk mendapatkan data arus dan tegangan yang kemudian data tersebut akan diolah untuk menghasilkan model prediksi jenis jalan.

Sensor arus dan tegangan dipilih karena keunggulannya dalam mengukur arus dan tegangan yang dihasilkan oleh motor DC kemudi. Sensor arus WCS1800 dirancang untuk mengukur arus listrik searah (*direct current*) maupun arus bolak – balik (*alternating current*) secara efisien dan akurat. Desain fisiknya yang

memudahkan dalam proses pemasangan sensor tanpa perlu mengganggu atau memutus rangkaian listrik yang sudah ada. Sensor ini umumnya digunakan untuk kontrol motor, deteksi gangguan arus lebih (*over-current*), serta manajemen daya pada baterai [14]. Sementara itu, sensor tegangan mampu mengukur fluktuasi tegangan selama operasi motor. Penggunaan kedua sensor ini memungkinkan pengukuran yang lebih stabil dan akurat, yang sangat penting dalam menghasilkan model prediksi jenis jalan yang efektif [15]. Selain itu, kedua sensor ini memiliki harga yang lebih terjangkau dibandingkan dengan sensor lainnya.

Berdasarkan penelitian terdahulu, Algoritma *Support Vector Machine*, *K-Nearest Neighbors* (KNN) dan *Gradient Boosting Decision Tree* (GBDT), masing-masing menunjukkan nilai akurasi yang baik, dan dapat diterapkan untuk prediksi jenis jalan pada penelitian ini. SVM efektif dalam menangani dataset dengan dimensi tinggi dan memberikan akurasi yang baik, KNN memberikan hasil klasifikasi yang baik pada dataset dengan distribusi jelas, Sementara itu, GBDT terbukti unggul pada dataset yang lebih besar dan kompleks. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan model prediksi jenis jalan yang lebih akurat dan efisien [4],[10],[12].

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana membangun model prediksi jenis jalan menggunakan algoritma *Supervised Learning* yang dilatih dengan data tegangan dan arus dari motor DC kemudi?
2. Bagaimana mengevaluasi model prediksi jenis jalan menggunakan data tegangan dan arus dari motor DC kemudi dengan algoritma *Supervised Learning*?
3. Bagaimana menganalisis kinerja model prediksi jenis jalan yang dilatih menggunakan data tegangan dan arus dari motor DC kemudi?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut :

1. Membangun model prediksi jenis jalan menggunakan algoritma *Supervised Learning* yang dilatih menggunakan data tegangan dan arus dari motor DC.
2. Melakukan pengujian kinerja model prediksi jenis jalan yang dilatih menggunakan data tegangan dan arus dari motor DC kemudi.
3. Menganalisis kinerja model prediksi jenis jalan yang dilatih menggunakan data tegangan dan arus dari motor DC kemudi.

1.4 Batasan Masalah Penelitian

Adapun batasan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Algoritma *Supervised Learning* yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu *Support Vector Machine (SVM)*, *K-Nearest Neighbors (KNN)*, *Gradient Boosting Decision Tree (GBDT)*.
2. Dataset yang digunakan diperoleh di lingkungan BRIN KST Samaun Samadikun Bandung dengan mengintegrasikan sistem yang dibuat ke motor DC kemudi pada kendaraan *Micro Electric Vehicle (MEVi)*.
3. Sistem prediksi jenis jalan ini hanya menggunakan data yang dikumpulkan dari sensor arus yaitu WCS1800 dan rangkaian sensor tegangan.
4. Jenis jalan yang digunakan untuk prediksi pada penelitian ini hanya menggunakan dua jenis jalan yaitu lantai epoxy dan jalan beton.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu :

1. Menghasilkan model prediksi jenis jalan dengan pendekatan baru menggunakan data tegangan dan arus motor DC kemudi dengan metode *supervised learning*.
2. Memberikan alternatif solusi dalam pemodelan prediksi kondisi jalan tanpa bergantung pada sensor visual seperti kamera, sehingga dapat mengurangi ketergantungan pada kualitas pencahayaan dan kondisi lingkungan.

1.6 Struktur Organisasi Skripsi

Struktur organisasi skripsi ditulis dengan tujuan agar keseluruhan skripsi yang telah disusun dapat dipahami. Skripsi dapat dibagi menjadi tiga bagian seperti dibawah ini :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang pentingnya deteksi kondisi permukaan jalan dalam mendukung keselamatan dan kenyamanan berkendara, serta menjelaskan pendekatan-pendekatan yang telah digunakan dalam penelitian sebelumnya, beserta keterbatasannya. Pada penelitian ini memanfaatkan data tegangan dan arus dari motor DC kemudi sebagai variabel utama dalam membangun model prediksi jenis jalan menggunakan algoritma *supervised learning* sebagai pendekatan baru. Selain itu, bab ini memuat rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan ruang lingkup, manfaat penelitian, serta struktur organisasi penulisan skripsi secara keseluruhan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan dasar-dasar teori dan konsep yang mendukung penelitian, termasuk pembahasan mengenai *machine learning* dan *supervised learning* yang digunakan dalam model prediksi. Algoritma yang dibahas meliputi *support vector machine* (SVM), *k-nearest neighbor* (KNN), *gradient boosting decision tree* (GBDT). Bab ini juga membahas karakteristik data arus dan tegangan dari motor DC pada sistem kemudi serta kajian terhadap penelitian terdahulu yang relevan.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan secara rinci metode dan tahapan penelitian yang dilakukan, mulai dari desain penelitian, arsitektur sistem yang dikembangkan, hingga proses perancangan model prediksi. Penjelasan mengenai sumber data yang digunakan, metode pengumpulan data, serta instrumen penelitian seperti alat, bahan, dan metrik evaluasi yang digunakan dalam mengukur kinerja model.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil implementasi dari sistem yang dibangun, dimulai dari proses pengumpulan dan pra-pemrosesan data, eksplorasi data, pelatihan model, hingga evaluasi performa model dengan metrik yang telah ditentukan. Analisis

dilakukan untuk menunjukkan bagaimana data arus dan tegangan dari motor DC pada sistem kemudi dapat dimanfaatkan dalam membangun dan mengevaluasi model prediksi jenis jalan berbasis algoritma *supervised learning*.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menyimpulkan hasil utama dari penelitian, yaitu penerapan algoritma SVM, KNN, dan GBDT dalam mengklasifikasikan jenis permukaan jalan berdasarkan data sensor arus dan tegangan. Selain itu, diberikan saran dan rekomendasi untuk pengembangan penelitian selanjutnya, seperti penambahan variasi jenis jalan atau pengujian dalam skenario real-time.