

Sistem Deteksi Permukaan Jalan pada Kursi Roda Pintar dengan Metode *MobileNetV2*

Muhammad Arga Farrel Arkaan¹, Fitri Utamingrum²

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹muhammadarga@student.ub.ac.id, ²f3_ningrum@ub.ac.id

Abstrak

Permasalahan kursi roda saat ini semakin serius karena banyak orang disabilitas yang membutuhkan kursi roda untuk mobilitas. Kursi roda tradisional tidak selalu cocok bagi semua orang disabilitas, terutama bagi mereka yang memiliki masalah penglihatan dan kesulitan mengoperasikan kursi roda sendiri. Kondisi permukaan jalan yang bervariasi di Indonesia dapat menyebabkan ketidaknyamanan dan risiko kecelakaan bagi pengguna kursi roda. Pengguna kursi roda saat ini harus mengontrol kecepatan secara manual, namun fitur *Image Recognition* untuk otomasi kecepatan motor listrik dapat meningkatkan kenyamanan dan menurunkan risiko kecelakaan. Oleh karena itu, solusi yang diusulkan adalah dengan mengembangkan sistem kursi roda pintar yang menggunakan fitur *Image Recognition* dengan metode *MobileNetV2* untuk mengontrol kecepatan motor listrik sesuai dengan kondisi permukaan jalan. Sistem kursi roda pintar yang dikembangkan mampu mengidentifikasi jenis permukaan jalan yang dilalui dengan metode *MobileNetV2* dan menyesuaikan kecepatan gerak roda sesuai dengan kebutuhan. Hasil pengujian dari sistem ini berupa persentase akurasi prediksi sebesar 97% dengan waktu komputasi 0,24-0,25 detik.

Kata kunci: *computer vision, kursi roda pintar, otomasi, MobileNetV2, deteksi permukaan jalan*

Abstract

The problem of wheelchairs is becoming more serious now as many disabled people need wheelchairs for mobility. The varied condition of the road surface in Indonesia can cause discomfort and the risk of accidents for wheelchair users. Wheelchair users currently have to control speed manually, but the Image Recognition feature for automating electric motor speed can improve comfort and reduce the risk of accidents. Therefore, the proposed solution is to develop a smart wheelchair system that uses the MobileNetV2 Image Recognition method to control electric motor speed according to the condition of the road surface. The developed smart wheelchair system is able to identify the type of road surface traveled using the MobileNetV2 method and adjust the wheel's speed according to the needs. The results of the testing of this system in the form of percentage of prediction accuracy percentage of 97% with a computing time of 0.24-0.25 seconds.

Keywords: *computer vision, smart wheelchair, autonomous, MobileNetV2, road surface detection*

1. PENDAHULUAN

Permasalahan mengenai kebutuhan kursi roda saat ini semakin serius, di mana sekitar 15% atau 285 juta dari total penduduk dunia adalah tunanetra atau buta membutuhkan setidaknya lebih dari 30 juta kursi roda setiap tahunnya (Cui, J., Cui, L., Huang, Z., Li, X. dan Han, F., 2022).

Walaupun kebutuhan pengguna dengan disabilitas dapat terpenuhi dengan kursi roda tradisional, tidak dipungkiri pula bahwa terdapat

pula pengguna yang merasa kesulitan untuk menggunakan kursi roda sendiri.

Kursi roda pintar merupakan alat yang ditujukan untuk orang disabilitas agar mempermudah mobilitasnya dari satu tempat hingga sampai ke tujuannya. Salah satu contoh kursi roda pintar pada penelitian sebelumnya (Ahmad Wali Satria Bahari, et al., 2021) menggunakan kamera untuk mengambil citra objek jalan menurun dan tangga turun dengan menggunakan kamera untuk mengambil citra video secara *real-time*

Menurut data dari Ditjen Bina Marga mengenai kondisi permukaan jalan nasional di Indonesia per tahun 2021, persentase permukaan jalan nasional yang memiliki total panjang 46964,78 Km hanya memiliki kondisi permukaan jalan yang baik sebesar 35,67%, kondisi sedang sebesar 56,13%, rusak ringan sebesar 5,63%, dan rusak berat sebesar 2,56% (Marga, 2020).

Pemakaian kursi roda pada dalam dan luar ruangan dengan kondisi permukaan jalan yang bervariasi seperti lantai, aspal, *paving*, dan kerikil menjadikan kontrol kecepatan motor listrik salah satu aspek yang menentukan dimana torsi motor listrik yang terlalu besar dapat menyebabkan ketidaknyamanan dan meningkatkan risiko kecelakaan bagi pengguna, sebagai contoh apabila kecepatan kursi roda pada permukaan jalan lantai sama dengan kecepatan kursi roda pada saat di permukaan jalan batu kerikil maka berpotensi terjadinya ketidaknyamanan hingga kecelakaan seperti pengguna terjatuh dari kursi roda.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Putra, Syauqy, dan Kurniawan (2018) dilakukan penelitian pengendalian kecepatan motor di kondisi jalan yang tidak rata dengan menggunakan metode PID (*Proportional-Integral-Derivative controller*) pada kursi roda pintar. Metode ini memerlukan alat tambahan yaitu sensor IMU yang mengirimkan *input* nilai *3 axis accelerometer* kepada sistem.

Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Bramantya dan Utaminingrum (2022) melakukan pengembangan sistem klasifikasi tipe permukaan jalan dengan mengambil gambar/video dari kamera dan dilakukan pengambilan nilai ekstraksi *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) dan proses klasifikasi *Support Vector Machine* (SVM) pada Raspberry Pi 4 dan diaplikasikan pada motor listrik menggunakan motor *driver* L298N. Pada penelitian ini menyarankan untuk menggunakan komputer yang lebih tinggi dibandingkan Raspberry Pi 4.

Maka dari itu, Penulis mengusulkan solusi dengan melakukan penelitian yang berjudul Sistem Deteksi Permukaan Jalan pada Kursi Roda Pintar dengan Metode MobileNetV2. Kondisi permukaan jalan yang dipilih yaitu permukaan lantai, aspal, *paving*, dan batu kerikil karena merupakan tipe jalan yang sering dan dapat dilalui oleh pengguna kursi roda.

Proses pengklasifikasian yang diterapkan menggunakan metode MobileNetV2 pada

awalnya mengambil masukan data dari kamera yang telah disematkan pada kursi roda dan hasil klasifikasi akan dikeluarkan pada motor *driver* dengan tujuan agar pengaturan kecepatan kursi roda dapat menyesuaikan permukaan jalan dan membantu pengguna disabilitas yang memiliki keterbatasan dalam penglihatannya.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Gambaran Umum Sistem



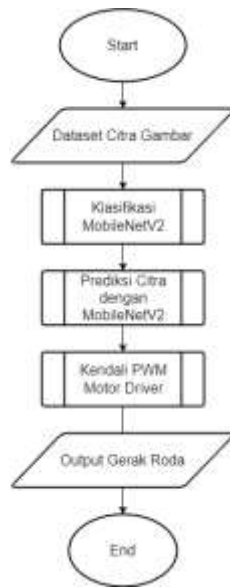
Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Pada gambar di atas merupakan proses alur dari *input* yang diproses hingga menghasilkan *output* pada sistem deteksi permukaan jalan pada kursi roda pintar menggunakan metode MobileNetV2.

Pada blok *input* yang terdiri dari *webcam* dan *battery* lithium-ion merupakan tahap awal di mana sumber data dan daya yang dibutuhkan sistem untuk bekerja. *Webcam* yang digunakan yaitu Logitech C920 memberikan citra berupa video sebagai *dataset training* model MobileNetV2 pada *local system* (laptop) dan juga untuk NVIDIA Jetson TX2 yang dipasang pada sistem kursi roda pintar.

Setelah itu, pada blok *process* terdapat tiga bagian, yang pertama yaitu *training* model yang dilakukan di *local system* atau komputer penulis berupa laptop untuk menghasilkan export model .h5 untuk digunakan pada bagian kedua yaitu program integrasi klasifikasi model MobileNetV2 dengan Arduino pada NVIDIA Jetson TX2 yang bertujuan untuk mendapatkan hasil klasifikasi kelas permukaan jalan dan diberikan hasil-nya tersebut pada bagian ketiga yaitu program Arduino IDE yang berfungsi sebagai kontrol *input* PWM motor *driver* IBT-2. Terakhir, pada blok *output* yang terdiri dari dua bagian, yaitu pertama visualisasi kelas permukaan jalan pada *display* LCD yang merupakan hasil klasifikasi dari NVIDIA Jetson TX2 dan yang kedua gerak dinamo motor pada roda yang dapat dikontrol kecepatannya oleh Arduino IDE.

2.2 Perancangan Sistem



Gambar 2. Diagram alir program utama

Pada gambar di atas dapat diperlihatkan proses deteksi permukaan jalan oleh perangkat lunak terdiri dari beberapa proses. Pada tahapan pertama, pengambilan citra gambar yang diperlukan sebagai *input dataset* untuk klasifikasi MobileNetV2. Setelah itu, proses klasifikasi MobileNetV2 yang bertujuan untuk melakukan *training* model MobileNetV2 dengan *output file* hasil *training* yang kemudian dapat digunakan saat proses testing prediksi MobileNetV2 yang berfungsi untuk melakukan klasifikasi tipe permukaan jalan secara *real-time*. Hasil dari klasifikasi tipe permukaan jalan tersebut akan diproses oleh program kendali PWM motor *driver* sehingga dapat diatur nilai PWM yang dibutuhkan sesuai dengan pengaturan parameter pada program.

3. PENGUJIAN DAN ANALISIS

3.1. Pengujian Kebutuhan Fungsionalitas

Tabel 1. Hasil pengujian kebutuhan fungsionalitas

Kelas	Output PWM	Prediksi Kelas	Hasil
Lantai	80-67	Lantai	Benar
Aspal	60-50	Aspal	Benar
Paving	40-33	Paving	Benar
Kerikil	20-16	Kerikil	Benar

Hasil dari pengujian pada tabel di atas dapat mewakili seluruh kebutuhan fungsionalitas, di mana pada layar dapat menampilkan citra *frame* dari *webcam* beserta ROI yang merupakan *frame* yang telah diubah ukurannya sesuai kebutuhan program. Sistem juga mampu melakukan prediksi tipe permukaan jalan dengan tepat

sesuai dengan kelas aktualnya. Setelah itu, sistem juga mampu mengubah kecepatan motor melalui kontrol nilai PWM motor *driver* sesuai dengan *input* PWM yang telah diatur pada program. PWM motor *driver* akan menggerakkan roda sesuai dengan kelas permukaan jalan yang diprediksi.

3.2. Pengujian Akurasi, Precision, Recall, F1 Score, dan Specificity

Tabel 2. Hasil pengujian akurasi, *precision*, *recall*, *f1 score*, dan *specificity*

Uji ke	Kelas	Tingkat Akurasi	Hasil
1	Lantai	99%	Benar
2		99%	Benar
3		99%	Benar
4		99%	Benar
5		100%	Benar
6		100%	Benar
7		99%	Benar
8		99%	Benar
9		100%	Benar
10		99%	Benar
1	Aspal	99%	Benar
2		90%	Salah
3		99%	Benar
4		99%	Benar
5		99%	Benar
6		99%	Benar
7		100%	Benar
8		100%	Benar
9		100%	Benar
10		100%	Benar
1	Paving	100%	Benar
2		100%	Benar
3		100%	Benar
4		100%	Benar
5		100%	Benar
6		100%	Benar
7		100%	Benar
8		100%	Benar
9		100%	Benar
10		100%	Benar
1	Kerikil	99%	Benar
2		100%	Benar
3		100%	Benar
4		100%	Benar
5		100%	Benar
6		100%	Benar
7		100%	Benar
8		99%	Benar
9		99%	Benar
10		100%	Benar

Dari data di atas, masing-masing kelas permukaan jalan terlihat memiliki performa yang diukur menggunakan parameter akurasi tergolong sangat baik. Mayoritas hasil akurasi, *precision*, *recall*, dan *f1 score* yang didapatkan yaitu 1 dikarenakan sukarnya terjadi kesalahan prediksi kelas oleh model yang disebabkan karena ruang lingkup pengujian dan

pengambilan *dataset* untuk *training* model dan pengujian prediksi yang sama sehingga performa model belum dapat teruji dengan kondisi permukaan jalan di luar dari batasan masalah.

3.3. Pengujian Waktu Komputasi

Pada pengujian waktu komputasi, perhitungan waktu dimulai dari saat *input frame* dari *webcam* sudah diterima oleh program dan sampai program selesai melakukan prediksi dan mengirimkan hasil kelasnya kepada Arduino UNO. Pengaturan ini bertujuan untuk menghitung berapa waktu yang dibutuhkan oleh program untuk menyelesaikan satu kali perulangan pembacaan citra gambar hingga dapat mengirimkan data melalui komunikasi serial untuk mengubah gerak motor listrik. Pada tabel di bawah merupakan rata-rata hasil pengujian waktu komputasi.

Tabel 3. Hasil pengujian waktu komputasi

Uji ke	Kelas	Waktu Komputasi	Hasil
1	Lantai	0,261	Benar
2		0,244	Salah
3		0,263	Benar
4		0,248	Benar
5		0,250	Benar
6		0,260	Benar
7		0,256	Benar
8		0,253	Benar
9		0,241	Benar
10		0,263	Benar
1	Aspal	0,248	Benar
2		0,249	Benar
3		0,255	Benar
4		0,259	Benar
5		0,283	Benar
6		0,259	Benar
7		0,250	Benar
8		0,254	Benar
9		0,249	Benar
10		0,255	Benar
1	Paving	0,250	Benar
2		0,243	Benar
3		0,240	Benar
4		0,248	Benar
5		0,273	Benar
6		0,252	Benar
7		0,245	Benar
8		0,243	Benar
9		0,243	Benar
10		0,248	Benar
1	Kerikil	0,267	Benar
2		0,247	Benar
3		0,257	Benar
4		0,247	Benar
5		0,250	Benar
6		0,289	Benar
7		0,257	Benar
8		0,256	Benar

9	0,254	Benar
10	0,259	Benar

Hasil pengamatan dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa metode MobileNetV2 dapat melakukan prediksi citra gambar hingga mengirimkan data serial pada Arduino dalam rata-rata waktu yang relatif cepat dan linear pada setiap kelasnya yang berkisar diangka 0,24-0,25 detik.

3.4. Pengujian Integrasi terhadap Kecepatan Motor Listrik

Pada pengujian integrasi terhadap kecepatan motor listrik, nilai pengaturan PWM yang dikontrol oleh Arduino UNO untuk menggerakkan motor listrik dibandingkan dengan nilai PWM yang diinginkan untuk setiap kelas permukaan jalan. Pada tabel di bawah dapat diperhatikan rata-rata pengaturan nilai PWM yang benar dengan metrik persentase dengan melakukan pengujian 10 kali di setiap kelasnya.

Tabel 4. Hasil pengujian integrasi terhadap kecepatan motor listrik

Uji ke	Kelas	Waktu Komputasi	Hasil
1	Lantai	80-68	Benar
2		80-68	Benar
3		80-68	Benar
4		80-68	Benar
5		80-68	Benar
6		80-68	Benar
7		80-68	Benar
8		80-68	Benar
9		80-68	Benar
10		80-68	Benar
1	Aspal	70-59	Benar
2		70-59	Benar
3		70-59	Benar
4		70-59	Benar
5		70-59	Benar
6		70-59	Benar
7		70-59	Benar
8		70-59	Benar
9		70-59	Benar
10		70-59	Benar
1	Paving	60-51	Benar
2		60-51	Benar
3		60-51	Benar
4		60-51	Benar
5		60-51	Benar
6		60-51	Benar
7		60-51	Benar
8		60-51	Benar
9		60-51	Benar
10		60-51	Benar
1	Kerikil	50-42	Benar
2		50-42	Benar
3		50-42	Benar
4		50-42	Benar

5	50-42	Benar
6	50-42	Benar
7	50-42	Benar
8	50-42	Benar
9	50-42	Benar
10	50-42	Benar

Melalui tabel di atas dapat terlihat bahwa Arduino dapat mengendalikan nilai PWM motor *driver* untuk menggerakkan motor listrik sesuai dengan nilai PWM yang diinginkan oleh program.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan serangkaian pengujian yang telah dilakukan oleh penulis dapat ditarik kesimpulan bahwa sistem dapat mengidentifikasi jenis permukaan jalan yang dilalui oleh kursi roda pintar dengan menggunakan metode MobileNetV2. MobileNetV2 dapat mengklasifikasikan masing-masing kelas dengan tingkat akurasi yang tinggi dan waktu komputasi yang rendah. Dengan mengetahui jenis permukaan jalan yang dilewati, kursi roda pintar dapat menyesuaikan kecepatan gerak roda sesuai dengan kebutuhan kecepatannya.

Penulis juga menyimpulkan bahwa sistem yang dibuat dapat membantu pengguna kursi roda pintar dalam melalui jenis permukaan jalan yang berbeda, yaitu lantai, aspal, *paving*, dan kerikil, sehingga dapat membantu pengguna dalam melakukan perjalanan dengan lebih aman dan nyaman.

Beberapa saran tambahan yang mungkin dapat diterapkan pada sistem deteksi permukaan jalan pada kursi roda pintar menggunakan metode MobileNetV2:

1. Menambahkan jenis objek kelas: Sistem deteksi permukaan jalan mungkin hanya dapat mengenali beberapa jenis permukaan jalan saat ini. Dengan menambahkan objek kelas baru, sistem tersebut dapat mengenali lebih banyak jenis permukaan jalan sehingga dapat memberikan informasi yang lebih lengkap kepada pengguna.
2. Pengaturan nilai PWM yang dapat dinamis sesuai medan: Nilai PWM yang diterapkan pada kursi roda mungkin sudah ditentukan secara statis pada saat ini. Dengan menambahkan fitur pengaturan nilai pwm yang dapat dinamis sesuai medan, pengguna dapat mengatur kecepatan gerakan kursi roda sesuai dengan kondisi medan yang ada. Fitur ini mungkin dapat diterapkan dengan menggunakan teknik machine learning atau

pengolahan citra untuk mengenali tingkat kesulitan medan yang ada.

5. DAFTAR PUSTAKA

Ahmad Wali Satria Bahari. et al., 2021. Descending stairs and floors classification as control reference in autonomous smart wheelchair. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, [e-journal] 34(7). Tersedia melalui: <<https://doi.org/10.1016/J.JKSUCI.2021.07.025>>

Bramantya, A. W. & Utamingrum, F., 2022. Rancang Bangun Sistem Klasifikasi Tipe Permukaan Jalan menggunakan Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) dan Support Vector Machine (SVM) berbasis Raspberry Pi. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, [online] 6(2), pp. 552-558. Tersedia melalui: <<http://j-ptiik.ub.ac.id>>

Cui, J., Cui, L., Huang, Z., Li, X. dan Han, F., 2022. IoT Wheelchair Control System Based on Multi-Mode Sensing and Human-Machine Interaction. *Micromachines*, [online] 13(7), p.1108. Tersedia melalui: <<https://doi.org/10.3390/mi13071108>>

Marga, D. B., 2020. *Open Data PUPR*. [online] Tersedia di: <<https://data.pu.go.id/dataset/kondisi-permukaan-jalan-nasional>> [Diakses 02 September 2022]

Putra, G. W., Syauqy, D. & Kurniawan, W., 2018. Kendali Kecepatan Putaran Motor Smart Wheelchair untuk Meredam Getaran pada Jalan Bergelombang dengan Metode PID. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, [online] 3(2), pp. 1934-1938. Tersedia melalui: <<http://j-ptiik.ub.ac.id>>