



**OPTIMASI PENDETEKSIAN BEBAN DAN AKURASI
KLASIFIKASI DIMENSI ANGKUTAN KENDARAAN
MENGUNAKAN *WEIGH IN MOTION***



LAPORAN TESIS

OLEH

BENI FATAH

55421110005

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

2024

HALAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Beni Fatah

NIM : 55421110005

Program Studi : Magister Teknik Elektro

Judul Tesis : OPTIMASI PENDETEKSIAN BEBAN DAN AKURASI
KLASIFIKASI DIMENSI ANGKUTAN KENDARAAN
MENGUNAKAN WEIGH IN MOTION

Menyatakan bahwa tesis ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan didalam Laporan Tesis saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapat sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, Maret 2025




Beni Fatah

HALAMAN PENGESAHAN

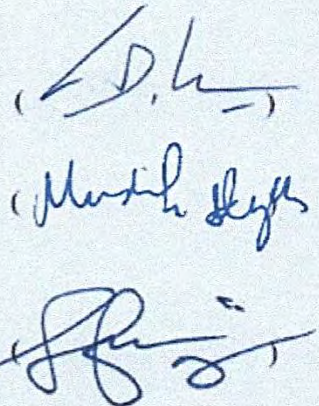
Laporan Skripsi / Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Beni Fatah
NIM : 55421110005
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Judul Laporan Tesis : OPTIMASI PENDETEKSIAN BEBAN DAN AKURASI
KLASIFIKASI DIMENSI ANGKUTAN KENDARAAN
MENGUNAKAN *WEIGH IN MOTION*

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Strata S2 pada Program Studi Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan Oleh :

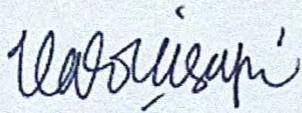
Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng
NIDN : 0327027002
Ketua Penguji : Prof. Dr-Ing. Mudrik Alaydrus
NIDN : 0311057101
Penguji : Prof. Dr. Ir. Setiyo Budiyanoto, S.T.,
M.T., IPU., Asean-Eng., APEC-Eng
NIDN : 0312118206



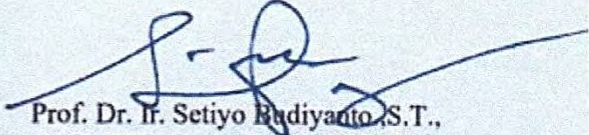
Jakarta, 14 Maret 2025
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T



Prof. Dr. Ir. Setiyo Budiyanoto, S.T.,
M.T., IPU., Asean-Eng., APEC-Eng

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

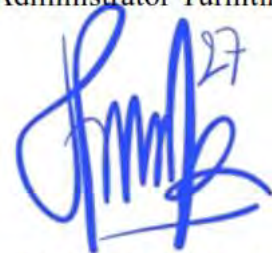
Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : Beni Fatah
NIM : 55421110005
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : **OPTIMASI PENDETEKSIAN BEBAN DAN AKURASI KLASIFIKASI DIMENSI ANGKUTAN KENDARAAN MENGGUNAKAN WEIGH IN MOTION**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Rabu, 08 Oktober 2025** dengan hasil presentase sebesar **8 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 08 Oktober 2025

Administrator Turnitin,



Itmam Haidi Syarif

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala, Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat, karunia, dan ridho-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Optimasi Pendeteksian Beban dan Akurasi Dimensi Kendaraan Menggunakan *Weigh In Motion*.” Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi Magister Teknik Elektro di Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa terselesaikannya penelitian ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng., selaku Rektor Universitas Mercu Buana sekaligus dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, memberikan bimbingan, masukan, dan arahan hingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Prof. Dr. Ir. Setiyo Budiyanto, ST., MT, IPU., Asean-Eng., APEC-Eng., selaku Ketua Program Studi S2 Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
4. Dr. Yudhi Gunardi, selaku Sekretaris Program Studi S2 Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
5. Istri tercinta Putri Agustin, atas doa, dukungan, pengertian, serta kasih sayangnya yang tiada henti mendampingi penulis dalam menyelesaikan studi dan penelitian ini.
6. Kedua orang tua penulis tercinta, atas doa, kasih sayang, dan dukungan yang senantiasa diberikan tanpa mengenal lelah.
7. Rekan-rekan sejawat serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan, motivasi, dan inspirasi dalam penyelesaian tesis ini.

Penulis menyadari bahwa karya ini masih jauh dari sempurna dan saya berharap segala bentuk bantuan yang telah diberikan seantiasa dirahmati Allah SWT. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat, baik bagi pengembangan ilmu pengetahuan maupun penerapan praktis bagi yang membutuhkan.

Jakarta, 14 Maret 2025

Penulis



ABSTRAK

Peningkatan volume kendaraan dan beban angkutan di jalan raya telah menimbulkan berbagai masalah, seperti kerusakan infrastruktur jalan dan pelanggaran batas muatan kendaraan. Sistem Weigh in Motion (WIM) telah digunakan untuk mendeteksi beban kendaraan secara dinamis, namun akurasi klasifikasi dimensi kendaraan masih menjadi tantangan, terutama dalam kondisi lalu lintas yang padat dan bervariasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasi pendeteksian beban dan meningkatkan akurasi klasifikasi dimensi angkutan kendaraan dengan memanfaatkan metode K-Nearest Neighbors (KNN). Tujuannya adalah menciptakan sistem yang mampu bekerja secara real-time dengan tingkat kesalahan minimal dan akurasi klasifikasi yang tinggi.

Metode konvensional yang telah ada masih memiliki keterbatasan dalam menangani kompleksitas data serta variasi pola kendaraan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini mengusulkan penerapan algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) untuk mengatasi permasalahan tersebut. Data penelitian terdiri dari 6.646 kendaraan yang dibagi menjadi 70% data pelatihan dan 30% data uji. Data uji sebanyak 1.993 unit.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa algoritma KNN mampu mengklasifikasikan golongan kendaraan dengan akurasi yang tinggi. Secara keseluruhan, nilai precision, recall, dan F1-score masing-masing mencapai 94,8%, 95,3%, dan 95,1%. Akurasi klasifikasi per jenis kendaraan menunjukkan 98,67% untuk long dump, 96,43% untuk bak buka samping, 94,44% untuk long wing box, sedangkan untuk unit box dan long box masing-masing mencapai 50%. Temuan ini

mengindikasikan bahwa penerapan KNN dalam sistem WIM berpotensi meningkatkan keandalan pendeteksian beban dan akurasi klasifikasi dimensi kendaraan, yang selanjutnya dapat mendukung pengembangan solusi transportasi yang lebih efektif dan efisien.

Kata Kunci: Weigh in Motion (WIM), K-Nearest Neighbors (KNN), klasifikasi dimensi kendaraan, deteksi beban kendaraan, optimasi akurasi.



ABSTRACT

The increase in vehicle volume and transport loads on roads has caused various problems, such as damage to road infrastructure and vehicle load limit violations. The Weigh in Motion (WIM) system has been used to detect vehicle loads dynamically, but the accuracy of vehicle dimension classification remains a challenge, especially in heavy and varied traffic conditions. This study aims to optimise load detection and improve the accuracy of vehicle dimension classification by utilising the K-Nearest Neighbours (KNN) method. The goal is to create a system that is capable of working in real-time with minimal error and high classification accuracy.

Conventional methods still have limitations in handling data complexity and vehicle pattern variations. Therefore, this study proposes the application of the K-Nearest Neighbour (KNN) algorithm to overcome these problems. The research data consisted of 6,646 vehicles, divided into 70% training data and 30% test data. There were 1,993 units of test data.

The evaluation results show that the KNN algorithm is capable of classifying vehicle types with high accuracy. Overall, the precision, recall, and F1-score values reached 94.8%, 95.3%, and 95.1%, respectively. The classification accuracy per vehicle type was 98.67% for long dumps, 96.43% for side-opening trucks, 94.44% for long wing boxes, while for box units and long boxes, it reached 50% each. These findings indicate that the application of KNN in the WIM system has the potential to improve the reliability of load detection and the accuracy of vehicle

dimension classification, which in turn can support the development of more effective and efficient transportation solutions.

Keywords: *Weigh in Motion (WIM), K-Nearest Neighbours (KNN), vehicle dimension classification, vehicle load detection, accuracy optimisation.*



DAFTAR ISI

PERNYATAAN	i
PENGESAHAN	ii
SURAT KETERANGAN HASIL <i>SIMILARITY</i>	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Batasan Masalah	2
1.3 Rumusan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Landasan Teori	4
2.1.1 Weigh In Motion	4
2.1.1.1 Jenis Sistem Weigh-in-Motion	4
2.1.2 Prinsip Kerja Sistem	9
2.2 Sistem WIM.....	16
2.3 Klasifikasi Kendaraan di Jalan Tol.....	21
2.3.1 Klasifikasi Kendaraan Golongan II	23
2.4 Optimasi Kendaraan ODOL dengan Sistem Weigh-In-Motion	24
2.4.1 Penerapan Weigh In Motion	24
2.4.2 Kelebihan dan Kekurangan Sistem WIM	25
2.4.3 Pengaruh Sistem WIM dengan Klasifikasi Kendaraan	26
2.5 Sensor Dimensi.....	26
2.6 Metode K-Nearest Neighbors (KNN).....	27

2.7 Penelitian Terkait.....	29
2.8 Kerangka Pikir	29
BAB III METODE PENELITIAN.....	31
3.1 Metodologi Penelitian.....	31
3.1.1 Identifikasi Masalah.....	31
3.1.2 Studi Literatur.....	32
3.1.3 Pengumpulan Data.....	32
3.1.4 Pengolahan Data	32
3.1.5 Analisis Hasil Pengolahan Data.....	32
3.1.6 Menarik Kesimpulan dan Pemberian Saran Penelitian	33
BAB IV HASIL DAN ANALISIS.....	34
4.1 Deskripsi Permasalahan.....	34
4.2 Pengumpulan Data.....	35
4.3 Pengolahan Data	37
4.3.1 Proses Pengolahan Data.....	37
4.3.2 Metode Klasifikasi.....	40
4.4 Hasil dan Analisis	51
4.4.1 Akurasi Klasifikasi Golongan Kendaraan	51
4.4.2 Pengaruh Dimensi Kendaraan terhadap Hasil Pendeteksian WIM	52
4.4.3 Akurasi Beban Kendaraan Berdasarkan Dimensi Kendaraan	53
4.4.4 Akurasi Klasifikasi	54
4.4.4.1 Prediksi Status Overload	54
4.4.4.2 Prediksi Jenis Muatan.....	59
4.4.5 Evaluasi dan Relevansi Model.....	63
4.4.6 Interpretasi Hasil.....	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	66
5.1 Kesimpulan.....	66
5.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.1 Sensor WIM Gerbang Tol.....	10
Gambar 2.1.2 Skema WIM System.....	11
Gambar 2.1.3 Load Detector	12
Gambar 2.1.4 Sistem pengolah data	12
Gambar 2.1.5 Komponen WIM system.....	13
Gambar 2.1.6 Tangkapan layar kamera pengawas	15
Gambar 2.2.1 Kamera pengawas sistem WIM	17
Gambar 2.2.2 Hasil tangkapan kamera tampak depan	17
Gambar 2.2.3 WIM System.....	18
Gambar 2.2.4 Komponen WIM.....	19
Gambar 2.2.5 (a) Pizeoelectric system	20
Gambar 2.2.6 (b) Penggunaan <i>Indutrial PC</i>	21
Gambar 2.3.1 Klasifikasi Sumbu Kendaraan Beroperasi di Indonesia [9].....	22
Gambar 2.3.2 Proses tilang kendaraan <i>overload</i>	23
Gambar 2.4.1 Contoh kendaraan ODOL	25
Gambar 2.8.1 Kerangka Pikir	30
Gambar 3.1.1 Flowchart Proses Klasifikasi Metode KNN.....	31



DAFTAR TABEL

Tabel 2.3-1 Golongan Kendaraan.....	22
Tabel 2.3-2 Klasifikasi Kendaraan Golongan 2	23
Tabel 4.4-1 Persentase Hasil Pengolahan Data Kendaraan Berdasarkan Klasifikasi.....	51
Tabel 4.4-2 Confusion Matrik	56
Tabel 4.4-3 Pesentase Akurasi Metode KNN.....	57
Tabel 4.4-4 Prediksi Jenis Muatan.....	59
Tabel 4.4-5 Hasil Prediksi Jenis Muatan	62

