

KERTAS KERJA WAJIB
DETEKSI KERUSAKAN PADA SISTEM KEMUDI
KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS ALGORITMA
***YOLOv11* DAN TEPI CANNY**

Ditujukan untuk memenuhi sebagai persyaratan memperoleh gelar ahli madya



Disusun oleh:
SITI NUR MASITOH
23033050

PROGRAM STUDI D3 TEKNOLOGI OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2026

KERTAS KERJA WAJIB
DETEKSI KERUSAKAN PADA SISTEM KEMUDI
KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS ALGORITMA
***YOLOv11* DAN TEPI CANNY**

Ditujukan untuk memenuhi sebagai persyaratan memperoleh gelar ahli madya



Disusun oleh:
SITI NUR MASITOH
23033050

PROGRAM STUDI D3 TEKNOLOGI OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2026

HALAMAN PERSETUJUAN
DETEKSI KERUSAKAN PADA SISTEM KEMUDI KENDARAAN
BERMOTOR BERBASIS ALGORITMA *YOLOv11* DAN TEPI CANNY
Damage Detection In Motor Vehicle Steering Systems Based On The *YOLOv11*
Algorithm and Tepi Canny

Disusun oleh:
Siti Nur Masitoh
23033050
Telah disetujui oleh:

Dosen Pembimbing 1



Helmi Wibowo, S.Pd., M.T
NIP.19900621 201902 1 001

Tanggal 4 Juni 2026

Dosen Pembimbing 2



Mokhammad Rifqi Tsani, S.Kom., M.Kom
NIP.19900822 201902 1 001

Tanggal 4 Juni 2026

HALAMAN PENGESAHAN
"DETEKSI KERUSAKAN PADA SISTEM KEMUDI KENDARAAN BERMOTOR
BERBASIS ALGORITMA YOLOv11 DAN TEPI CANNY"

Disusun oleh:

Siti Nur Masitoh

23033050

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada tanggal 4 Juni 2026

Ketua Sidang

Moch. Aziz Kurniawan, S.Pd., M.T
NIP. 19921009 201902 1 002

Tanda Tangan



Dosen Penguji 1

Helmi Wibowo, S.Pd., M.T
NIP. 19900621 201902 1 001

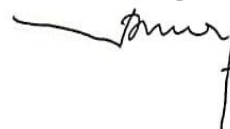
Tanda Tangan




Dosen Penguji 2

Yogi Oktopianto, S.T., M.T
NIP. 19911024 201902 1 002

Tanda Tangan



Mengetahui,
Ketua Program Studi
Diploma 3 Teknologi Otomotif


Moch. Aziz Kurniawan, S.Pd., M.T
NIP. 19921009 201902 1 002

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Siti Nur Masitoh

Notar : 23033050

Program Studi : D3 Teknologi Otomotif

Menyatakan bahwa Kertas Kerja Wajib/ Tugas Akhir dengan judul **"DETEKSI KERUSAKAN PADA SISTEM KEMUDI KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS ALGORITMA YOLOv11 DAN TEPI CANNY"** bersifat asli atau original dan bukan merupakan karya yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh pihak lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah serta disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila terbukti bahwa Kertas Kerja Wajib/Tugas Akhir ini merupakan hasil karya pihak lain, kami bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan.

Tegal, 4 Juni 2026

Yang menyatakan



Siti Nur Masitoh

HALAMAN PERSEMBAHAN



“Ilmu tanpa amal adalah pohon tanpa buah.”

Alhamdulillah Rabbil ‘Alamin segala puji dan syukur bagi Allah SAW yang telah melimpahkan rahmat, nikmat, kelancaran dan kemudahan-Nya sehingga Kertas Kerja Wajib Saya dapat terselesaikan dengan baik.

Karya ini kupersembahkan dengan segenap rasa syukur dan cinta kepada:

Bapak Nurohman dan Ibu Murtini Tercinta yang tiada henti memberikan doa, kasih sayang, pengorbanan, dan semangat dalam setiap langkah perjalanan hidup saya. Bapak dan ibu adalah anugrah yang paling indah yang diberikan Allah kepadaku.

Adikku Tersayang, yang selalu menjadi penyemangat dan penghibur hati, terima kasih atas doa, canda tawa yang selalu menghangatkan hari-hariku serta waktu dan tenaga yang telah diberikan. Semoga karya ini dapat menjadi penyemangat dan motivasi untukmu dalam meraih impian.

Bapak dan Ibu Dosen serta Pelatih yang dengan sabar dan ikhlas membimbing, mendidik, dan menerangi perjalanan ilmu ini dengan cahaya pengetahuan.

Teman-Teman Seperjuangan angkatan XXXIV terutama teman-teman TO XXXIV yang telah berbagi tawa, cerita, dan perjuangan bersama selama menempuh perjalanan ini.

Semoga karya sederhana ini dapat menjadi kebanggaan dan memberikan manfaat bagi kita semua.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh, Puji syukur diucapkan kehadiran Allah Swt karena atas karunia-Nya penyusun dapat menyelesaikan Kertas Kerja Wajib dengan judul "**DETEKSI KERUSAKAN PADA SISTEM KEMUDI KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS ALGORITMA YOLOv11 DAN TEPI CANNY**" sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan kampus. Kertas Kerja Wajib ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md) pada Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif, pada kesempatan ini, tidak lupa juga penulis menyampaikan ucapan terima kasih atas bimbingan, arahan dan kerja samanya kepada yang terhormat:

1. Bambang Istiyanto, S.Si.T., M.T. selaku Direktur Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal;
2. Bapak Moch. Aziz Kurniawan, S.Pd.,M.T. selaku Kepala jurusan Diploma III Teknologi Otomotif;
3. Bapak Helmi Wibowo, S.Pd., M.T. sebagai Dosen Pembimbing I;
4. Bapak Mokhammad Rifqi Tsani.S.Kom.,M.Kom. sebagai Dosen Pembimbing II;
5. Kakak dan Adik serta Rekan – rekan Taruna/Taruni angkatan XXXIV terutama TO B;
6. Semua pihak yang telah membantu baik moral maupun materil di dalam penyelesaian Kertas Kerja Wajib ini.
7. Seluruh keluarga tercinta terutama Bapak dan Ibu yang selalu mendoakan, menyemangati dan memberikan dukungan serta kasih sayang yang tidak ada batasnya; serta

Akhirnya, saya menyadari masih banyak kekurangan, sehingga penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Tegal, 4 Juni 2026



Siti Nur Masitoh

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
Abstrak	xiii
Abstract	1
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	3
I.3 Batasan Masalah	3
I.4 Tujuan Penelitian	3
I.5 Manfaat Penelitian	4
I.6 Sistematika Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
II.1 Pengujian Kendaraan Bermotor	6
II.1.1 Pemeriksaan Persyaratan Teknis	7
II.2 Sistem Kemudi	7
II.3 Tipe Sistem Kemudi	14
II.4 Pemeriksaan Sistem Kemudi komponen tie rod	17
II.5 Deteksi Objek	18
II.5.1 <i>Deep Learning</i> dan <i>Machine learning</i>	18
II.5.2 You Only Look Once (<i>YOLO</i>).....	19
II.5.3 Roboflow.....	20
II.5.4 Google Colab.....	20
II.5.5 Deteksi Tepi <i>Canny</i> dan Pengolahan Citra	21
II.5.6 <i>Confusion matrix</i>	22
II.6 Penelitian Relevan	22
BAB III METODE PENELITIAN	26

III.1 Lokasi dan Waktu	26
III.1.1 Lokasi Penelitian	26
III.1.2 Waktu Penelitian	26
III.2 Alat dan Bahan	27
III.2.1 Kendaraan Bermotor Wajib Uji jenis sistem kemudi Rack And Pinion.....	27
III.2.2 Smartphone dan kamera	27
III.2.3 Laptop dan Alat Tulis	28
III.2.3 APD	28
III.3 Jenis Penelitian	29
III.4 Sumber Data	29
III.4.1 Data Primer.....	29
III.4.2 Data Sekunder	29
III.5 Teknik Pengumpulan Data	30
III.5.1 Observasi Lapangan	30
III.5.2 Observasi Dokumentasi	32
III. 6 Teknik Analisis Data	32
III.6.1 Analisis Performa	32
III.7 Diagram Alir	33
III.7.1 Pengumpulan Data	34
III.7.2 Prosesing Dataset.....	34
III.7.3 Augmentasi Data	35
III.7.4 Latihan Model.....	35
III.7.5 Analisis Tepi <i>Canny</i> dan Cropping ROI.....	39
III.7.6 Analisis Kontur dan Klasifikasi Sobekan	40
III.7.7 Hasil Output.....	40
III.8 Implementasi Algoritma Menggunakan Python	41
III.8.1 Proses Pelatihan dan Instalasi Library.....	41
III.8.2 Implementasi Pelatihan Model <i>YOLOv11</i> dengan Python	41
III.8.3 Implementasi Deteksi Objek pada Gambar Statis	41
III.8.4 Implementasi Deteksi Tepi <i>Canny</i> dengan Python.....	42
III.8.5 Implementasi Deteksi <i>Real Time</i> dengan Python	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	44
IV.1 Pengumpulan Dataset	44

IV. 2 Pengolahan Dataset	46
IV.3 Pelatihan Model	50
IV.4 Analisis Kinerja Model	53
IV.4.1 Ekstraksi Area dari <i>Bounding box</i> (Cropping).....	53
IV.4.2 Evaluasi <i>Matriks</i> Pelatihan model.....	55
IV.4.3 Evaluasi <i>Matriks</i> Kinerja Model.....	57
IV.5 Implementasi Model pada Sistem Deteksi	62
IV.5.1 Implementasi Model pada Gambar Statis.....	62
IV.5.2 Implementasi Model pada Video <i>Real Time</i>	64
IV.6 Analisis Deteksi Tepi <i>Canny</i> pada Boot Tie Rod	69
IV.6.1 Konversi ke <i>Grayscale</i>	69
IV.6.2 Gaussian Blur	69
IV.6.3 Penerapan Deteksi Tepi <i>Canny</i>	69
IV.6.4 Evaluasi Efektivitas Metode Deteksi Tepi <i>Canny</i>	70
IV.7 Implementasi Python pada Sistem Deteksi	72
IV.7.1 Hasil Implementasi Inferensi Model <i>YOLOv11</i> dengan Python	72
IV.7.2 Hasil Implementasi Deteksi Tepi <i>Canny</i> dengan Python.....	73
IV.7.3 Hasil Implementasi Deteksi <i>Real Time</i> dengan Python	73
BAB V PENUTUP	75
V.1 Kesimpulan	75
V.2 Saran	76
DAFTAR PUSTAKA	78
LAMPIRAN	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Komponen Sistem Kemudi.....	8
Gambar II. 2 Steering Column.....	8
Gambar II. 3 Steering Gear	9
Gambar II. 4 Steering Linkage untuk Suspense Rigit	10
Gambar II. 5 Steering Linkage untuk Suspensi Independent	10
Gambar II. 6 Pitman Arm.....	11
Gambar II. 7 Relay Rod	11
Gambar II. 8 Tie Rod.....	12
Gambar II. 9 Knuckle Arm	13
Gambar II. 10 Steering Knuckle	13
Gambar II. 11 Idle Arm	14
Gambar II. 12 Recirculating ball	15
Gambar II. 13 Rack And Pinion	16
Gambar II. 14 Pemeriksaan Sistem Kemudi Komponen Tie Rod	17
Gambar II. 15 Ilustrasi You Only Look Once.....	19
Gambar II. 16 Google Colab	20
Gambar III. 1 Lokasi Penelitian	26
Gambar III. 2 Kendaraan Pick Up	27
Gambar III. 3 Smartphone	27
Gambar III. 4 Laptop dan Alat Tulis	28
Gambar III. 5 Alat Pelindung Diri	28
Gambar III. 6 Diagram Alir Pengolahan Data.....	33
Gambar III. 7 <i>Confusion matrix</i>	37
Gambar IV. 1 Pengumppulan Data Boot Tie Rod	44
Gambar IV. 2 mengupload gambar di roboflow.....	47
Gambar IV. 3 Pengolahan Data Anotasi.....	47
Gambar IV. 4 Anotasi Objek Komponen	48
Gambar IV. 5 Pembagian Data Set.....	49
Gambar IV. 6 Proses Ekspor Dataset ke Google Colab.....	49
Gambar IV. 7 Proses Eksport Dataset ke Google Colab	50
Gambar IV. 8 Pelatihan Model.....	52

Gambar IV. 9 Hasil Training.....	53
Gambar IV. 10 Hasil Evaluasi Matriks Pelatihan Model	55
Gambar IV. 11 Hasil Evaluasi Matriks Kinerja Model.....	57
Gambar IV. 12 Evaluasi Per Komponen.....	59
Gambar IV. 13 Confusion matrix YOLOv11	61
Gambar IV. 14 Hasil Deteksi Boot Tie Rod.....	63
Gambar IV. 15 Hasil Boot Tie Rod Sobek.....	63
Gambar IV. 16 Uji Coba Deteksi Di Bawah Kolong Uji	64
Gambar IV. 17 Hasil Deteksi Real Time.....	65
Gambar IV. 18 Rincian Waktu Pelatihan Model YOLOv11+Tepi Canny.....	65
Gambar IV. 19 Grafik Rincian Waktu	68
Gambar IV. 20 Hasil Deteksi Tepi Canny Pada Boot Tie Normal	70
Gambar IV. 21 Boot Tie Rod Sobek.....	70

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Pemeriksaan Komponen	17
Tabel II. 2 Penelitian Relevan	22
Tabel III. 1 Parameter Uji	30
Tabel IV. 1 Data Merek dan Tipe Kendaraan	45
Tabel IV. 2 Konfigurasi Parameter	50
Tabel IV. 3 Alur Proses Ekstraksi Area dari Bounding Box	54
Tabel IV. 4 Hasil rekapitulasi evaluasi matrix pelatihan model YOLOv11	56
Tabel IV. 5 Hasil Evaluasi Metrik Kinerja Model YOLOv11s	58
Tabel IV. 6 Rincian Waktu Deteksi Video Model YOLOv11	66
Tabel IV. 7 Kriteria Efektivitas Deteksi Tepi Canny	71

Abstrak

Sistem kemudi merupakan komponen kritis kendaraan bermotor yang berperan penting dalam keselamatan berkendara. Kerusakan pada komponen boot tie rod dapat menimbulkan risiko kecelakaan serius, namun metode inspeksi manual yang selama ini diterapkan memiliki keterbatasan dalam akurasi dan efisiensi. Penelitian ini mengembangkan sistem deteksi kerusakan boot tie rod secara otomatis menggunakan kombinasi algoritma *YOLOv11* dan Deteksi Tepi *Canny*.

Dataset terdiri dari 500 gambar boot tie rod (250 normal, 250 sobek) yang dianotasi menggunakan Roboflow dan dilatih di Google Colab dengan GPU NVIDIA Tesla T4 selama 30 *epoch*. Hasil evaluasi menunjukkan performa sangat baik dengan nilai *mAP@0.5* sebesar 0,981, akurasi global 100% berdasarkan *confusion matrix*, serta kemampuan deteksi *real time* menggunakan kamera smartphone sebagai IP camera. Metode Deteksi Tepi *Canny* terbukti efektif membedakan kontur normal (simetris dan tertutup) dengan kondisi sobek (tidak beraturan dan terputus), sehingga kombinasi kedua metode menghasilkan analisis yang lebih komprehensif dibandingkan satu metode saja.

Kata kunci: deteksi kerusakan, sistem kemudi, boot tie rod, *YOLOv11*, Deteksi Tepi *Canny*, pengujian kendaraan bermotor

Abstract

The steering system is a critical component of motor vehicles, playing a crucial role in driving safety. Damage to the tie rod boot component can pose a serious accident risk, but current manual inspection methods have limitations in accuracy and efficiency. This study develops an automatic tie rod boot damage detection system using a combination of the YOLOv11 algorithm and Canny Edge Detection.

The dataset consists of 500 tie rod boot images (250 normal, 250 torn) annotated using Roboflow and trained in Google Colab with an NVIDIA Tesla T4 GPU for 30 epochs. The evaluation results demonstrated excellent performance with a mAP@0.5 value of 0.981, 100% global accuracy based on the confusion matrix, and real-time detection capability using a smartphone camera as an IP camera. The Canny Edge Detection method proved effective in distinguishing normal contours (symmetrical and closed) from torn conditions (irregular and interrupted), allowing the combination of the two methods to yield a more comprehensive analysis than either method alone.

Keywords: damage detection, steering system, tie rod boot, YOLOv11, Canny Edge Detection, motor vehicle testing