



**RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI KANTUK PADA PENGEMUDI MOBIL
BERBASIS MIKROKONTROLLER RASPBERRY PI DENGAN ALGORITMA
YOLO (YOU ONLY LOOK ONCE)**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi

Oleh:

ARSYAN MARDHI ARSANTO

NIM: 40040317640002

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI

DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI SEKOLAH VOKASI

UNIVERSITAS DIPONEGORO

2023

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI KANTUK PADA PENGEMUDI MOBIL
BERBASIS MIKROKONTROLLER RASPBERRY PI DENGAN ALGORITMA
YOLO (YOU ONLY LOOK ONCE)**

Disusun Oleh:

Arsyan Mardhi Arsanto

40040317640002

Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji Pada

Rabu, 20 Desember 2023

Tim Penguji,
Pembimbing

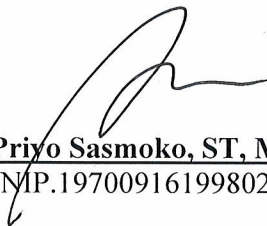


Ir. H. Saiful Manan, M.T.


NIP. 196104221987031 001

Penguji I

Penguji II

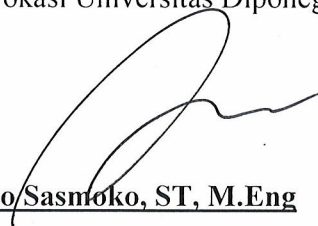


Priyo Sasmoko, ST, M.Eng
NIP.197009161998021001



Lisa' Yihaa Roodhiyah, S.Si., M.Si.
NIP199210062022042001.

Mengetahui,
Ketua Program Studi S.Tr. Teknologi Rekayasa
Otomasi Departemen Teknologi Industri
Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro



Priyo Sasmoko, ST, M.Eng
NIP. 197009161998021001

LAPORAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI KANTUK PADA PENGEMUDI MOBIL
BERBASIS MIKROKONTROLLER RASPBERRY PI DENGAN ALGORITMA YOLO
(YOU ONLY LOOK ONCE)

Diajukan Oleh:

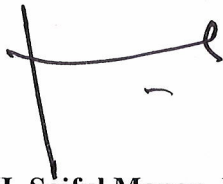
Arsyan Mardhi Arsanto

40040317640002

Telah diajukan pembimbingan dan dinyatakan layak untuk mengikuti ujian Tugas Akhir di
Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Tugas Akhir

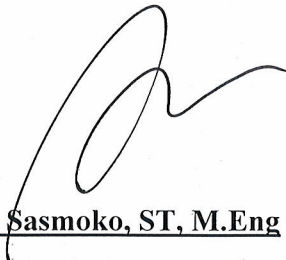


Ir. H. Saiful Manan, M.T.
NIP. 196104221987031 001

Tanggal : 5 Desember 2023

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Teknologi Rekayasa Otomasi
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro



Priyo Sasmoko, ST, M.Eng
NIP. 197009161998021001

Tanggal : 20 Desember 2023

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Arsyah Mardhi Arsanto

NIM : 40040317640002

Program Studi : S.Tr. Teknologi Rekayasa Otomasi Sekolah Vokasi UNDIP

Judul Tugas Akhir : **RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI KANTUK
PADA PENGEMUDI MOBIL BERBASIS MIKROKONTROLLER
RASPBERRY PI DENGAN ALGORITMA YOLO (YOU ONLY LOOK ONCE)**

Dengan ini menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ini ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI No. 17 tahun 2010 dan Peraturan Perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 5 Desember 2023

Yang membuat pernyataan

Arsyah Mardhi Arsanto

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk:

1. Ibu Siti Rochma dan Bapak Ir. Asniat Ananto, kedua orang tua saya yang selalu mendoakan, mendidik, mendukung dan berjuang untuk memberikan yang terbaik untuk anak-anaknya.
2. Alm. Hj. Diah Sadiyah, nenek saya yang selalu mendoakan dan berharap dapat melihat saya lulus kuliah.
3. Kamilia Ardhagina Handraka, atas kesediaannya yang selalu mendukung dalam keadaan senang maupun susah.
4. Sahabat terkasih dan teman-teman saya yang tidak bisa saya tuliskan satu persatu yang telah memberi dukungan, acuan, dan dorongan dalam bentuk moril maupun materiil.
5. Pembaca yang budiman, serta civitas akademis yang haus ilmu pengetahuan dan teknologi.
6. Serta diri saya sendiri.

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Subhanahuwata'ala Tuhan semesta alam yang senantiasa memberikan nikmat kepada makhluk-Nya dan atas izin-Nya penulis dapat menyelesaikan kegiatan tugas akhir beserta dengan berkas-berkas ini. Semoga kelak berguna bagi diri sendiri maupun orang lain.

Dalam keberjalanan tugas akhir ini penulis tak lepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Budiyo, M.Si. selaku Dekan Sekolah Vokasi
2. Bapak Priyo Sasmoko, ST, M.Eng selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
3. Bapak Ir. H. Saiful Manan, M.T. selaku Dosen Pembimbing tugas akhir yang telah sabar membimbing penulis selama pengerjaan tugas akhir ini.
4. Ibu Siti Rochma dan Bapak Ir. Asniat Ananto yang selalu memberikan do'a, bantuan, dan semangat selama kuliah sampai penyusunan tugas akhir.
5. Kamilia Ardhagina Handraka yang selalu memberikan bantuan, dukungan, do'a, dan semangat selama penyusunan tugas akhir.
6. Sahabat terkasih dan teman-teman saya yang tidak bisa saya tuliskan satu persatu yang telah memberi dukungan, acuan, dan dorongan dalam bentuk moril maupun materil.
7. Teman-teman keluarga besar Cosmic TRO 17, Serta segenap keluarga besar HIMATRO.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis membutuhkan kritik dan saran sebagai bahan evaluasi. Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi pembaca.

Semarang, 5 Desember 2023

Penulis

DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN	16
1.1. Latar Belakang	16
1.2. Rumusan Masalah.....	18
1.3. Tujuan	19
1.4. Batasan Masalah	19
1.5. Manfaat	20
1.6. Sistematika Penulisan Laporan	21
BAB II LANDASAN TEORI	23
2.1. <i>Artificial Intelligence</i>	23
2.2. <i>Deep Learning</i>	24
2.3. <i>Computer Vision</i>	26
2.4. <i>Object Detection</i>	27
2.5. <i>You Only Look Once (YOLO)</i>	31
2.5.1. YOLOv5	35
2.5.2. Arsitektur YOLOv5	36
2.5.3. Tipe YOLOv5	42
2.6. Roboflow.....	43

2.7.	Google Colaboratory.....	44
2.8.	Wandb (<i>Weights and Biases</i>).....	45
2.9.	<i>Evaluation Metrics</i>	45
2.9.1.	<i>Confusion Metrics</i>	46
2.9.2.	<i>Intersection over Union (IoU)</i>	50
2.10.	Dataset.....	52
2.11.	Augmentasi Data.....	52
2.12.	Kantuk.....	53
2.13.	Raspberry Pi 4 B.....	54
2.14.	LCD dan I2C.....	56
2.15.	<i>Webcam</i>	57
2.16.	Adaptor dan <i>Buck Converter</i>	58
2.17.	Modul Relay 1 Channel	59
2.18.	<i>Buzzer</i>	59
2.19.	Tantangan Klasifikasi pada Deteksi Objek.....	60
2.20.	Tinjauan Pustaka.....	61
BAB III RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI KANTUK PADA PENGEMUDI MOBIL BERBASIS MIKROKONTROLLER RASPBERRY PI DENGAN ALGORITMA YOLO (YOU ONLY LOOK ONCE)		64
3.1.	Diagram Blok Alat.....	64
3.1.1.	Cara Kerja Tiap Blok.....	65
3.1.2.	Rangkaian Listrik.....	68
3.2.	<i>Flowchart</i> Sistem	69
3.3.	Perancangan Perangkat Lunak.....	74
3.4.1.	Alat dan Bahan.....	75
3.4.2.	<i>Data Acquisition</i>	76
3.4.3.	<i>Data Exploration</i>	79
3.4.4.	<i>Modelling</i>	86
3.4.5.	Hasil Pelatihan	92
3.4.6.	Program Pendeteksian.....	92

3.4.	Perancangan Perangkat Keras.....	93
3.5.1.	Alat dan Bahan.....	93
3.5.2.	Perakitan Alat	94
3.5.3.	Persiapan Raspberry Pi	97
BAB IV PENGUKURAN DAN PERCOBAAN		99
4.1.	Peralatan Pengukuran dan Percobaan	99
4.2.	Pengukuran dan Uji Fungsionalitas Komponen	100
4.2.1.	Adaptor	100
4.2.2.	Modul <i>Buck Converter</i>	101
4.3.	Percobaan Sistem Keseluruhan.....	102
4.3.1.	Hasil Pelatihan Model.....	103
4.3.2.	Raspberry Pi.....	104
4.3.3.	Percobaan Kecepatan Deteksi.....	105
4.3.4.	LCD dan <i>buzzer</i>	107
4.3.5.	Percobaan Kinerja Sistem Deteksi.....	110
BAB V ANALISA DATA		114
5.1.	Analisa Kinerja Sistem Deteksi Kelas <i>Awake</i>	114
5.1.1.	Percobaan dengan Jarak 50cm.....	114
5.1.2.	Percobaan dengan Jarak 60cm.....	119
5.1.3.	Percobaan dengan Jarak 70cm.....	123
5.2.	Analisa Kinerja Sistem Deteksi Kelas <i>Sleep</i>	128
5.2.1.	Percobaan dengan Jarak 50cm.....	128
5.2.2.	Percobaan dengan Jarak 60cm.....	133
5.2.3.	Percobaan dengan Jarak 70cm.....	137
5.3.	Analisa Kinerja Sistem Deteksi Keseluruhan.....	142
BAB VI PENUTUP.....		146
6.1.	Kesimpulan	146
6.2.	Saran	147
DAFTAR PUSTAKA.....		148
LAMPIRAN		153

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Korelasi AI, ML, dan DL ^[11]	24
Gambar 2.2. <i>Artificial Neural Network</i> ^[11]	25
Gambar 2.3. Tugas yang dilakukan <i>computer vision</i> ^[18]	26
Gambar 2.4. Deteksi objek pada kendaraan <i>autonomous</i> ^[21]	27
Gambar 2.5. Tahapan umum deteksi objek (a) deteksi objek “One-stage Detector” dan (b) deteksi objek “Two-stage Detector” ^[24]	29
Gambar 2.6. <i>Roadmap</i> perkembangan deteksi objek selama dua dekade terakhir ^[19]	30
Gambar 2.7. Arsitektur konsep <i>object Detection</i> ^[26]	31
Gambar 2.8. Komponen <i>bounding box</i> pada YOLO ^[27]	32
Gambar 2.9. <i>Workflow</i> algoritma YOLO dalam mendeteksi citra ^[29]	33
Gambar 2.10. Prediksi <i>bounding box</i> sebelum dan sesudah operasi NMS ^[27]	34
Gambar 2.11. Arsitektur YOLOv5 ^[32]	37
Gambar 2.12. <i>Backbone</i> YOLOv5 ^[32]	38
Gambar 2.13. <i>Bottleneck</i> YOLOv5 ^[32]	39
Gambar 2.14. SPPF YOLOv5 ^[32]	39
Gambar 2.15. <i>Neck</i> YOLOv5 ^[32]	40
Gambar 2.16. <i>Head</i> YOLOv5 ^[32]	41
Gambar 2.17. Kinerja pada setiap tipe YOLOv5 ^[32]	42
Gambar 2.18. Logo Roboflow ^[33]	43
Gambar 2.19. Alur kerja Roboflow ^[33]	44
Gambar 2.20. Logo Google Colaboratory ^[35]	44
Gambar 2.21. Logo Wandb ^[36]	45
Gambar 2.22. Tabel <i>Confusion Metrics</i> ^[37]	46
Gambar 2.23. Interpretasi dari nilai <i>F1-score</i> ^[41]	48
Gambar 2.24. Maksud dari <i>confidence score</i> ^[64]	49
Gambar 2.25. Rumus IoU ^[62]	50
Gambar 2.26. Contoh penggunaan IoU dengan <i>threshold</i> bernilai 0,5 ^[42]	51
Gambar 2.27. Orang mengantuk ^[46]	53
Gambar 2.28. Raspberry Pi 4 B ^[48]	54
Gambar 2.29. Konfigurasi GPIO Raspberry Pi 4 B ^[48]	56
Gambar 2.30. LCD 16x2 yang digabungkan dengan I2C ^[50]	57
Gambar 2.31. <i>Webcam</i>	58
Gambar 2.32. Adaptor 12V ^[53]	58
Gambar 2.33. Modul <i>buck converter</i> LM2596.....	59
Gambar 2.34. Modul relay 1 channel ^[56]	59
Gambar 2.35. <i>Buzzer</i> ^[57]	60
Gambar 2.36. Tantangan pada klasifikasi objek ^[58]	60

Gambar 3.1. Diagram blok sistem.....	64
Gambar 3.2. Rangkaian listrik.....	68
Gambar 3.3. Skematik diagram.....	69
Gambar 3.4. Flowchart Sistem.....	70
Gambar 3.5. <i>Flowchart</i> perancangan perangkat lunak.....	75
Gambar 3.6. Posisi kepala.....	77
Gambar 3.7. Data citra yang diambil menggunakan <i>webcam</i>	78
Gambar 3.8. Data citra yang diambil menggunakan <i>handphone</i>	78
Gambar 3.9. Anotasi data untuk kelas <i>awake</i>	79
Gambar 3.10. Anotasi Data <i>sleep</i>	80
Gambar 3.11. Data pada <i>train set</i>	80
Gambar 3.12. Data pada <i>valid set</i>	80
Gambar 3.13. Data pada <i>test set</i>	81
Gambar 3.14. Rincian <i>preprocessing</i> dan augmentasi data.....	81
Gambar 3.15. Hasil <i>preprocessing</i> dan augmentasi data untuk kelas <i>awake</i>	83
Gambar 3.16. Hasil <i>preprocessing</i> dan augmentasi data untuk kelas <i>sleep</i>	83
Gambar 3.17. <i>File export</i> dari Roboflow.....	84
Gambar 3.18. <i>File images</i> hasil <i>data exploration</i>	84
Gambar 3.19. <i>File labels</i> hasil <i>data exploration</i>	84
Gambar 3.20. Format anotasi YOLO.....	85
Gambar 3.21. Isi data.yaml.....	85
Gambar 3.22. <i>New notebook</i> untuk memulai <i>modelling</i>	86
Gambar 3.23. <i>New notebook</i> untuk memulai <i>modelling</i>	87
Gambar 3.24. Mengatur <i>hardware acclerator</i>	87
Gambar 3.25. Izin akses Google Drive.....	88
Gambar 3.26. data.yaml sebelum alamatnya diatur.....	90
Gambar 3.27. data.yaml setelah alamatnya diatur.....	90
Gambar 3.28. <i>File model</i> terlatih.....	92
Gambar 3.29. Dimensi <i>cover</i> dan <i>body</i> serta 3D prototipe deteksi kantuk.....	95
Gambar 3.30. <i>Cover</i> alat.....	95
Gambar 3.31. <i>Black box</i> yang sudah dilubangi dan terpasang komponen.....	96
Gambar 3.32. Hasil <i>wiring</i> berdasarkan gambar rangkaian.....	96
Gambar 3.33. Isi <i>requirements.txt</i>	98
Gambar 4.1. Evaluasi model hasil pelatihan.....	103
Gambar 4.2. <i>Confusion Metrics</i> model terlatih.....	104
Gambar 4.3. <i>Webcam</i> yang diarahkan ke wajah untuk percobaan.....	111
Gambar 4.4. Percobaan Kinerja Sistem Deteksi Kelas <i>awake</i>	112
Gambar 4.5. Percobaan Kinerja Sistem Deteksi Kelas <i>sleep</i>	113

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kinerja tipe model YOLOv5.....	42
Tabel 2.2. Spesifikasi Raspberry Pi 4 B	55
Tabel 3.1. Daftar Perlengkapan.....	76
Tabel 3.2. Konfigurasi Pelatihan Model.....	91
Tabel 3.3. Daftar Perlengkapan.....	93
Tabel 4.1. Alat-alat Percobaan dan Pengukuran	99
Tabel 4.2. Pengukuran Tegangan Adaptor	101
Tabel 4.3. Pengukuran Tegangan Modul <i>Buck Converter</i>	102
Tabel 4.4. Percobaan Raspberry Pi 4 B.....	105
Tabel 4.5. Kecepatan Deteksi pada jarak 60cm	106
Tabel 4.6. Percobaan LCD	109
Tabel 4. 7. Percobaan <i>Buzzer</i>	110
Tabel 5.1. Hasil Percobaan Pendeteksian Kelas <i>Awake</i> dengan Jarak 50cm	115
Tabel 5.2. Hasil Percobaan Pendeteksian Kelas <i>Awake</i> dengan Jarak 60cm	119
Tabel 5.3. Hasil Percobaan Pendeteksian Kelas <i>Awake</i> dengan Jarak 70cm	124
Tabel 5.4. Hasil Percobaan Pendeteksian Kelas <i>Sleep</i> dengan Jarak 50cm	128
Tabel 5.5. Hasil Percobaan Pendeteksian Kelas <i>Sleep</i> dengan Jarak 60cm	133
Tabel 5.6. Hasil Percobaan Pendeteksian Kelas <i>Sleep</i> dengan Jarak 70cm	137
Tabel 5.7. Perbandingan Nilai <i>Confidence</i> pada jarak 50cm, 60cm, dan 70cm.....	142
Tabel 5.8. Perbandingan Nilai <i>Precision</i> pada jarak 50cm, 60cm, dan 70cm.....	143
Tabel 5.9. Perbandingan Nilai <i>Recall</i> pada jarak 50cm, 60cm, dan 70cm.....	143
Tabel 5.10. Perbandingan Nilai <i>F1-Score</i> pada jarak 50cm, 60cm, dan 70cm	144

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Source Code train.py</i>	153
Lampiran 2 <i>Source Code Locate.py</i> (Modifikasi <i>detect.py</i>).....	167
Lampiran 3 <i>Datasheet</i> Raspberry Pi 4 B.....	176
Lampiran 4 <i>Datasheet</i> LCD 16x2	184
Lampiran 5 <i>Datasheet</i> I2C	204
Lampiran 6 <i>Datasheet</i> <i>buzzer</i>	207
Lampiran 7 Spesifikasi Modul <i>Buck Converter</i> LM2596.....	208
Lampiran 8 Repository YOLOv5 yang sudah di- <i>clone</i>	233

ABSTRAK

Penurunan konsentrasi pada saat mengemudi (mengantuk) dapat mengakibatkan kecelakaan lalu lintas. Pada tahun 2019 terdapat kecelakaan lalu lintas sebanyak 124 kasus pada jalan Tol Batang-semarang dengan presentase 61.08% akibat mengantuk. Perlu adanya alat untuk mendeteksi kantuk dan memberikan alarm peringatan kepada pengemudi untuk memastikan pengemudi tetap dalam keadaan sadar dengan harapan mampu mengurangi jumlah kecelakaan yang diakibatkan oleh kantuk. Atas permasalahan tersebut dibuatlah alat deteksi kantuk menggunakan algoritma YOLOv5 untuk mendeteksi pengemudi mobil yang mengalami kantuk yang diterapkan pada Raspberry Pi 4 B dan menggunakan *buzzer* sebagai notifikasi. Penelitian ini telah berhasil diimplementasikan dalam bentuk “*Rancang Bangun Deteksi Kantuk pada Pengemudi Mobil Berbasis Mikrokontroler Raspberry Pi dengan Algoritma YOLO*” dan mendeteksi kelas *awake* dan *sleep* yang telah ditentukan pada saat pelatihan. Hasil penelitian dievaluasi menggunakan Wandb menggunakan evaluasi metrik pada jarak 50cm, 60cm, dan 70cm menunjukkan untuk nilai *confidence* rata-rata sebesar 84.65%, untuk nilai *precision* rata-rata sebesar 100%, untuk nilai *recall* rata-rata sebesar 90.66%, dan untuk nilai *F1-score* rata-rata sebesar 94.83% menggunakan *pre-trained model* terlatih YOLOv5s dengan nilai mAP@0.5 sebesar 99.09% dan nilai mAP@[0.5:0.95] sebesar 71.79%.

Kata Kunci : *Deteksi Objek, YOLOv5, Deteksi Kantuk, Raspberry Pi*

ABSTRACT

Decreased concentration while driving (drowsiness) can lead to traffic accidents. In 2019 there were 124 traffic accidents on the Batang-Semarang toll road with a percentage of 61.08% due to drowsiness. It is necessary to have a tool to detect drowsiness and provide a warning alarm to the driver to ensure the driver remains conscious in the hope of reducing the number of accidents caused by drowsiness. For this problem, a drowsiness detection tool using the YOLOv5 algorithm is made to detect car drivers who experience drowsiness which is applied to the Raspberry Pi 4 B and uses a buzzer as a notification. This research has been successfully implemented in the form of "Drowsiness Detection Design for Raspberry Pi Microcontroller-Based Car Drivers with the YOLO Algorithm" and detects awake and sleep classes that have been determined during training. The results of the study evaluated using Wandb using metric evaluation at a distance of 50cm, 60cm, and 70cm show for an average confidence value of 84.65%, for an average precision value of 100%, for an average recall value of 90.66%, and for an average F1-score value of 94.83% using the pre-trained YOLOv5s trained model with a mAP@0.5 value of 99.09% and a mAP@[0.5:0.95] value of 71.79%.

Keywords : *Object Detection, YOLOv5, Drowsiness Detection, Raspberry Pi*