

**ANALISIS EKSPRESI WAJAH UNTUK DETEKSI
KELELAHAN SECARA REAL-TIME MENGGUNAKAN
METODE YOU ONLY LOOK ONCE (YOLOV4)**

SKRIPSI



Oleh :

EKA RESTU JUSTITIAN

18081010153

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2021**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : ANALISIS EKSPRESI WAJAH UNTUK DETEKSI
KELELAHAN SECARA REAL-TIME MENGGUNAKAN
METODE YOU ONLY LOOK ONCE (YOLOV4)
Oleh : EKA RESTU JUSTITIAN
NPM : 18081010153

Telah Diseminarkan Dalam Ujian Skripsi Pada :
Hari Senin, Tanggal 10 Januari 2021

Mengetahui

Dosen Pembimbing

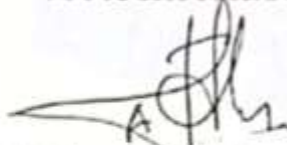
1.



Intan Yuniar Purbasari, S.Kom, M.Sc

NPT : 3 8006 04.0198 1

2.



Fetty Tri Anggraeni, S.Kom., M.Kom

NIP : 19820211 2021212 005

Dosen Penguji

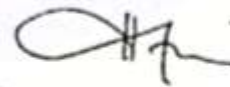
1.



Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom, M.I

NIP : 19890705 2021212 002

2.



Afina Lina Nurtaili, S.Kom., M.Ko

NRP : 202199 31 213198

Menyetujui

Dekan

Fakultas Ilmu Komputer



Dr. Ir. Ni Kelut Sari, MT

NPT : 19650731 11992032 001

Koordinator Program Studi

Teknik Informatika



Budi Nugroho, S.Kom, M.Kom

NPT : 3 8009 05 0205 1

SURAT PERNYATAAN ANTI PLAGIAT

Saya, mahasiswa Teknik Informatika UPN "Veteran" Jawa Timur, yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Eka Restu Justitian

NPM : 18081010153

Menyatakan bahwa Judul Skripsi/ Tugas Akhir yang Saya ajukan dan kerjakan, yang berjudul:

"ANALISIS EKSPRESI WAJAH UNTUK DETEKSI KELELAHAN SECARA REAL-TIME MENGGUNAKAN METODE YOU ONLY LOOK ONCE (YOLOV4)"

bukan merupakan plagiat dari Skripsi/ Tugas Akhir/ Penelitian orang lain dan juga bukan merupakan produk dan atau software yang saya beli dari pihak lain. Saya juga menyatakan bahwa Skripsi/ Tugas Akhir ini adalah pekerjaan Saya sendiri, kecuali yang dinyatakan dalam Daftar Pustaka dan tidak pernah diajukan untuk syarat memperoleh gelar di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lain. Jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini terbukti tidak benar, maka Saya siap menerima segala konsekuensinya.

Surabaya, 19 Januari 2022

Hormat Saya,



Eka Restu Justitian

18081010153

**ANALISIS EKSPRESI WAJAH UNTUK DETEKSI KELELAHAN
SECARA REAL-TIME MENGGUNAKAN METODE YOU ONLY LOOK
ONCE (YOLOV4)**

Nama Mahasiswa : Eka Restu Justitian

NPM : 18081010153

Program Studi : Teknik Informatika

Dosen Pembimbing : Intan Yuniar Purbasari, S.Kom, M.Sc

Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom

ABSTRAK

Kecelakaan lalu lintas merupakan hal yang tidak diinginkan oleh siapapun. Karena kecelakaan lalu lintas sangat merugikan, baik untuk diri sendiri, orang lain, bahkan negara. Kecelakaan lalu lintas dapat terjadi karena berbagai macam faktor, seperti: kesalahan manusia (*human error*), kesalahan kendaraan (*vehicle error*), dan kesalahan lalu lintas (*traffic error*). Kesalahan manusia (*human error*) menjadi salah satu penyebab paling sering terjadinya kecelakaan lalu lintas, yang biasanya diakibatkan oleh faktor kelelahan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pemerintah berusaha untuk meminimalisir kecelakaan, dengan cara perbaikan jalan, membangun jalan tol, dan membangun rest area. Namun, kecelakaan lalu lintas akibat kesalahan kelelahan masih sering terjadi. Oleh karena itu, perlu dibangun sistem deteksi kelelahan pengemudi untuk mengingatkan pengemudi agar tetap mengutamakan keselamatan apabila mereka telah terdeteksi sedang kelelahan. Munculnya trending Machine Learning dan Deep Learning menciptakan berbagai riset untuk menemukan metode–metode baru dan arsitektur mutakhir seperti YOLO (You Only Look Once). YOLO merupakan arsitektur jaringan untuk detektor objek yang diklaim sebagai “*fastest deep learning object detector*” yang mengutamakan akurasi dan kecepatan. Dengan menggunakan YOLOv4, deteksi kelelahan wajah pada pengemudi secara *real-time* dapat dibangun dan mendeteksi apakah pengemudi yang terekam secara langsung oleh kamera sedang kelelahan atau sedang terjaga. Tingkat keakuratan terbaik yang didapatkan untuk mendeteksi kelelahan pada pengemudi dengan YOLOv4 secara *real-time*, memiliki nilai mAP atau keakuratan deteksi hingga mencapai 98.3%.

Kata kunci: *YOLOv4, Deep Learning, Darknet, Kelelahan, Kecelakaan*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang karena telah memberikan nikmat, berkah, serta kekuatan kepada kita, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini dengan judul “ANALISIS EKSPRESI WAJAH UNTUK DETEKSI KELELAHAN SECARA REAL-TIME MENGGUNAKAN METODE YOU ONLY LOOK ONCE (YOLOV4)”. Laporan skripsi ini dibuat untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan tugas akhir pada program studi Informatika di Fakultas Ilmu Komputer UPN “Veteran” Jawa Timur. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang ada pada laporan skripsi ini, mengingat keterbatasan pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki oleh Penulis. Oleh karena itu, Penulis sangat mengharapkan masukan, kritik, dan saran yang dapat membangun dan mengembangkan laporan ini. Penulis berharap semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua orang yang membacanya dan dapat dikembangkan melalui penelitian lanjutan yang dilakukan oleh siapapun.

Surabaya, 19 Januari 2022

Penulis

Eka Restu Justitian

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji hanyalah milik Allah, sumber segala hikmah dan ilmu pengetahuan karena berkat rahmat dan berkah-Nya, sehingga Penulis dapat menyusun dan menyelesaikan laporan Skripsi ini hingga selesai tepat pada waktunya. Ucapan terima kasih saya sampaikan ke berbagai pihak yang turut membantu memperlancar penyelesaian Skripsi ini, yaitu kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Ni Ketut Sari M.T selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Bapak Budi Nugroho, S.Kom, M.Kom selaku koordinator program studi Informatika Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
3. Ibu Intan Yuniar Purbasari, S.Kom, M.Sc Selaku Dosen Pembimbing Pertama yang selalu memberikan banyak masukan, arahan dan semangat kepada peneliti, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Ibu Fetty Tri Anggraeny, S.Kom, M.Kom selaku Dosen Pembimbing Kedua yang selalu memberikan banyak saran dan memberikan solusi dari setiap permasalahan dalam pengerjaan skripsi, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.
5. Orang Tua dan keluarga Penulis, yang selalu memberikan dukungan, selalu ada dalam situasi apapun dan selalu mendoakan penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan skripsi ini.
6. Sahabat-sahabat Penulis yang selalu memberikan semangat dan dukungan moral secara penuh kepada Penulis, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.
7. Teman - teman jurusan Informatika, serta semua pihak yang telah membantu proses perkuliahan di Informatika yang senantiasa saling mendukung dan memberi dorongan awal perkuliahan hingga saat ini.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
SURAT PERNYATAAN ANTI PLAGIAT	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Manfaat	3
1.5. Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Penelitian Sebelumnya.....	5
2.2. Citra Digital	6
2.3. Pengolahan Citra Digital.....	7
2.4. Segmentasi Citra	8
2.5. Thresholding	9
2.6. Feature Learning	9
2.7. Convolutional Neural Network (CNN).....	11
2.7.1. Konsep kerja CNN	12
2.7.2. Arsitektur CNN	13
2.8. You Only Look Once (YOLO).....	15
2.9. YOLOv2	22
2.10. YOLOv3	23
2.11. YOLOv4	23
BAB III METODOLOGI.....	25
3.1. Prosedur Penelitian dan Objek Penelitian.....	25
3.2. Pre-Processing Data.....	26
3.2.1. Pembagian Data	27
3.2.2. Augmentasi Data.....	27

3.2.3.	Perubahan Nama Citra	27
3.2.4.	Anotasi Citra	28
3.2.5.	Akuisisi Data.....	28
3.3.	Pelatihan Data	28
3.3.1.	Kloning and Membangun Darknet.....	29
3.3.2.	Memuat Weights Pre-Trained YOLOv4 and Dataset	29
3.3.3.	Konfigurasi Hyperparameter.....	30
3.3.4.	Penyetelan Model YOLOv4.....	31
3.3.5.	Pelatihan Dataset.....	33
3.3.6.	Menyimpan File Weights dan Memuat Trained Weights	34
3.3.7.	Memuat dan Resize Data Test.....	34
3.4.	Evaluasi Data	34
3.4.1.	Menghitung Deteksi Citra	34
3.4.2.	Menyimpan Hasil Output dan Menghitung Performa Parameter	35
3.5.	Skenario Penelitian	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		37
4.1.	Hasil	37
4.1.1.	Hasil Pre-Processing Data.....	37
4.1.2.	Hasil Pelatihan Data	43
4.1.3.	Hasil Evaluasi Data	48
4.1.4.	Hasil Deteksi Kelelahan	56
4.1.5.	Hasil Keakuratan Deteksi.....	65
4.2.	Pembahasan	75
4.2.1.	Pembahasan Hasil Pre-Processing Data.....	75
4.2.2.	Pembahasan Hasil Pelatihan Data	76
4.2.3.	Pembahasan Hasil Evaluasi Data	77
4.2.4.	Pembahasan Hasil Deteksi Kelelahan	77
4.2.5.	Pembahasan Hasil Keakuratan Deteksi.....	78
BAB V PENUTUP.....		82
5.1.	Kesimpulan	82
5.2.	Saran	82
DAFTAR PUSTAKA		84
LAMPIRAN 1.....		86

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Konfigurasi Hyperparameter YOLOv4 (Giancini et al., n.d.)	30
Tabel 3.2 Konfigurasi Hyperparameter YOLOv4-Tiny (Giancini et al., n.d.)	31
Tabel 3.3 Model Arsitektur Darknet-53 yang digunakan (Giancini et al., n.d.) ...	32
Tabel 3.4 Pelatihan Data	33
Tabel 4.1 Konfigurasi YOLOv4 Custom	45
Tabel 4.2 Hasil Keakuratan Deteksi Skenario Pertama YOLOv4	65
Tabel 4.3 Hasil Keakuratan Deteksi Skenario Pertama YOLOv4-Tiny	67
Tabel 4.4 Hasil Keakuratan Deteksi Skenario Kedua YOLOv4.....	70
Tabel 4.5 Hasil Keakuratan Deteksi Skenario Kedua YOLOv4-Tiny	73
Tabel 4.6 Hasil Perbandingan Keakuratan Deteksi Skenario Pertama	79
Tabel 4.7 Hasil Perbandingan Keakuratan Deteksi Skenario Kedua.....	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Citra Digital (Sindar & Sinaga, 2017).....	7
Gambar 2.2 Flowchart Proses Pengolahan Citra	8
Gambar 2.3 Segmentasi Citra (Sindar & Sinaga, 2017)	8
Gambar 2.4 Thresholding (Sindar & Sinaga, 2017)	9
Gambar 2.5 Konsep Feature Learning (Suartika, n.d.)	10
Gambar 2.6 Convolutional Neural Network (Suartika, n.d.)	11
Gambar 2.7 Arsitektur MLP Sederhana (Suartika, n.d.).....	12
Gambar 2.8 Proses Konvolusi Pada CNN (Suartika, n.d.).....	13
Gambar 2.9 Operasi Konvolusi (Suartika, n.d.).....	14
Gambar 2.10 Operasi Max Pooling (Suartika, n.d.).....	14
Gambar 2.11 Proses Deteksi YOLO (Redmon et al., n.d.)	15
Gambar 2.12 Model Deteksi YOLO (Redmon et al., n.d.)	17
Gambar 2.13 Non-Suppression Max.....	22
Gambar 2.14 Hasil Perbandingan YOLOv4 (Bochkovskiy et al., 2020).....	23
Gambar 2.15 Detektor Objek YOLOv4 (Bochkovskiy et al., 2020).	24
Gambar 3.1 Alur Kerja Sistem.....	25
Gambar 3.2 Alur Pre-Processing Data	26
Gambar 4.1 Hasil Pembagian Data Berdasarkan Kelas “active” dan “fatigue”	37
Gambar 4.2 Hasil Augmentasi Data Citra.....	39
Gambar 4.3 Hasil Perubahan Nama Citra	40
Gambar 4.4 Proses Bounding Box dan Pelabelan.....	41
Gambar 4.5 Hasil Anotasi Citra	41
Gambar 4.6 Konfigurasi YOLOv4-Tiny Custom	46
Gambar 4.7 Grafik Performa mAP Iterasi 0-1100 YOLOv4.....	49
Gambar 4.8 Grafik Performa mAP Iterasi 1100-1500 YOLOv4.....	49
Gambar 4.9 Grafik Performa mAP Iterasi 1500-1600 YOLOv4.....	50
Gambar 4.10 Grafik Performa mAP Iterasi 1600-1900 YOLOv4.....	51
Gambar 4.11 Grafik Performa mAP Iterasi 1900-2600 YOLOv4.....	51
Gambar 4.12 Grafik Performa mAP Iterasi 2600-2800 YOLOv4.....	52
Gambar 4.13 Grafik Performa mAP Iterasi 2800-2900 YOLOv4.....	52

Gambar 4.14 Grafik Performa mAP Iterasi 2900-3000 YOLOv4.....	53
Gambar 4.15 Grafik Performa mAP Iterasi 3000-3100 YOLOv4.....	53
Gambar 4.16 Grafik Performa mAP Iterasi 3100-3500 YOLOv4.....	54
Gambar 4.17 Grafik Performa mAP Iterasi 3500-3600 YOLOv4.....	54
Gambar 4.18 Grafik Performa mAP Iterasi 3600-4000 YOLOv4.....	55
Gambar 4.19 Grafik Performa mAP Iterasi 0-4000 YOLOv4-Tiny	56
Gambar 4.20 Hasil Deteksi Kelelahan pada Gambar Spiderman	59
Gambar 4.21 Hasil Deteksi Kelelahan melalui Foto Webcam 1	62
Gambar 4.22 Hasil Deteksi Kelelahan melalui Foto Webcam 2	63
Gambar 4.23 Hasil Deteksi Kelelahan melalui Video Stream 1	64
Gambar 4.24 Hasil Deteksi Kelelahan melalui Video Stream 2.....	64
Gambar 4.25 Perbandingan Grafik Nilai mAP	77