

**IMPLEMENTASI METODE *SINGLE SHOT MULTIBOX DETECTOR*  
(SSD) UNTUK *OBJECT TRACKING* SECARA *REAL-TIME* PADA SISTEM  
TOKO PINTAR BLIBLI MART**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian dari  
persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer  
pada Departemen Pendidikan Ilmu Komputer



oleh:

RIZAL ALFARIZI

NIM 1600807

**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN ILMU KOMPUTER  
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN  
ALAM  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
2020**

**IMPLEMENTASI METODE *SINGLE SHOT MULTIBOX DETECTOR*  
(SSD) UNTUK *OBJECT TRACKING* SECARA *REAL-TIME* PADA SISTEM  
TOKO PINTAR BLIBLI MART**

Oleh  
Rizal Alfarizi  
NIM 1600807

Sebuah Skripsi yang Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Komputer di Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu  
Pengetahuan Alam

© Rizal Alfarizi 2020  
Universitas Pendidikan Indonesia  
Agustus 2020

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak  
ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis

**RIZAL ALFARIZI**

1600807

**IMPLEMENTASI METODE *SINGLE SHOT MULTIBOX DETECTOR*  
(SSD) UNTUK *OBJECT TRACKING* SECARA *REAL-TIME* PADA SISTEM  
TOKO PINTAR BLIBLI MART**

DISETUJUI DAN DISAHKAN OLEH PEMBIMBING:

Pembimbing I,

**Drs. H. Eka Fitrajaya Rahman., M.T.**

NIP. 196402141990031003

Pembimbing II,

**Erna Piantari, M.T.**

NIP. 920171219890224201

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Ilmu Komputer

**Lala Septem Riza, M.T., Ph.D.**

NIP. 197809262008121001

Rizal Alfarizi, 2020

**IMPLEMENTASI METODE *SINGLE SHOT MULTIBOX DETECTOR* (SSD) UNTUK *OBJECT TRACKING*  
SECARA *REAL-TIME* PADA SISTEM TOKO PINTAR BLIBLI MART**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

## PERNYATAAN

Dengan ini penulis menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Implementasi Metode *Single Shot Multibox Detector* (SSD) untuk Object Tracking Secara Real-Time Pada Sistem Toko Pintar Blibli Mart” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya penulis sendiri. Penulis tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, penulis siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya penulis ini.

Bandung, Agustus 2020

Yang Membuat Pernyataan,

Rizal Alfarizi

NIM 1600807

**IMPLEMENTASI METODE *SINGLE SHOT MULTIBOX DETECTOR*  
(SSD) UNTUK *OBJECT TRACKING* SECARA *REAL-TIME* PADA SISTEM  
TOKO PINTAR BLIBLI MART**

Oleh

Rizal Alfarizi — [ijal.alfarizi@student.upi.edu](mailto:ijal.alfarizi@student.upi.edu)

1600807

**ABSTRAK**

Abstrak—Teknologi *self checkout system* telah digunakan oleh banyak industri retail. Dalam pengembangan teknologi *self checkout system*, teknologi RFID, barcode dan QR code adalah yang paling sering digunakan untuk saat ini, namun teknologi tersebut memerlukan biaya yang cukup besar karena memerlukan perangkat keras yang terdiri dari sensor, RFID dan teknologi IoT lainnya, Amazon Go mengembangkan *self checkout system* yang menggunakan gabungan dari *computer vision* dan sensor sehingga *customer* mendapat pengalaman baru dalam berbelanja yang tidak memerlukan kasir dimana terdapat tantangan dalam membedakan barang yang diambil oleh *customer*. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem *checkout* otomatis dengan menggunakan metode deteksi objek *Single Shot Multibox Detector* (SSD) dengan *basenet Mobilenet* dan pengenalan aksi untuk mengetahui barang yang diambil dan disimpan pada rak menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dan *Motion History Image* (MHI) sebagai *input*. SSD sendiri sebagai *object detection* digunakan untuk deteksi barang pada rak sekaligus sebagai ekstraksi fitur untuk model *action recognition* dengan mendeteksi objek manusia lalu mendapatkan gambar dari kotak *Region of Interest* (ROI) deteksi dan dikonversi menjadi MHI untuk digunakan sebagai *inputan* model pengenalan aksi. Model deteksi sendiri di-*training* menggunakan dataset yang diambil sendiri dengan mAP@0.5 83% sedangkan untuk pengenalan aksi dibuat tiga model dengan parameter durasi MHI 20, 30, dan 45 sebagai perbandingan dan mendapatkan akurasi model 90%, 94%, 93% saat *training* menggunakan dataset yang juga diambil sendiri.

Kata Kunci: *Self checkout system, object detection, SSD, action recognition, motion history image (MHI)*

**IMPLEMENTASI METODE *SINGLE SHOT MULTIBOX DETECTOR*  
(SSD) UNTUK *OBJECT TRACKING* SECARA *REAL-TIME* PADA SISTEM  
TOKO PINTAR BLIBLI MART**

Oleh

Rizal Alfarizi — [ijal.alfarizi@student.upi.edu](mailto:ijal.alfarizi@student.upi.edu)

1600807

***ABSTRACT***

*Abstract—Self checkout system technology is being used by many retail industry. in development of self checkout system, RFID, barcode and QR are the most technology used for this system, although those technology require big cost because of those sensors and IoT technology. Amazon go develop self checkout system based on computer vision and sensor. Thus, customer get new experience in shopping cashierless. This research intend to build this system using Single Shot Multibox Detection (SSD) object detection method with Mobilnet as base net layer and action recognition for knowing which item is put or took away in rack using Convolutional Neural Network (CNN) method and Motion History Image (MHI) as an input. SSD as object detection used to detect item in rack also as feature extraction for action recognition model for detecting person and then get bounding box to get person's ROI image and finally those images is converted to MHI as an input for the model. Object detection has been trained by custom dataset and get mAP@0.5 83% for action recognition we built three models as comparison with MHI duration 20, 30 and 45, we get 90%,94%,93% model accuracy with custom dataset we collected.*

*Keywords: Self checkout system, object detection, SSD, action recognition, motion history image (MHI)*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur peneliti panjatkan ke hadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya peneliti dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Shalawat dan salam semoga selalu tercurah limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, tab'in dan seluruh umatnya hingga akhir zaman.

Skripsi ini berjudul “Implementasi Metode *Single Shot Multibox Detector* (SSD) untuk Object Tracking Secara Real-Time Pada Sistem Toko Pintar Blibli Mart”. Penelitian ini bertujuan untuk memenuhi dan melengkapi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana komputer atas jenjang studi S1 pada Departemen Pendidikan Ilmu Komputer Universitas Pendidikan Indonesia.

Dalam penyusunan skripsi ini peneliti menyadari masih banyaknya kekurangan dan kesalahan, baik yang disengaja maupun yang tidak disengaja. Oleh karena itu, peneliti menyampaikan permohonan maaf yang sebesar-besarnya dan mengharapakan kritik dan saran membangun bagi skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi peneliti dan bagi pembaca.

Bandung, Juni 2020

Rizal Alfarizi

## UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillahirabilalamin, puji dan syukur kehadiran Allah SWT. Yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis diberikan kelancaran dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini. Dalam proses menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi ini, peneliti banyak mendapat bimbingan, dorongan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih serta penghargaan yang setinggi-tingginya, kepada:

1. Kedua orang tua, Bapak Tauhid Nurdin Hermana dan Ibu Kulsum Karyawaty Djaenudin yang tanpa henti-hentinya memberikan doa dan dukungan, baik itu dukungan moral, materil maupun spiritual sehingga dapat memotivasi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Drs. H. Eka Fitrajaya Rahman., M.T., selaku pembimbing I atas segala waktu yang dicurahkan untuk membimbing penulis demi terselesaikannya skripsi ini.
3. Ibu Erna Piantari, M.T., selaku pembimbing II yang telah memberikan saran kepada penulis selama proses penyelesaian penelitian dan penulisan skripsi.
4. Bapak Lala Septem Riza, M.T., Ph.D., selaku Kepala Departemen Pendidikan Ilmu Komputer FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia.
5. Ibu Dr. Rani Megasari, M.T., selaku Ketua Program Studi Ilmu Komputer dan Bapak Dr. Wahyudin, M.T., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Ilmu Komputer FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia.
6. Bapak Rizky Rahman J., M.Kom., selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama masa perkuliahan.
7. Bapak dan Ibu Dosen Prodi Pendidikan Ilmu Komputer dan Ilmu Komputer yang telah berbagi ilmu yang sangat bermanfaat kepada penulis.
8. Bapak Hendri Karisma., M.Kom., selaku kakak sekaligus mentor pembimbing selama masa *intern* di Blibli.com dan pengerjaan skripsi.
9. Afina selaku teman yang telah banyak membantu dan mendukung saya selama ini.



10. Ali dan haris selaku sahabat penulis yang selalu memberi semangat selama pengerjaan.
11. Iqdam dan Cacuk selaku teman yang melakukan penelitian di bidang yang sama telah turut membantu dan saling berbagi penemuan selama proses pengerjaan skripsi.
12. Rifky, Adjo, dan Pais selaku teman penulis yang telah banyak memberikan semangat selama masa perkuliahan.
13. Teman seperjuangan Mahasiswa Departemen Pendidikan Ilmu Komputer FPMIPA UPI 2016.
14. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah memberi arti dan dukungan pada penulis.

Semoga semua amal baik yang telah diberikan kepada penulis mendapatkan balasan yang berlipat dari Allah SWT. Aamiin

Bandung, Agustus 2020

Rizal Alfarizi

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
<i>ABSTRACT</i> .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Batasan Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan .....	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	8
2.1 <i>Self Checkout System</i> .....	8
2.1.1 Teknologi <i>Self Checkout System</i> .....	8
2.2 Bliblimart .....	9
2.3 <i>Machine Learning</i> .....	10
2.4 <i>Computer Vision</i> .....	16
2.4.1 Definisi <i>Computer Vision</i> .....	16
2.4.2 Tujuan <i>Computer Vision</i> .....	16
2.4.3 Bagaimana <i>Computer Vision</i> Bekerja .....	18
2.5 <i>Image Recognition</i> .....	20
2.5.1 Definisi <i>Image Recognition</i> .....	20
2.5.2 <i>Neural Network Model Pattern Recognition</i> .....	21
2.5.3 <i>Proses Training Neural Network</i> .....	22
2.5.4 Convolutional Neural Network CNN.....	23
2.5.5 Proses CNN untuk <i>Image Recognition</i> .....	26
2.5.6 <i>Image Augmentation</i> .....	28
2.5.7 Evaluasi <i>Recognition</i> .....	29

2.5.8	Arsitektur <i>MobileNet</i> .....	31
2.6	<i>Object Detection</i> .....	34
2.6.1	Definisi <i>Object Detection</i> .....	34
2.6.2	Komponen <i>Object Detection</i> .....	36
2.6.3	<i>Single Shot Multibox Detector</i> (SSD) .....	38
2.6.4	<i>High Level SSD</i> .....	39
2.6.5	Bagaimana <i>network</i> memprediksi .....	41
2.6.6	Evaluasi <i>Object Detection</i> .....	57
2.7	<i>Object Tracking</i> .....	60
2.8	<i>Motion History Image</i> (MHI) .....	63
2.8.1	Membangun <i>Motion History Image</i> .....	64
2.9	<i>Action Recognition</i> .....	67
2.9.1	Metode <i>Human Action Recognition</i> .....	68
2.9.2	CNN + <i>Motion History Image Action Recognition</i> .....	70
2.10	Penelitian Terkait .....	73
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		77
3.1	Desain Penelitian .....	77
3.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	79
3.2.1	Alat Penelitian.....	79
3.2.2	Bahan Penelitian.....	80
3.3	Metode Penelitian .....	80
3.3.1	Metode Pengumpulan Data.....	80
BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL PENELITIAN.....		82
4.1	Pengumpulan Data.....	82
4.1.1	Pengumpulan Data Pengenalan Aksi .....	82
4.1.2	Pengumpulan Data Deteksi Objek .....	83
4.2	Pra Proses Data .....	87
4.2.1	Pra Proses Data Pengenalan Aksi .....	87
4.2.2	Pra Proses Data Deteksi Objek ( <i>Object Detection</i> ).....	91
4.3	Pemodelan Deteksi Objek.....	97
4.3.1	Proses <i>Training Model</i> .....	102
4.3.2	Proses Prediksi Model.....	110

4.4	Evaluasi Model Deteksi Objek .....	113
4.5	Pemodelan Pengenalan Aksi.....	114
4.5.1	Proses <i>Training</i> Model.....	115
4.5.2	Proses Prediksi Model.....	119
4.6	Evaluasi Model Pengenalan Aksi .....	120
4.7	Alur Mesin <i>Self Checkout System</i> .....	123
4.8	Pembuatan Mesin Validasi <i>Virtual Cart</i> .....	124
4.9	Skenario Validasi Mesin .....	133
4.9.1	Pengaruh durasi MHI terhadap model pengenalan aksi.....	136
4.9.2	Pengaruh variasi data dalam model deteksi objek .....	137
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		140
5.1	Kesimpulan .....	140
5.2	Saran .....	141
DAFTAR PUSTAKA .....		142

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Confussion Matrix</i> .....	30
Tabel 2.2 Arsitektur <i>Mobilenet</i> .....	33
Tabel 2.3 Pembagian <i>prior</i> tiap <i>feature maps</i> .....	47
Tabel 2.4 Hasil perhitungan IoU untuk kotak prior dengan pasangan kotak anotasi. .....	53
Tabel 2.5 Proses eliminasi kotak prediksi dalam bentuk tabel.....	56
Tabel 2.6 Hasil perhitungan IoU.....	58
Tabel 2.7 Hasil hitung <i>precision &amp; recall</i> .....	58
Tabel 4.1 Data untuk deteksi objek.....	84
Tabel 4.2 Output <i>base network</i> dan <i>auxiliary network</i> .....	99
Tabel 4.3 <i>Output network</i> prediksi untuk regresi.....	101
Tabel 4.4 <i>Output network</i> prediksi untuk klasifikasi.....	101
Tabel 4.5 Hasil dari pembuatan kotak <i>prior</i> .....	104
Tabel 4.6 <i>Confussion matrix</i> model pengenalan aksi dengan MHI 30, 45 dan 20. .....	121
Tabel 4.7 Hasil skenario dengan durasi MHI 20.....	134
Tabel 4.8 Hasil skenario dengan durasi MHI 30.....	135
Tabel 4.9 Hasil skenario dengan durasi MHI 45.....	136

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Sistem Amazon Go (Wankhede, 2018).....	2
Gambar 2.1 Diagram evolusi teknologi <i>checkout</i> . ....	9
Gambar 2.2 Toko fisik BlibliMart.....	9
Gambar 2.3 <i>Flow machine learning</i> (Geron, 2017).....	13
Gambar 2.4 Aplikasi <i>Computer Vision</i> (Szeliski, 2010).....	17
Gambar 2.5 Alur <i>computer vision</i> (Prince, 2013). ....	18
Gambar 2.6 Proses <i>computer vision</i> (Prince, 2013).....	18
Gambar 2.7 Contoh alur <i>computer vision</i> (Prince, 2013). ....	19
Gambar 2.8 Neural Network (Shanmugamani, 2018). ....	21
Gambar 2.9 <i>Forward Propagation</i> .....	22
Gambar 2.10 <i>Backpropagation</i> .....	23
Gambar 2.11 Komponen <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN) (Gorach, 2018). .....	24
Gambar 2.12 Bagian kecil dinamakan <i>feature</i> . ....	26
Gambar 2.13 Hasil <i>filter</i> . ....	26
Gambar 2.14 Proses <i>Pooling</i> . ....	27
Gambar 2.15 List gambar yang difilter. ....	27
Gambar 2.16 Taksonomi metode <i>image augmentation</i> (Shorten & Khoshgoftaar, 2019). ....	28
Gambar 2.17 Aplikasi menggunakan arsitektur <i>mobilenet</i> (Howard et al., 2017). 31	
Gambar 2.18 <i>Convolutional filter</i> standar (Howard et al., 2017). ....	32
Gambar 2.19 <i>Depthwise Convolutional</i> (atas) & <i>Pointwise Convolutional</i> (bawah) (Howard et al., 2017). ....	33
Gambar 2.20 <i>Convolutional</i> Standar (kiri) & <i>Depthwise Separable</i> <i>convolution</i> (kanan) (Howard et al., 2017). ....	33
Gambar 2.21 Perbedaan klasifikasi gambar dan deteksi objek.....	35
Gambar 2.22 Sebelum dan setelah penerapan teknik NMS.....	37
Gambar 2.23 <i>SSD Framework</i> , (a) gambar dengan kotak anotasi, (b) <i>8x8 feature</i> <i>map</i> , (c) <i>4x4 feature map</i> (Liu et al., 2016). ....	39
Gambar 2.24 Arsitektur SSD (Liu et al., 2016). ....	40



Gambar 2.54 Tahap ekstraksi <i>sequence</i> (Almaadeed et al., 2019). .....	72
Gambar 2.55 Arsitektur model 3DCNN (Almaadeed et al., 2019).....	72
Gambar 2.56 Ilustrasi Amazon Go (Wankhede, 2018).....	74
Gambar 2.57 Sistem <i>smart checkout</i> (Wu et al., 2016). .....	75
Gambar 2.58 Hasil deteksi sistem (Wu et al., 2016).....	75
Gambar 2.59 RMPE <i>framework</i> (Fang et al., 2017) .....	76
Gambar 2.60 Proses STN pada RMPE .....	76
Gambar 3.1 Desain Penelitian.....	77
Gambar 4.1 Pengambilan data saat di kantor Bibli.....	82
Gambar 4.2 Peletakan kamera <i>webcam</i> dan hasil dari <i>webcam</i> . .....	83
Gambar 4.3 Computer Vision Annotation Tool (CVAT). .....	87
Gambar 4.4 Kode program pra proses pengenalan aksi.....	90
Gambar 4.5 Visualisasi saat pre proses data. ....	90
Gambar 4.6 <i>Output</i> hasil pre proses data, 1 “mengambil”, 2“menyimpan”, 3 “idle”, 4 “idle_ambil” menjadi gambar MHI. ....	91
Gambar 4.7 Kode program proses augmentasi tahap pertama.....	92
Gambar 4.8 Kode program <i>random rotate</i> . .....	92
Gambar 4.9 Kombinasi <i>motion blur</i> dan <i>random rotate</i> . .....	93
Gambar 4.10 Kode program <i>random horizontal flip</i> . .....	93
Gambar 4.11 Kombinasi <i>gaussian blur, noise</i> dan <i>horizontal flip</i> . .....	94
Gambar 4.12 Kode program <i>random vertical flip</i> . .....	94
Gambar 4.13 Kombinasi <i>gaussian noise</i> dan <i>vertical flip</i> . .....	95
Gambar 4.14 Kode program <i>random shear</i> . .....	95
Gambar 4.15 Kombinasi <i>add brightness</i> dan <i>random shear</i> . .....	96
Gambar 4.16 Kode program <i>random scale</i> . .....	96
Gambar 4.17 Kombinasi <i>dropout</i> dan <i>random scale</i> . .....	97
Gambar 4.18 Kode program model <i>Mobilenet</i> . .....	98
Gambar 4.19 Kode program <i>auxiliary network</i> . .....	99
Gambar 4.20 Kode program <i>prediction network</i> . .....	100
Gambar 4.21 Struktur folder dataset. ....	102
Gambar 4.22 Kode program membuat kotak prior. ....	104
Gambar 4.23 Kode program konfigurasi <i>prior mobilenet</i> . .....	104
Gambar 4.24 Kode program untuk mendapatkan <i>offset</i> . .....	105



Gambar 4.25 Kode program pencocokan <i>prior</i> yang memiliki nilai IoU lebih dari 0.5.....	106
Gambar 4.26 Kode program formula <i>offset</i> . .....	106
Gambar 4.27 Kode program Multibox loss.....	108
Gambar 4.28 Kode program proses <i>hard negative mining</i> .....	108
Gambar 4.29 Kode program training. ....	109
Gambar 4.30 Kode program fungsi NMS. ....	110
Gambar 4.31 Kode program proses prediksi.....	112
Gambar 4.32 Hasil deteksi objek menggunakan SSD. ....	113
Gambar 4.33 mAP@0.5 model. ....	113
Gambar 4.34 <i>Average Precion (AP)</i> dan <i>precision recall tiap kelas</i> . ....	114
Gambar 4.35 Kode program <i>network</i> pengenalan aksi. ....	115
Gambar 4.36 Kode program <i>load</i> dataset pengenalan aksi.....	116
Gambar 4.37 Kode program training pengenlan aksi .....	119
Gambar 4.38 Kode program prediksi pengenalan aksi. ....	120
Gambar 4.39 Hasil prediksi pengenalan aksi.....	120
Gambar 4.40 <i>Precision, recall</i> dan <i>f1-score</i> model pengenalan aksi MHI 30. ...	121
Gambar 4.41 <i>Precision, recall</i> dan <i>f1-score</i> model pengenalan aksi MHI 20. ...	121
Gambar 4.42 <i>Precision, recall</i> dan <i>f1-score</i> model pengenalan aksi MHI 45. ...	121
Gambar 4.43 Alur Mesin.....	123
Gambar 4.44 Kode program <i>load</i> SSD model untuk deteksi barang. ....	125
Gambar 4.45 Kode program prediksi dan menambahkan kotak prediksi.....	125
Gambar 4.46 Prediksi deteksi objek.....	126
Gambar 4.47 Kode program inisiasi MHI.....	126
Gambar 4.48 Kode program proses MHI di dalam <i>looping</i> .....	127
Gambar 4.49 Kode program instansiasi model pengenalan aksi. ....	127
Gambar 4.50 Kode program prediksi pengenalan aksi. ....	128
Gambar 4.51 Hasil proses pengenalan aksi.....	128
Gambar 4.52 Kode program membuat ROI. ....	129
Gambar 4.53 Pembuatan kotak ROI pada rak.....	129
Gambar 4.54 Kode program validasi barang. ....	131
Gambar 4.55 Proses menampilkan benda yang diambil. ....	132
Gambar 4.56 Proses berhasil checkout. ....	133

Gambar 4.57 Data MHI dengan durasi 20, 30, dan 45 .....	137
Gambar 4.58 Hasil deteksi objek. ....	137
Gambar 4.59 Kesalahan deteksi objek klasifikasi (atas) dan tidak terdeteksi (bawah).....	138

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahad, M. A. R. (2013). Motion history images for action recognition and understanding. In *SpringerBriefs in Computer Science*.
- Almaadeed, N., Elharrouss, O., Al-Maadeed, S., Bouridane, A., & Beghdadi, A. (2019). *A Novel Approach for Robust Multi Human Action Detection and Recognition based on 3-Dimensional Convolutional Neural Networks*. 1–7. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/1907.11272>
- Balaji, S. R., & Karthikeyan, S. (2017). A survey on moving object tracking using image processing. *Proceedings of 2017 11th International Conference on Intelligent Systems and Control, ISCO 2017*, 469–474. <https://doi.org/10.1109/ISCO.2017.7856037>
- Cellary, W. (2016). Multiversion Serializability and Concurrency Control. *Encyclopedia of Database Systems*, 1–4. [https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7993-3\\_228-2](https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7993-3_228-2)
- Chen, Z., Khemmar, R., Decoux, B., Atahouet, A., & Ertaud, J.-Y. (2019). Real Time Object Detection, Tracking, and Distance and Motion Estimation based on Deep Learning: Application to Smart Mobility. *2019 Eighth International Conference on Emerging Security Technologies (EST)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/est.2019.8806222>
- Dass, R. (2018). *Pattern Recognition Techniques: A Review*.
- Dey, A. (2016). Machine Learning Algorithms: A Review. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*.
- Elgendy, M. (2020). *Grokking Deep Learning for Computer Vision*. Manning Publications Co.
- Fang, H. S., Xie, S., Tai, Y. W., & Lu, C. (2017). RMPE: Regional Multi-person

- Pose Estimation. *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision*. <https://doi.org/10.1109/ICCV.2017.256>
- Fernandes, T., & Pedroso, R. (2017). The effect of self-checkout quality on customer satisfaction and repatronage in a retail context. *Service Business*, 11(1), 69–92. <https://doi.org/10.1007/s11628-016-0302-9>
- Fisher Jr., D. H., Pazzani, M. J., & Langley, P. (Eds.). (1991). *Concept Formation Knowledge and Experience in Unsupervised Learning*. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- Ganpatrao Sabale, R. (2012). Comparative Study of Prototype Model For Software Engineering With System Development Life Cycle. *IOSR Journal of Engineering*, 02(07), 21–24. <https://doi.org/10.9790/3021-02722124>
- Geron, A. (2017). Hands-On Machine Learning With Scikit-Learn & Tensor Flow. In *Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow*. <https://doi.org/10.3389/fninf.2014.00014>
- Gorach, T. (2018). Deep Convolutional Neural Networks - A Review. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 56(5), 1235–1250. Retrieved from <http://www.dbpia.co.kr/Journal/ArticleDetail/NODE07109492>
- Goutte, C., & Gaussier, E. (2005). A Probabilistic Interpretation of Precision, Recall and F-Score, with Implication for Evaluation. *Lecture Notes in Computer Science*, 3408, 345–359. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-31865-1\\_25](https://doi.org/10.1007/978-3-540-31865-1_25)
- Howard, A. G., Zhu, M., Chen, B., Kalenichenko, D., Wang, W., Weyand, T., ... Adam, H. (2017). *MobileNets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications*. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/1704.04861>
- Howard Schneider. (2016). *Master Machine Learning Algorithms Discover How They Work and Implement Them From Scratch*. 11. Retrieved from <http://machinelearningmastery.com>

- Kong, L., Huang, G., Wu, K., Tang, Q., & Ye, S. (2018). Comparison of Internet Traffic Identification on Machine Learning Methods. *International Conference on Big Data and Artificial Intelligence, BDAI 2018*, 38–41. <https://doi.org/10.1109/BDAI.2018.8546682>
- Kong, Y., & Fu, Y. (2018). *Human Action Recognition and Prediction: A Survey*. 13(9). Retrieved from <http://arxiv.org/abs/1806.11230>
- Li, M., Cai, Z., Wei, C., & Yuan, Y. (2015). A survey of video object tracking. *International Journal of Control and Automation*, 8(9), 303–312. <https://doi.org/10.14257/ijca.2015.8.9.29>
- Liu, W., Anguelov, D., Erhan, D., Szegedy, C., Reed, S., Fu, C.-Y., & Berg, A. C. (2016). SSD: Single Shot MultiBox Detector. In B. Leibe, J. Matas, N. Sebe, & M. Welling (Eds.), *Computer Vision -- ECCV 2016* (pp. 21–37). Cham: Springer International Publishing.
- Nallapureddy, B., Das, P., Nagaraj, N., Parameswaran, S., & Zaninovich, J. (2015). *Future of Self Checkout: A landscape study*. Retrieved from <https://scet.berkeley.edu/wp-content/uploads/UCB-ELPP-Future-of-Self-Checkout-Report.pdf>
- Ng, J., Hausknecht, M., Vijayanarasimhan, S., Vinyals, O., Monga, R., & Toderici, G. (2015). *Beyond short snippets: Deep networks for video classification*. 4694–4702. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2015.7299101>
- Obulesu, O., Mahendra, M., & Thrilokreddy, M. (2018). Machine Learning Techniques and Tools: A Survey. *Proceedings of the International Conference on Inventive Research in Computing Applications, ICIRCA 2018*. <https://doi.org/10.1109/ICIRCA.2018.8597302>
- Polacco, A., & Backes, K. (2018). The Amazon Go Concept: Implications, Applications, and Sustainability. *Journal of Business and Management*, 24(1), 79–92. [https://doi.org/10.6347/JBM.201803\\_24\(1\).0004](https://doi.org/10.6347/JBM.201803_24(1).0004)
- Prince, D. S. J. D. (2013). Computer Vision: Models, Learning, and Inference. *The*

*Lancet Neurology*. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(13\)70064-4](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(13)70064-4)

Qi, Y., Wang, Y., & Liu, Y. (2019). Object Tracking Based on Deep CNN Feature and Color Feature. *International Conference on Signal Processing Proceedings, ICSP, 2018-Augus(66)*, 469–473. <https://doi.org/10.1109/ICSP.2018.8652470>

Rätsch, G. (2004). A brief introduction into machine learning. *21st Chaos Communication Congress*, 1–6.

Regina Lourdhu Suganthi, S., Hanumanthappa, M., & Kavitha, S. (2018). Event Image Classification using Deep Learning. *ICSNS 2018 - Proceedings of IEEE International Conference on Soft-Computing and Network Security*, (August). <https://doi.org/10.1109/ICSNS.2018.8573655>

Sarwar, M. A., Daraghmi, Y.-A., Liu, K.-W., Chi, H.-C., Ik, T.-U., & Li, Y.-L. (2020). *Smart Shopping Carts Based on Mobile Computing and Deep Learning Cloud Services*. 1–6. <https://doi.org/10.1109/wcnc45663.2020.9120574>

Shanmugamani, R. (2018). *Deep Learning for Computer Vision: Expert techniques to train advanced neural networks using TensorFlow and Keras*. Packt Publishing Ltd.

Shorten, C., & Khoshgoftaar, T. M. (2019). A survey on Image Data Augmentation for Deep Learning. *Journal of Big Data*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s40537-019-0197-0>

Szeliski, R. (2010). *Computer vision: algorithms and applications*. Springer Science & Business Media.

Tsihrintzis, G. A., Sotiropoulos, D. N., & Jain, L. C. (n.d.). *Intelligent Systems Reference Library 149 Machine Learning Paradigms Advances in Data Analytics*. Retrieved from <http://www.springer.com/series/8578>

Ullah, A., Ahmad, J., Muhammad, K., Sajjad, M., & Baik, S. W. (2017). Action

- Recognition in Video Sequences using Deep Bi-Directional LSTM with CNN Features. *IEEE Access*, 6, 1155–1166. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2778011>
- Vinodababu, S. (2018). PyTorch Tutorial to Object Detection. Retrieved from <https://github.com/sgrvinod/a-PyTorch-Tutorial-to-Object-Detection>
- Voulodimos, A., Doulamis, N., Doulamis, A., & Protopapadakis, E. (2018). Deep Learning for Computer Vision: A Brief Review. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/7068349>
- Wang, P., Li, W., Ogunbona, P., Wan, J., & Escalera, S. (2018). RGB-D-based human motion recognition with deep learning: A survey. *Computer Vision and Image Understanding*, 171, 118–139. <https://doi.org/10.1016/j.cviu.2018.04.007>
- Wankhede, K. (2018). case of Amazon Go. *2018 International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA)*, (Icirca), 254–257.
- Wiley, V., & Lucas, T. (2018). Computer Vision and Image Processing: A Paper Review. *International Journal of Artificial Intelligence Research*, 2(1), 22. <https://doi.org/10.29099/ijair.v2i1.42>
- Wu, B. F., Tseng, W. J., Chen, Y. S., Yao, S. J., & Chang, P. J. (2016). An intelligent self-checkout system for smart retail. *2016 IEEE International Conference on System Science and Engineering, ICSSE 2016*. <https://doi.org/10.1109/ICSSE.2016.7551621>
- Xu, H., Li, L., Fang, M., & Zhang, F. (2018). Movement human actions recognition based on machine learning. *International Journal of Online Engineering*, 14(4), 193–210. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v14i04.8513>
- Zhao, Z. Q., Zheng, P., Xu, S. T., & Wu, X. (2019). Object Detection With Deep Learning: A Review. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 1–21. <https://doi.org/10.1109/TNNLS.2018.2876865>

Zou, Z., Shi, Z., Guo, Y., & Ye, J. (2019). *Object Detection in 20 Years: A Survey*. 1–39. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/1905.05055>