HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING
TUGAS AKHIR

Judul : Penerapan *Convolutional Neural Network* dalam Mendeteksi sebuah objek

Nama Mahasiswa : Hafizhan Aliady

Nomor Mahasiswa : 14611225

TUGAS AKHIR INI TELAH DIPERIKSA DAN DISETUJUI UNTUK DIUJIKAN

Yogyakarta, 03 Juni 2018

Pembimbing

(Dr. RB. Fajriya Hakim, S.Si., M.Si.)

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

Penerapan *Convolutional Neural Network* dalam Mendeteksi sebuah objek

Nama Mahasiswa : Hafizhan Aliady

Nomor Mahasiswa : 14611225

TUGAS AKHIR INI TELAH DIUJIKAN

PADA TANGGAL 20 JULI 2018

Nama Penguji	Tanda tangan
1. Dr. RB. Fajriya Hakim, S.Si., M.Si.	.....
2. Taufiq Hidayat, S.T., M.C.S.	.....
3. Arum Handini P., S.Pd.Si., M.Sc.	.....

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
FAKULTAS MIPA

(Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D.)

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh

Alhamdulillaahirabbil'aalamiin, Segala Puji Syukur senantiasa kita panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan nikmatnya yang tak terhingga, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **"Penerapan Convolutional Neural Network Dalam Mendeteksi Sebuah Objek"** sebagai salah satu persyaratan yang harus dipenuhi dalam menyelesaikan jenjang strata satu pada Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia. Shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW serta para sahabat dan pengikutnya yang senantiasa menjaga keimanan dan keislamannya hingga akhir hayatnya.

Penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan, bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua beserta keluarga besar penulis atas dukungan dan doanya sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Bapak Dr. RB. Fajriya Hakim, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Statistika, Dosen Pembimbing Tugas Akhir dan Dosen Pembimbing Akademik yang sudah membimbing dan memberikan dukungan kepada saya sejak awal
3. Seluruh staff, pengajar Program Studi Statistika Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan bekal ilmu dan bantuan kepada saya.
4. Keluarga besar IKS (Ikatan Keluarga Statistika), sebagai Organisasi yang membawahi mahasiswa statistika FMIPA UII, terimakasih atas kebersamaan, kekeluargaan, kekompakan, keceriaan dan pelajaran berharga lainnya selama ini.
5. Keluarga Humas IKS FMIPA UII Seluruh Generasi yang sudah membantu menjalankan kegiatan selama di IKS

6. Teman-teman bimbingan TA Pak Hakim Jilid pertama dan kedua yang sudah sama-sama berjuang, saling mengingatkan dan memberi motivasi serta dorongan untuk menyelasaikan Tugas Akhir ini
7. Teman-teman kost Wijaya: Falah, Anggit, Triano, Bowo, Erik, Balya, dan lainnya yang selalu mendukung saya untuk menjalani hidup ini dan meramaikan kost-an tercinta.
8. Teman-teman geng PTL yang sudah menjadi teman main saya sejak sebelum masuk kuliah hingga semester akhir ini terimakasih banyak atas ajakan ajakan mainnya.
9. Teman-teman Statistika UII Angkatan 2014 yang bersama-sama menjadi pejuang gelar S.Stat dan Toga UII, terimakasih Dukungannya.
10. Untuk seseorang dengan NIM 021 di Statistika UII terimakasih atas dukungannya, terimakasih sudah mendengarkan, dan terimakasih sudah hadir.

Demikian Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan baik moril maupun materil sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak kekurangan. Hal tersebut dikarenakan keterbatasan ilmu dan pengetahuan yang dimiliki penulis semata. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk menyempurnakan penulisan laporan ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan umumnya bagi semua pihak yang membutuhkan. Akhir kata, semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya kepada kita semua, Amin amin ya robbal ‘alamiin.

Wassalamu’alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh

Yogyakarta, Juni 2018

Hafizhan Aliady

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL ..... **i**

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING ..... **ii**

HALAMAN PENGESAHAN ..... **iii**

KATA PENGANTAR ..... **iv**

DAFTAR ISI ..... **vi**

DAFTAR TABEL ..... **ix**

DAFTAR GAMBAR ..... **x**

DAFTAR ISTILAH ..... **xii**

DAFTAR LAMPIRAN ..... **xiv**

PERNYATAAN ..... **xv**

INTISARI ..... **xvi**

ABSTRACT ..... **xvii**

BAB I PENDAHULUAN **1**

1.1. Latar Belakang 1

1.2. Rumusan Masalah 6

1.3. Batasan Masalah 6

1.4. Tujuan Penelitian 7

1.5. Manfaat Penelitian 7

1.6. Sistematika Penulisan 7

BAB II TINJAUAN PUSTAKA **9**

BAB III LANDASAN TEORI **12**

3.1. Makanan Ringan 12

3.2. Citra 12

3.2.1. Citra Digital 13

3.2.2. Tipe Citra Digital 15

3.3. Computer Vision 18

3.3.1. Patern Recogintion 19

3.3.2. Object Detection 19

3.4. Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelegence*) 20

3.5. Machine Learning 21

3.6. Deep Learning 22

3.7. Artificial Neural Network 23

3.7.1. Komponen Jaringan Syaraf 24

3.7.2. Arsitektur Jaringan 26

3.7.3. Fungsi Aktivasi 26

3.8. Convolutional Neural Network 29

3.6.1. Layer Konvolusi 30

3.6.2. Pooling Layer 32

3.6.3. Fully-Conected Layer 33

3.6.4. Dropout Regularization 33

3.6.5. Softmax Classifier 34

3.6.6. Crossentropy Loss Function 34

3.6.7. Gradient Descent 35

3.6.8. Proses *forward propagation* pada CNN 36

3.6.9. Proses *Back propagation* Pada CNN 37

3.6.10. Contoh perhitungan *backpropagation* 40

3.9. Tensorflow 44

3.10. Object Detection API 44

3.11. VGG-16 Network 44

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN 47

4.1. Populasi dan Sample Penelitian 47

4.2. Definisi Operasional Variabel 47

4.3. Metode Pengumpulan Data 48

4.4. Metode Penelitian 48

4.5. Perangkat Penelitian 48

4.6. Tahapan Penelitian 50

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN 52

5.1. Rancangan Sistem 52

5.2. Arsitektur Jaringan 57

5.2.1. Convolution Layer 58

5.2.2. Activation Function 61

5.2.3. Pooling Layer 63

5.2.4. Fully Connected Layer 63

5.3. Membuat Dataset TFRecord 66

5.4. Mendefinisikan *Label-map* 68

5.5. Kofigurasi *Training pipeline* 69

5.6. Proses *Training* 71

5.7. Model Hasil *Training* 73

5.8. Hasil Pendeteksian 74

BAB VI PENUTUP 78

6.1. Kesimpulan 78

6.2. Saran 79

DAFTAR PUSTAKA 80

LAMPIRAN 83

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Peneltian Sebelumnya 11
Tabel 3.1 Perbandingan Human Vision dan CV 18
Tabel 4.1 Definisi operasional variabel..... 47
Tabel 4.2 Jumlah Data yang di gunakan 48
Tabel 5.1 Data *csv* yang di hasilkan 53
Tabel 5.2 Pembagian data..... 54
Tabel 5.3 parameter yang di atur peneliti..... 55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Grafik Tingkat Kejahatan 1
Gambar 1.2. Perampokan dikasir 3
Gambar 1.3. Antrian panjang 4
Gambar 3.1. Representasi sebuah gambar dalam bentuk matriks. 14
Gambar 3. 2. Contoh intensitas digital image. 15
Gambar 3. 3. Citra Biner 16
Gambar 3. 4. Citra Grayscale 16
Gambar 3. 5. Perbedaan Object Detection dan Image Classification..... 20
Gambar 3. 6. Susunan Syaraf Manusia..... 23
Gambar 3. 7. Struktur Neuron Jaringan Syaraf 25
Gambar 3. 8. Struktur Neuron Jaringan Syaraf Tiruan 26
Gambar 3. 9. Fungsi ReLu 27
Gambar 3. 10. Fungsi Sigmoid..... 28
Gambar 3. 11. Fungsi Tangent Hiperbolik..... 29
Gambar 3. 12. Contoh Jaringan CNN 30
Gambar 3. 13. *Convolution Layer* 32
Gambar 3. 14. Contoh Operasi *Max Pooling* 33
Gambar 3. 15. *Penerapan dropout regularization* 34
Gambar 3.16. *Backpropagation* 40
Gambar 3.17. *BackPropagation* 41
Gambar 3.18. *Proses Backpropagation*..... 43
Gambar 3.19. *VGG16 Network*..... 46
Gambar 4.1. Alur Penelitian..... 50
Gambar 5.1. Proses Memberi Label pada gambar..... 52
Gambar 5.2. Pelabelan gambar..... 54
Gambar 5.3. Kategori gambar/objek 55
Gambar 5.3. Rancangan pendeteksian..... 56
Gambar 5.5. VGG-16 Net..... 57
Gambar 5.6. VGG-16 Net..... 58

Gambar 5.7. Proses Konvolusi 59
Gambar 5.8. Proses Konvolusi 60
Gambar 5.9. Proses Fungsi Aktivasi 62
Gambar 5.10. *Layer Fully conected* 62
Gambar 5.11. *MaxPooling Layer* 63
Gambar 5.12. *Hasil Pooling Layer* 63
Gambar 5.13. *Flatten Layer* 64
Gambar 5.14. Fully Conected Layer 64
Gambar 5.15. *Proses Backpropagation* 65
Gambar 5.16. Tampilan Saat training 72
Gambar 5.17. Tampilan *Tensorboard* 73
Gambar 5.18. Grafik Total loss 73
Gambar 5.19. Hasil Ekstraksi Model 74
Gambar 5.20. Hasil Deteksi 1 75
Gambar 5.21. Hasil Deteksi 2 75
Gambar 5.22. Hasil Deteksi 3 76
Gambar 5.23. Hasil Deteksi 4 76

DAFTAR ISTILAH

Class/Label	:	Variabel atau atribut yang digunakan dalam penelitian
Gradient Descent	:	Algoritma untuk mengoptimalkan iterasi yang digunakan pada *Machine Learning* untuk menemukan hasil yang terbaik
Learning Rate	:	Parameter dari *Gradient Descent Loss*
Loss Function	:	Nilai kerugian yang diperoleh dari proses pelatihan
Epoch	:	Ketika seluruh dataset sudah melalui proses pelatihan pada *Neural Network* sampai dikembalikan ke awal untuk sekali putaran
Batch Size	:	Jumlah sampel data yang disebarkan ke *Neural Network* atau ukuran dari satuan kecil *Epoch* yang dimasukkan (feeding) kedalam komputer
Iterations	:	Jumlah batch yang diperlukan untuk menyelesaikan satu Epoch
Feed Dictionary	:	Menyediakan data dengan *TensorFlow Record (TFRecord)* pada *API Tensorflow*
Stride	:	Parameter yang menentukan berapa jumlah pergeseran *filter/kernel*
Padding	:	Parameter yang menentukan jumlah piksel yang berisi nilai nol yang akan ditambahkan disetiap sisi input
Dropout	:	Teknik regulasi jaringan saraf dimana beberapa neuron akan dipilih secara acak dan tidak dipakai selama proses pelatihan
Step	:	Sejumlah langkah yang didefinisikan pada konfigurasi pipeline untuk proses pelatihan yang menentukan tingkat keberhasilan pelatihan Neural Network
Filter/Kernel	:	Matriks untuk menghitung dan mendeteki suatu pola atau ciri yang digunakan untuk perhitungan convolution

Checkpoint	:	Berkas yang dihasilkan dari proses pelatihan yang disimpan dalam format .chkp
Prediction Confidence	:	Angka keberhasilan atau skor suatu pendeteksian berupa persentase 0-100%
Model	:	Berkas hasil akhir yang siap didistribusikan
CNN	:	*Convolutional Neural Network*
ANN	:	*Artificial Neural Network /* Jaringan Syaraf Tiruan
VGG	:	*Visual Geometry Group*
NEURON/ NODE	:	*Komponen dari sebuah layer pada Jaringan Syaraf Tiruan*
EDGE	:	*Jaringan yang menghubungkan antara layer pada Jaringan Syaraf Tiruan*

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 *Syntax Xml to csv* 83
Lampiran 2 *Syntax generate tfrecord* 84
Lampiran 3 *Syntax training* 86
Lampiran 4 *Extract training model* 89
Lampiran 5 *Syntax Pengujian* 90

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang sebelumnya pernah diajukan untuk tugas akhir. Tugas akhir ini diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 17 Juni 2018



Hafizhan Aliady

PENERAPAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* DALAM MENDETEKSI SEBUAH OBJEK

(Studi Kasus : Makanan Ringan (*Lays, Goodtime, Oreo, Pocky* dan *Tango*))

Hafizhan Aliady
Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

INTISARI

Maraknya masalah kriminal bukanlah hal yang aneh dan baru terjadi di sekitar kita. Dari keseluruhan kejahatan yang terjadi, salah satu kasus yang marak terjadi di lingkungan sekitar adalah pencurian/perampokan. Contohnya perampokan yang terjadi di *minimarket*, hal ini disebabkan kurang maksimalnya keamanan pada sebuah sistem pada *minimarket* tersebut, hal ini di dukung karena sistem yang ada sekarang masih menggunakan uang tunai dan petugas kasir yang kurang sigap dalam menghadapi kasus perampokan, kemudian pada sistem yang sudah ada ketika hendak ingin membayar ke kasir sering kali konsumen *minimarket* mengantri cukup lama padahal barang yang beli hanya satu atau dua buah, hal ini membuat konsumen tidak nyaman karena terjadi antrian yang cukup panjang. Maka perlunya sebuah sistem yang dapat meningkatkan keamanan dan mengurang waktu transaksi. Perkembangan teknologi membuat sebuah sistem komputer yang memiliki kemampuan untuk mengolah sebuh data menjadi informasi. Misalnya dapat mengenali sebuah obyek berdasarkan gambar *(digital image).* Proses pengenalan sebuah obyek ini menggunakan metode *deep learning* yang dapat melakukan proses ekstraksi fitur secara otomatis. *Convolutional Neural Network* (*CNN)* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk melakukan pengenalan citra. Sehingga dapat membentuk sebuah model yang dapat di gunakan untuk mendeteksi suatu objek. Tujuan dari penelitian ini adalah mencari tahu bagaimana rancangan sistem untuk membuat sebuah model untuk melakukan pendeteksian objek, kemudian mengetahui arsitektur yang di gunakan. Berdasarkan model yang sudah di buat menggunakan algoritma *CNN* di dapatkan hasil yang cukup tinggi hal ini dibuktikan dengan berhasil melakukan pendeteksian terhadap objek yang di sediakan oleh peneliti dengan tingkat akurasi berkisar 70-99%.

Kata Kunci : *Convolutional Neural Network*, Deteksi Objek, *Tensorflow*, *Deep Learing.*

CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK APPLICATION IN DETECTING AN OBJECT

(Case Study : Snack (*Lays, Goodtime, Oreo, Pocky* dan *Tango*))

Hafizhan Aliady
Department of Statistics, Faculty of Mathematics and Natural Science
Universitas Islam Indonesia

ABSTRACT

The rise of criminal problems is not a strange and new thing happening around us. Of all the crimes that have occurred, one of the most prevalent cases in the neighborhood is theft / robbery. For example robberies that occur in the minimarket, this is due to the lack of security in a system in the minimarket, this is supported because the current system still uses cash and cashiers are less alert in dealing with robberies, then on the existing system When you want to pay to the cashier, often minimarket customers queue for a long time, even though the items that buy only one or two, this makes consumers uncomfortable because there is a long queue. Then the need for a system that can increase security and reduce transaction time. The development of technology makes a computer system that has the ability to process data into information. For example, can recognize an object based on an image (digital image). The process of introducing an object uses a deep learning method that can perform the feature extraction process automatically. Convolutional Neural Network (CNN) is one method used for image recognition. So that it can form a model that can be used to detect an object. The purpose of this study is to find out how the system design to create a model to detect objects, then find out the architecture used. Based on the model that has been made using the CNN algorithm, getting results that are quite high, this is proven by successfully detecting objects provided by researchers with accuracy rates ranging from 70-99%.

Keyword : *Convolutional Neural Network, Object Detection, Tensorflow, Deep Learing.*