

**PENERAPAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* (CNN) UNTUK
SORTASI MUTU PISANG EKSPOR**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Jurusan Statistika**



Disusun Oleh:

Dita Apriani

(15 611 098)

PROGRAM STUDI STATISTIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2019

**PENERAPAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* (CNN) UNTUK
SORTASI MUTU PISANG EKSPOR**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Jurusan Statistika**



Disusun Oleh:

Dita Apriani

(15 611 098)

PROGRAM STUDI STATISTIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2019

**HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING
TUGAS AKHIR**

Judul : Penerapan *Convolutional Neural Network (CNN)* Untuk
Sortasi Mutu Pisang Ekspor

Nama Mahasiswa : Dita Apriani

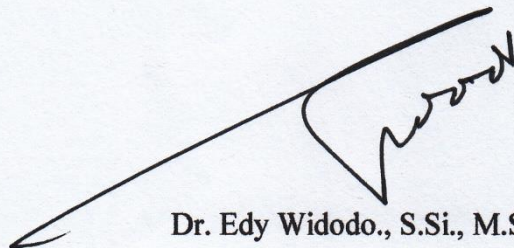
Nomor Mahasiswa : 15611098

**TUGAS AKHIR INI TELAH DIPERIKSA DAN DISETUJUI UNTUK
DIUJIKAN**

Yogyakarta, 2019

الجامعة الإسلامية
الإندونيسية

Menyetujui,
Dosen Pembimbing



Dr. Edy Widodo., S.Si., M.Si.

**HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**PENERAPAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* (CNN) UNTUK
SORTASI MUTU PISANG EKSPOR**

Nama Mahasiswa : Dita Apriani

Nomor Mahasiswa : 15611098

**TUGAS AKHIR INI TELAH DIUJIKAN
PADA TANGGAL 15 FEBRUARI 2019**

Nama Penguji

Tanda Tangan

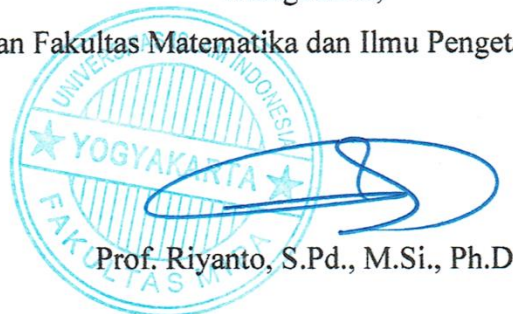
1. Dr. techn Rohmatul Fajriyah, S.Si., M.Si.

2. Muhammad Muhajir, S.Si., M.Sc.

3. Dr. Edy Widodo, S.Si., M.Si.

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam


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

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya berupa keimanan, kesabaran serta keselamatan dalam menyelesaikan tugas akhir hingga tugas akhir ini dapat terselesaikan. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW selaku tauladan terbaik hingga akhir zaman. Semoga Allah melimpahkan rahmat kepada beliau, serta kepada keluarga, sahabat, tabi'in dan para pengikutnya.

Laporan penelitian tugas akhir yang disusun oleh penulis berjudul **“Penerapan *Convolutional Neural Network* (CNN) Untuk Sortasi Mutu Pisang Ekspor”** ditulis oleh penulis sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia. Data yang digunakan untuk analisis adalah data citra buah pisang

Dalam penyusunan dan penulisan laporan tugas akhir ini tentunya terdapat beberapa hambatan dan rintangan, namun berkat doa orang tua, bantuan dosen pembimbing serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis dengan senang hati menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia, yang telah memberikan izin kerja praktek.
2. Bapak Dr. Edy Widodo, S.Si., M.Si selaku Ketua Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia beserta seluruh jajarannya, yang telah banyak membantu dan member ilmu serta wawasan baru kepada penulis, sekaligus selaku dosen pembimbing dalam penyusunan laporan tugas akhir hingga dapat terselesaikan.

3. Bapak, Ibu, dan Keluarga Besar yang selalu mendoakan yang terbaik.
4. Seluruh dosen Program Studi Statistika Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan bekal ilmu kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Nita Tri Anggraini, Listari, Halimah Setiorini, Vika Azkiya Dihni, Fitri Khairani, Tihat Jaya Kusuma, selaku sahabat yang banyak memberi motivasi dan nasihat yang bermanfaat.
6. Teman-teman Statistika 2015 yang sudah banyak memberikan semangat dan bantuan dalam memulai dan menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir.
7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, penulis ucapkan terimakasih.

Penulis menyadari sepenuh hati bahwa dalam laporan tugas akhir penulis ini masih jauh dari sempurna, untuk itu semua kritik dan saran yang dapat membangun sangat penulis harapkan. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi penulis dan bagi semua yang nantinya membutuhkan. Akhir kata, semoga kita semua selalu dilimpahkan rahmat serta hidayah oleh Allah SWT. Amin-amin yarobbal ‘alamiin.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 15 Februari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
PERNYATAAN	xii
INTISARI.....	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Batasan Penelitian	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
BAB III LANDASAN TEORI.....	9
3.1. Pisang	9
3.2. <i>Artificial Intelligence</i> (AI).....	9
3.3. <i>Machine Learning</i>	12
3.4. <i>Deep Learning</i>	12
3.5. <i>Artificial Neural Network</i> (ANN)	12
3.5.1. Komponen Syaraf Manusia.....	13
3.5.2. Komponen ANN.....	14
3.5.3. Arsitektur ANN	15
3.5.4. Fungsi Aktivasi.....	15
3.6. Citra Digital	17

3.7. Pengolahan Citra Digital	17
3.8. <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN)	18
3.9. Operasi Konvolusi.....	19
3.10. <i>Stride</i>	21
3.11. <i>Zero Padding</i>	21
3.12. <i>Pooling Layer</i>	22
3.13. <i>Fully-Connected Layer</i>	23
3.14. <i>Dropout Regularization</i>	23
3.15. <i>Softmax Classifiefer</i>	24
3.16. <i>Confusion Matrix</i>	24
3.17. <i>Cross Entropy Loss Function</i>	26
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	27
4.1. Populasi	27
4.2. Alat Penelitian.....	27
4.3. Variabel dan Definisi Operasional Variabel.....	27
4.4. Metode Pengambilan Data.....	28
4.5. Tahap Penelitian.....	29
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN	32
5.1. Pengolahan Citra	32
5.2. <i>Preprocessing</i> Citra.....	36
5.3. Perancangan CNN.....	37
5.4. Perbandingan Parameter CNN.....	46
5.4.1. Perbandingan Ukuran Filter	46
5.4.2. Perbandingan Jumlah Data.....	47
5.4.3. Pengaruh <i>Scenario</i> Pelatihan Data dan Pengujian Data	48
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	51
6.1. Kesimpulan.....	51
6.2. Saran.....	51
Daftar Pustaka	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	5
Tabel 4.1 Variabel dan Definisi Operasional Variabel	27
Tabel 5.1 Rancangan Model CNN	41
Tabel 5.2 Data <i>Loss</i> dan <i>Accuracy</i> Data <i>Training</i> dan <i>Testing</i>	43
Tabel 5.3 <i>Confusion Matrix</i> Data <i>Training</i>	44
Tabel 5.4 <i>Confusion Matrix</i> Data <i>Testing</i>	45
Tabel 5.5 Perbandingan Ukuran <i>Filter</i>	46
Tabel 5.6 Perbandingan Jumlah Data	47
Tabel 5.7 <i>Scenario</i> Pelatihan Data	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Jumlah Produksi Pisang Di Indonesia	1
Gambar 1.2 Perkembangan Ekspor Pisang di Indonesia Tahun 2000-2015	2
Gambar 3.1 Konsep Kecerdasan Buatan (Nurhikmat, 2018)	11
Gambar 3.2 Susunan Syaraf Manusia (Shafira, 2018)	13
Gambar 3.3 Struktur Neuron ANN (Shafira, 2018).....	14
Gambar 3.4 Tampilan Fungsi Aktivasi <i>ReLU</i> (Nurhikmat, 2018).....	16
Gambar 3.5 Representasi Citra Digital 2 Dimensi.....	18
Gambar 3.6 Contoh Jaringan CNN (Danukusumo, 2017).....	19
Gambar 3.7 Operasi <i>Max-Pooling</i>	22
Gambar 3.8 Implementasi <i>Dropout Regularization</i>	24
Gambar 3.9 Nilai <i>Confusion Matrix</i>	25
Gambar 3.10 Contoh <i>Confusion Matrix</i>	25
Gambar 4.1 <i>Handphone</i> Coolpad A8	28
Gambar 4.2 Citra Pisang Layak	29
Gambar 4.3 Citra Pisang Tidak Layak	29
Gambar 4.4 <i>Flowchart</i> penelitian	31
Gambar 5.1 Hasil <i>Cropping</i> dan <i>Resize</i>	32
Gambar 5.2 Pengaktifan <i>Package</i> Keras dan <i>EBImage</i>	33
Gambar 5.3 <i>Dataset</i> Citra Pisang.....	33
Gambar 5.4 Citra Pisang Layak	34
Gambar 5.5 <i>Properties</i> Gambar	34
Gambar 5.6 Pemanggilan dan Penyimpanan Citra	35
Gambar 5.7 Pengubahan Ukuran Citra.....	35
Gambar 5.8 Menampilkan Beberapa <i>Dataset</i>	36
Gambar 5.9 <i>Preprocessing</i> Citra menjadi 32 x 32 <i>Pixel</i>	37
Gambar 5.10 Pelabelan Data Citra.....	37
Gambar 5.11 Perancangan Model CNN	39
Gambar 5.12 Evaluasi Model	42

Gambar 5.13 <i>Plot Loss dan Accuracy Data Training</i>	43
Gambar 5.14 <i>Accuracy Filter 5x5</i>	47
Gambar 5.15 <i>Accuracy jumlah data 60</i>	47
Gambar 5.16 <i>Accuracy jumlah data 80</i>	48
Gambar 5.17 <i>Scenario 60% : 40%</i>	49
Gambar 5.18 <i>Scenario 70% : 30%</i>	49
Gambar 5.19 <i>Uji Model Dengan Data Baru</i>	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Citra Buah Pisang.....	56
Lampiran 2 <i>Script R</i> CNN	57
Lampiran 3 Proses <i>Epoch</i> Citra Buah Pisang.....	61
Lampiran 4 Probabilitas	63

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang sebelumnya pernah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang di acu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 15 Februari 2019



Penulis

PENERAPAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK SORTASI PISANG EKSPOR

Dita Apriani

Program Studi Statistika, Universitas Islam Indonesia, Kampus Terpadu UII Jl.

Kaliurang Km. 14,5, Sleman, Yogyakarta, 55584

15611098@students.uii.ac.id

INTISARI

Pisang merupakan buah yang banyak dikonsumsi dalam bentuk segar. Permasalahan konsumsi pisang dalam bentuk segar adalah mudah rusak dan cepat mengalami perubahan mutu setelah panen, karena memiliki kandungan air tinggi dan aktifitas proses metabolismenya meningkat setelah dipanen. Selain untuk dikonsumsi dalam negeri pisang juga merupakan salah satu produksi Indonesia yang di ekspor. Dalam proses ekspor dibutuhkan proses sortasi terhadap pisang terlebih dahulu, proses yang dilakukan masih bersifat manual sehingga diperlukan suatu algoritma yang bisa mensortasi secara otomatis. Untuk itu penelitian ini membuat suatu algoritma untuk mensortir otomatis menggunakan *Convolutional Neural Networ* (CNN) dengan menggunakan citra digital. Citra digunakan sebagai sumber informasi yang dapat digunakan untuk melakukan klasifikasi objek. Salah satu metode *Deep Learning* yang efektif untuk digunakan yaitu CNN dikarenakan kedalaman jaringan yang tinggi dan banyak diaplikasikan pada data citra. CNN merupakan pengembangan dari *Multilayer Perceptron* (MLP) yang didesain untuk mengolah data dua dimensi dalam bentuk citra. Sortasi otomatis menggunakan metode CNN yaitu dengan mengklasifikasikan mutu pisang menjadi layak dan tidak layak. Berdasarkan hasil klasifikasi menggunakan metode CNN terhadap kelayakan citra buah pisang menggunakan model yang telah dibentuk diperoleh terdapat satu kesalahan pengklasifikasian citra buah pisang dengan tingkat akurasi sebesar 95%.

Kata Kunci: Pisang, *Convolutional Neural Network*, Ekspor, *Deep Learning*, Mutu

APPLYING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) TO SORT THE QUALITY OF EXPORT BANANA

Dita Apriani

Program Studi Statistika, Universitas Islam Indonesia, Kampus Terpadu UII Jl.

Kaliurang Km. 14,5, Sleman, Yogyakarta, 55584

15611098@students.uii.ac.id

ABSTRACT

Banana is a fruit that is widely consumed in fresh form. The problem of consumption of bananas in fresh form is easily damaged and quickly undergoes quality changes after harvest, because it has a high water content and its metabolic processes increase after being harvested. Apart from being consumed in the country, bananas are also one of Indonesia's exported products. In the export process, a banana sorting process is needed first, the process carried out is still manual so an algorithm is needed that can sort automatically. Therefore, this research makes an algorithm to sort automatically using Convolutional Neural Networ (CNN) using digital images. Imagery is used as a source of information that can be used to classify objects. One of the effective Deep Learning methods to use is CNN because of the high network depth and much applied to image data. CNN is a development of Multilayer Perceptron (MLP) which is designed to process two-dimensional data in the form of images. Automatic sorting using the CNN method is by classifying the quality of bananas to be feasible and not feasible. Based on the classification results using the CNN method on the image feasibility of bananas using a model that has been formed, there is one error in the classification of banana images with an accuracy rate of 95%.

Keyword: Banana, Convolutional Neural Network, Export, Deep Learning, Quality