



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**IMPLEMENTASI *DEEP NEURAL NETWORK* ARSITEKTUR  
*CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* (CNN) PADA KLASIFIKASI  
LESI KULIT  
TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Teknik**

**MUHAMAD KHODERI**

**21120116130041**

**FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK KOMPUTER  
SEMARANG  
MARET 2020**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh

Nama : Muhamad Khoderi  
NIM : 21120116130041  
Jurusan/Program Studi : Teknik Komputer  
Judul Tugas Akhir : Implementasi *Deep Neural Network* Arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) pada Klasifikasi Lesi Kulit

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan/Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

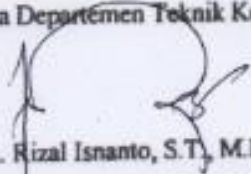
### TIM PENGUJI

Pembimbing I : Agung Budi Prasetyo, S.T., M.IT., Ph.D.  
Pembimbing II : Yudi Eko Windarto, S.T., M.Kom.  
Ketua Penguji : Dr. Oky Dwi Nurhayati, S.T., M.T.  
Anggota Penguji : Risma Septiana, S.T., M.Eng.



Semarang, 27 Maret 2020

Ketua Departemen Teknik Komputer




Dr. R. Rizal Isnanto, S.T., M.M., M.T.  
NIP. 197007272000121001

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar**

Nama : Muhamad Khoderi

NIM : 21120116130041

Tanda Tangan : 

Tanggal : 27 Maret 2020

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

---

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Khoderi  
NIM : 21120116130041  
Jurusan/Program Studi : Teknik Komputer  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Tugas Akhir

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**Implementasi *Deep Neural Network* Arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) pada Klasifikasi Lesi Kulit.**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini, Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : 27 Maret 2020

Yang menyatakan



Muhamad Khoderi

## KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Implementasi *Deep Neural Network* Arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) pada Klasifikasi Lesi Kulit”**.

Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Departemen Teknik Komputer Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Diharapkan penyusunan laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dalam bidang Pendidikan.

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapatkan dukungan, do'a bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karenanya, melalui kesempatan ini Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. R. Rizal Isnanto, S.T., M.M., M.T. selaku Ketua Departemen Teknik Komputer yang telah memimpin Departemen Teknik Komputer dengan baik.
2. Bapak Agung Budi Prasetijo, S.T., M.IT., Ph.D. selaku dosen pembimbing I, yang telah memberikan petunjuk serta bimbingan dalam pembuatan Tugas Akhir.
3. Bapak Yudi Eko Windarto, S.T., M.Kom. selaku dosen pembimbing II, yang telah memberikan petunjuk serta bimbingan dalam pembuatan Tugas Akhir.
4. Ibu Ike Pertiwi Windasari, S.T., M.T. selaku dosen Koordinator Tugas Akhir, yang telah memberikan petunjuk serta bimbingan pelaksanaan rangkaian kegiatan Tugas Akhir.
5. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Komputer yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan dorongan untuk terus berkarya.
6. Kedua orangtua dan keluarga yang selalu mendo'akan dan mendukung penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
7. Sahabat-sahabat Penulis selama melaksanakan studi di Departemen Teknik Komputer yang selalu siap mendukung dan membantu Penulis setiap saat,

yaitu Hisyam, Shodiq, Juno, Rijul, Usman, Kemal yang selalu menguatkan dan saling membantu selama penulis mengerjakan Tugas Akhir ini.

8. Teman-teman Teknik Komputer, khususnya angkatan 2016 yang selalu mendukung dan memberikan semangat kepada Penulis.
9. Staff Tata Usaha Departemen Teknik Komputer yang telah bekerja dengan baik.
10. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih perlu perbaikan, kritik, saran dan masukan di masa yang akan datang demi sempurnanya Laporan Tugas Akhir ini. Penulis berharap laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi Penulis maupun bagi orang banyak. Akhir kata Penulis mengucapkan terima kasih.

Semarang, 27 Maret 2020



Muhamad Khoderi

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
ABSTRAK .....	xiii
<i>ABSTRACT</i> .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	2
1.1 Latar Belakang .....	2
1.2 Tujuan Tugas Akhir .....	3
1.3 Rumusan Masalah .....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Metode Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	6
2.1 Penelitian Terdahulu .....	6
2.2 <i>Artificial Intelligence</i> .....	7
2.3 <i>Deep Learning</i> .....	8
2.4 <i>Supervised Learning</i> .....	10
2.5 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i> .....	10
2.6 Lapisan Konvolusi.....	13
2.7 Lapisan <i>Pooling</i> .....	16
2.8 Lapisan Tersembunyi.....	17
2.9 Augmentasi Data .....	18

2.10 Normalisasi Data .....	18
2.11 Confusion Matrix .....	19
2.12 Lesi Kulit.....	20
<b>BAB III PERANCANGAN SISTEM .....</b>	<b>24</b>
3.1 Persiapan Perangkat Pengujian .....	24
3.2 Persiapan Data.....	25
3.3 Pembuatan Model.....	32
3.4 Melatih Model .....	36
3.5 Menguji Model.....	37
<b>BAB IV ANALISIS HASIL PENGUJIAN.....</b>	<b>39</b>
4.1 Skenario Dataset.....	39
4.2 Lapisan Konvolusi.....	52
4.3 Lapisan Pooling.....	78
4.4 Proses Pelatihan Model .....	83
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>98</b>
5.1 Kesimpulan.....	98
5.2 Saran.....	99
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>99</b>
<b>BIODATA MAHASISWA .....</b>	<b>102</b>
<b>MAKALAH TUGAS AKHIR.....</b>	<b>104</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Artificial intelegance, machine learning, dan deep learning</i> .....	9
Gambar 2. 2 Proses CNN .....	11
Gambar 2. 3 Contoh gambar masukan proses konvolusi.....	14
Gambar 2. 4 Proses operasi konvolusi .....	14
Gambar 2. 5 Operasi Max Pooling.....	16
Gambar 2. 6 Operasi Average Pooling .....	17
Gambar 2. 7 Lapisan tersembunyi .....	17
Gambar 2. 8 negara dengan rata-rata kanker kulit tertinggi[10].....	21
Gambar 3. 1 hasil horizontal_flip.....	26
Gambar 3. 2 hasil vertical_flip.....	26
Gambar 3. 3 hasil horizontal_flip dan vertical_flip .....	27
Gambar 3. 4 Proses normalisasi data .....	32
Gambar 3. 5 Arsitektur CNN .....	33
Gambar 3. 6 Lapisan tersembunyi .....	36
Gambar 3. 7 Hasil pengujian menggunakan confusion matrix .....	37
Gambar 4. 1 Grafik proses latih skema data 5 .....	40
Gambar 4. 2 Grafik proses latih skema data 4 .....	41
Gambar 4. 3 Grafik proses latih skema data 3 .....	42
Gambar 4. 4 Grafik proses latih skema data 2 .....	43
Gambar 4. 5 Grafik proses latih skema data 1 .....	44
Gambar 4. 6 Confusion Matrix test 1 pada skema data 5 .....	45
Gambar 4. 7 Confusion Matrix test 2 pada skema data 5 .....	46
Gambar 4. 8 Confusion Matrix test 1 pada skema data 4 .....	46
Gambar 4. 9 Confusion Matrix test 2 pada skema data 4 .....	47
Gambar 4. 10 Confusion Matrix test 1 pada skema data 3 .....	48
Gambar 4. 11 Confusion Matrix test 2 pada skema data 3 .....	48
Gambar 4. 12 Confusion Matrix test 1 pada skema data 2 .....	49
Gambar 4. 13 Confusion Matrix test 2 pada skema data 2 .....	50
Gambar 4. 14 Confusion Matrix test 1 pada skema data 1 .....	50
Gambar 4. 15 Confusion Matrix test 2 pada skema data 1 .....	51

Gambar 4. 16 Grafik proses latih parameter jumlah filter kondisi 1 .....	53
Gambar 4. 17 Grafik proses latih parameter jumlah filter kondisi 2 .....	54
Gambar 4. 18 Grafik proses latih parameter jumlah filter kondisi 3 .....	55
Gambar 4. 19 Grafik proses latih parameter jumlah filter kondisi 4 .....	55
Gambar 4. 20 Grafik proses latih parameter jumlah filter kondisi 5 .....	56
Gambar 4. 21 Confusion Matrix test 1 parameter jumlah filter kondisi 1 .....	58
Gambar 4. 22 Confusion Matrix test 2 parameter jumlah filter kondisi 1 .....	58
Gambar 4. 23 Confusion Matrix test 1 parameter jumlah filter kondisi 2 .....	59
Gambar 4. 24 Confusion Matrix test 2 parameter jumlah filter kondisi 2 .....	59
Gambar 4. 25 Confusion Matrix test 1 parameter jumlah filter kondisi 3 .....	60
Gambar 4. 26 Confusion Matrix test 2 parameter jumlah filter kondisi 3 .....	60
Gambar 4. 27 Confusion Matrix test 1 parameter jumlah filter kondisi 4 .....	61
Gambar 4. 28 Confusion Matrix test 2 parameter jumlah filter kondisi 4 .....	62
Gambar 4. 29 Confusion Matrix test 1 parameter jumlah filter kondisi 5 .....	62
Gambar 4. 30 Confusion Matrix test 2 parameter jumlah filter kondisi 5 .....	63
Gambar 4. 31 Grafik proses latih parameter ukuran kernel konvolusi kondisi 1 .	64
Gambar 4. 32 Grafik proses latih parameter ukuran kernel konvolusi kondisi 2 .	65
Gambar 4. 33 Grafik proses latih parameter ukuran kernel konvolusi kondisi 3 .	66
Gambar 4. 34 Confusion matrix test 1 ukuran kernel konvolusi kondisi 1.....	68
Gambar 4. 35 Confusion matrix test 2 ukuran kernel konvolusi kondisi 1.....	68
Gambar 4. 36 Confusion matrix test 1 ukuran kernel konvolusi kondisi 2.....	69
Gambar 4. 37 Confusion matrix test 2 ukuran kernel konvolusi kondisi 2.....	70
Gambar 4. 38 Confusion matrix test 1 ukuran kernel konvolusi kondisi 3.....	70
Gambar 4. 39 Confusion matrix test 2 ukuran kernel konvolusi kondisi 3.....	71
Gambar 4. 40 Grafik proses latih parameter jumlah lapisan konvolusi kondisi 1	72
Gambar 4. 41 Grafik proses latih parameter jumlah lapisan konvolusi kondisi 2	73
Gambar 4. 42 Grafik proses latih parameter jumlah lapisan konvolusi kondisi 3	74
Gambar 4. 43 Confusion matrix test 1 jumlah lapisan konvolusi kondisi 1 .....	75
Gambar 4. 44 Confusion matrix test 2 jumlah lapisan konvolusi kondisi 1 .....	76
Gambar 4. 45 Confusion matrix test 1 jumlah lapisan konvolusi kondisi 2 .....	76
Gambar 4. 46 Confusion matrix test 2 jumlah lapisan konvolusi kondisi 2 .....	77

Gambar 4. 47 Confusion matrix test 1 jumlah lapisan konvolusi kondisi 3 .....	77
Gambar 4. 48 Confusion matrix test 2 jumlah lapisan konvolusi kondisi 3 .....	78
Gambar 4. 49 Grafik proses latih parameter jenis operasi pooling kondisi 1 .....	79
Gambar 4. 50 Grafik proses latih parameter jenis operasi pooling kondisi 2 .....	80
Gambar 4. 51 Confusion matrix test 1 parameter jenis operasi pooling kondisi 1	81
Gambar 4. 52 Confusion matrix test 2 parameter jenis operasi pooling kondisi 1	82
Gambar 4. 53 Confusion matrix test 1 parameter jenis operasi pooling kondisi 2	82
Gambar 4. 54 Confusion matrix test 2 parameter jenis operasi pooling kondisi 2	83
Gambar 4. 55 Grafik proses latih parameter jumlah epoch kondisi 1 .....	84
Gambar 4. 56 Grafik proses latih parameter jumlah epoch kondisi 2 .....	85
Gambar 4. 57 Grafik proses latih parameter jumlah epoch kondisi 3 .....	86
Gambar 4. 58 Grafik proses latih parameter jumlah epoch kondisi 4 .....	86
Gambar 4. 59 Grafik proses latih parameter jumlah epoch kondisi 5 .....	87
Gambar 4. 60 Confusion matrix test 1 parameter jumlah epoch kondisi 1 .....	88
Gambar 4. 61 Confusion matrix test 2 parameter jumlah epoch kondisi 1 .....	89
Gambar 4. 62 Confusion matrix test 1 parameter jumlah epoch kondisi 2 .....	90
Gambar 4. 63 Confusion matrix test 2 parameter jumlah epoch kondisi 2 .....	90
Gambar 4. 64 Confusion matrix test 1 parameter jumlah epoch kondisi 3 .....	91
Gambar 4. 65 Confusion matrix test 2 parameter jumlah epoch kondisi 3 .....	91
Gambar 4. 66 Confusion matrix test 1 parameter jumlah epoch kondisi 4 .....	92
Gambar 4. 67 Confusion matrix test 2 parameter jumlah epoch kondisi 4 .....	92
Gambar 4. 68 Confusion matrix test 1 parameter jumlah epoch kondisi 5 .....	93
Gambar 4. 69 Confusion matrix test 2 parameter jumlah epoch kondisi 5 .....	93

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel keluaran klasifikasi .....	19
Tabel 3. 1 Data sampel masing-masing kategori .....	25
Tabel 3. 2 Rasio data sampel.....	28
Tabel 3. 3 Sebaran skema data 1 .....	28
Tabel 3. 4 Sebaran skema data 2 .....	29
Tabel 3. 5 Sebaran skema data 3 .....	30
Tabel 3. 6 Sebaran skema data 4 .....	30
Tabel 3. 7 Sebaran skema data 5 .....	31
Tabel 3. 8 Rancangan percobaan jumlah filter.....	33
Tabel 3. 9 Rancangan percobaan ukuran kernel.....	34
Tabel 3. 10 Rancangan percobaan jumlah lapisan konvolusi .....	34
Tabel 3. 11 Rancangan percobaan operasi pooling .....	35
Tabel 3. 12 Rancangan percobaan jumlah epoch .....	36
Tabel 4. 1 Hasil latih percobaan skenario dataset .....	39
Tabel 4. 2 Hasil Uji percobaan skenario dataset .....	44
Tabel 4. 3 Hasil latih percobaan jumlah filter .....	52
Tabel 4. 4 Hasil uji percobaan jumlah filter .....	57
Tabel 4. 5 Hasil latih percobaan ukuran kernel.....	64
Tabel 4. 6 Hasil uji percobaan ukuran kernel.....	67
Tabel 4. 7 Hasil latih percobaan jumlah lapisan konvolusi.....	72
Tabel 4. 8 Hasil uji percobaan jumlah lapisan konvolusi.....	74
Tabel 4. 9 Hasil latih percobaan operasi pooling .....	79
Tabel 4. 10 Hasil uji percobaan operasi pooling .....	81
Tabel 4. 11 Hasil latih percobaan jumlah epoch .....	84
Tabel 4. 12 Hasil uji percobaan jumlah epoch .....	88

## ABSTRAK

*Perkembangan kecerdasan buatan dalam dunia komputer sangat pesat. Deep learning merupakan salah satu cabang dari kecerdasan buatan yang memberikan dampak terhadap bidang diluar computer; salah satunya bidang kesehatan. Perkembangan deep learning dalam dunia kesehatan antara lain sebagai sistem pendeteksi penyakit dan sistem klasifikasi penyakit. Deep learning dapat digunakan untuk melakukan sistem klasifikasi lesi kulit. Lesi kulit merupakan pertumbuhan jaringan di permukaan kulit atau di bawah permukaan yang tidak normal.*

*Deep learning dapat dibangun menggunakan beberapa arsitektur model, salah satunya Convolutional Neural Network (CNN). Pada CNN, proses dibagi menjadi tahap feature learning dan classification. Feature learning terdiri dari lapisan konvolusi dan lapisan pooling. Classification terdiri dari lapisan tersembunyi. Masing-masing lapisan memiliki parameter yang memengaruhi hasil akurasi. Pada lapisan konvolusi, konfigurasi optimal yaitu menggunakan ukuran kernel (3,3) dan 2 buah lapisan konvolusi dengan menggunakan filter 32 dan 64. Lapisan pooling paling optimal menggunakan operasi MaxPooling. Proses latih menggunakan jumlah epoch 40 mendapatkan hasil akurasi terbaik yaitu 0,91 dengan loss 0,29. Hasil uji terbaik menggunakan confusion matrix yaitu akurasi 0.81 dan F1 score 0.78.*

**Kata Kunci :** Kecerdasan Buatan, Deep Learning, CNN, klasifikasi.

### **ABSTRACT**

*The development of artificial intelligence in the computer sector was truly explosive. Deep learning is one of the branches of artificial intelligence that have an impact on something beyond computer, one of them in health sector. One of deep learning development in health sector is a system of disease detection or disease classification. Deep learning can be used to solve a skin lesion classification system. Skin lesions are an abnormal cell growth on the skin's surface or under the skin's surface.*

*Deep learning can be built using some architecture, one of them is convolutional neural network (CNN). in CNN, the process is Divided into two stage which is feature learning and classification. Feature learning consists of convolutional layer and pooling layer. Classification consist of a fully-connected hidden layer. Each layer has parameters that affect the result of accuracy. In this convolutional layer, the optimal configuration is uses (3.3) kernel size and 2 convolutional layers with a filter of 32 and 64. The most optimum operation in pooling layer is use MaxPooling operation. The training process using 40 iteration yields the best accuracy of 0.91 to loss 0.29. The best test results that calculate with confusion matrix is accuracy 0.81 and f1 score 0.78.*

**Keywords:** *Artificial Intelligence, Deep Learning, CNN, Classification.*