

**TUGAS AKHIR**  
**PERBANDINGAN *PRETRAINED CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK MODELS* DALAM KLASIFIKASI CITRA KANKER**  
**PROSTAT**

Diajukan guna Memenuhi Persyaratan untuk Mencapai Derajat Strata-1

Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**Disusun oleh:**

**MUHAMMAD AHDAN FAWWAZ NURKHOLID**

**20160120071**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2020**

## HALAMAN PERNYATAAN

Nama : Muhammad Ahdan Fawwaz Nurkholid  
NIM : 20160120071  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa naskah skripsi / Tugas Akhir yang berjudul “PERBANDINGAN *PRETRAINED CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK MODELS* DALAM KLASIFIKASI CITRA KANKER PROSTAT” merupakan asli hasil karya tulis saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh oranglain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 13 Juli 2020

Penulis



Muhammad Ahdan Fawwaz Nurkholid

## HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Kupersembahkan untuk Umi, Bapak, Mbah uti serta adikku tercinta*

*Salsa, Diyyah, Zahra dan seluruh keluarga besar*

## HALAMAN MOTTO

Q.S. Al-Fath [48]: 1-5.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ  
إِنَّا فَتَحْنَا لَكَ فَتْحًا مُّبِينًا

*“Sungguh, Kami telah memberikan kepadamu kemenangan yang nyata.”*

لِيَغْفِرَ لَكَ اللَّهُ مَا تَقَدَّمَ مِنْ ذَنْبِكَ وَمَا تَأَخَّرَ وَيُتِمَّ نِعْمَتَهُ عَلَيْكَ  
وَيَهْدِيكَ صِرَاطًا مُسْتَقِيمًا

*“Agar Allah memberikan ampunan kepadamu (Muhammad) atas dosamu yang lalu dan yang akan datang serta menyempurnakan nikmat-Nya atasmu dan menunjukimu ke jalan yang lurus,”*

وَيَنْصُرَكَ اللَّهُ نَصْرًا عَزِيمًا

*“dan agar Allah menolongmu dengan pertolongan yang kuat (banyak).*

هُوَ الَّذِي أَنْزَلَ السَّكِينَةَ فِي قُلُوبِ الْمُؤْمِنِينَ لِيَزْدَادُوا إِيمَانًا مَعَ  
إِيمَانِهِمْ ۗ وَاللَّهُ جُنُودُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ ۗ وَكَانَ اللَّهُ عَلِيمًا حَكِيمًا

*“Dialah yang telah menurunkan ketenangan ke dalam hati orang-orang mukmin untuk menambah keimanan atas keimanan mereka (yang telah ada). Dan milik Allah-lah bala tentara langit dan bumi, dan Allah Maha Mengetahui, Mahabijaksana;”*

لِيَدْخُلَ الْمُؤْمِنِينَ وَالْمُؤْمِنَاتِ جَنَّاتٍ تَجْرِي مِنْ تَحْتِهَا الْأَنْهَارُ  
خَالِدِينَ فِيهَا وَيُكَفَّرُ عَنْهُمْ سَيِّئَاتِهِمْ ۗ وَكَانَ ذَلِكَ عِنْدَ اللَّهِ فَوْزًا  
عَظِيمًا

*“Agar Dia masukkan orang-orang mukmin laki-laki dan perempuan ke dalam surga yang mengalir di bawahnya sungai-sungai. Mereka kekal di dalamnya dan Dia akan menghapus kesalahan-kesalahan mereka. Dan yang demikian itu menurut Allah suatu keuntungan yang besar,”*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, dengan rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan berjudul “PERBANDINGAN *PRETRAINED CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK MODELS* DALAM KLASIFIKASI CITRA KANKER”. Penyusunan tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Strata-1 (S.T) pada program studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Pada proses pengerjaannya, dengan segala kemampuan dan pengetahuan yang ada, penulis berusaha menggali informasi dan melengkapi sajian referensi untuk penyusunan tugas akhir ini untuk pencapaian hasil yang maksimal. Dalam proses pengerjaan tugas akhir terdapat banyak pihak yang membantu secara langsung maupun tidak langsung dan pada kesempatan ini, dengan segala hormat serta kerendahan hati perkenankanlah penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Gunawan Budiyanto, M.P, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Jaza’ul Ikhsan S.T., M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Dr. Romadoni Syahputra, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Bapak, Umi dan Mbah uti serta keluarga yang dengan sepenuh hati memberikan dukungan moril maupun spiritual sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
5. Dr. Yessi Jusman, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan ilmu dan dukungan kepada penulis serta dengan penuh kesabaran membimbing penulis pada setiap prosesnya.
6. Dhimas Arief Darmawan, S. T. selaku Dosen Pembimbing II yang turut memberi arahan serta dukungan dalam penulisan tugas akhir ini
7. Seluruh dosen dan staf Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, yang senantiasa memberikan ilmu, membimbing, serta memberikan pengarahan selama perkuliahan.

8. Keluarga Besar Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, terimakasih untuk kenangan dan suka duka yang tak terlupakan selama di bangku perkuliahan.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam proses pengerjaan tugas akhir ini masih terdapat keterbatasan ilmu dan peristiwa yang tidak di inginkan. Oleh karena itu penulis memohon maaf atas segala kekurangan tersebut, serta kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk terus menyempurnakan tatanan pengetahuan penulis. Akhir kata semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan dapat dikembangkan.

Yogyakarta, 13 Juli 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN I .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN II.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
HALAMAN MOTTO .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
INTISARI.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I .....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1.    Latar Belakang .....	1
1.2.    Rumusan Masalah .....	2
1.3.    Batasan Masalah.....	3
1.4.    Tujuan Penelitian .....	3
1.5.    Manfaat Penelitian .....	3
1.6.    Sistematika Penulisan.....	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....	5
2.1.    Tinjauan Pustaka .....	5

2.2.	Dasar Teori.....	9
2.2.1.	Prostat.....	9
2.2.2.	Citra Histopatologi Prostat.....	14
2.2.3.	<i>K-Fold Cross-Validation</i> .....	15
2.2.4.	AlexNet.....	16
2.2.5.	GoogLeNet.....	17
2.2.6.	ResNet-50.....	19
2.2.7.	<i>Confusion Matrix</i> .....	21
BAB III.....		23
METODE PENELITIAN.....		23
3.1.	Alat dan Bahan.....	23
3.2.	Tahapan Penelitian.....	24
BAB IV.....		35
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		35
4.1.	Hasil <i>Pre-Processing</i> .....	35
4.1.1.	<i>Cropping</i> Citra.....	35
4.1.2.	<i>Labeling</i> Citra.....	35
4.1.3.	<i>K-Fold Cross-Validation</i> .....	35
4.1.4.	<i>Resizing</i> Citra.....	35
4.2.	Hasil Proses Latih dan Analisis Kinerja <i>Pretrained Models</i> .....	35
4.2.1.	Perbandingan <i>K-Fold</i> menggunakan <i>Confusion Matrix</i> pada setiap <i>Training</i> .....	35
4.3.	Hasil Pengujian dan Analisis Kinerja <i>Pretrained Models</i> .....	42
4.3.1.	Perbandingan <i>K-Fold</i> menggunakan <i>Confusion Matrix</i> pada setiap <i>Testing</i> .....	42



4.4.	Hasil Perbandingan Kinerja <i>Pretrained Models</i> .....	48
4.4.1	Perbandingan <i>Overall Accuracy</i> dan <i>Error</i> .....	48
4.4.2	Perbandingan <i>Models</i> dalam <i>Training</i> maupun <i>Testing</i> setiap Kelas menggunakan <i>Standard Performance Metrics</i> .....	49
4.4.3	Jumlah <i>Layer</i> dan <i>Elapsed Time</i> dalam <i>Training Progress</i> .....	58
4.4.4	Perbandingan Waktu dalam <i>Classification Testing</i> .....	60
BAB V.....		63
KESIMPULAN DAN SARAN.....		63
5.1.	Kesimpulan .....	63
5.2.	Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA .....		64
LAMPIRAN.....		70

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Prostat (Prostate Conditions Education Council, 2020).....	9
Gambar 2.2. (a) Prostat Normal, (b) <i>Benign Prostate Hyperplasia</i> (National Cancer Institute, 2008).....	10
Gambar 2.3. (a) Prostat Normal, (b) <i>Prostate Inflammation</i> (Naturopathic Doctor News & Review, 2011). ....	11
Gambar 2.4. (a) Prostat Normal, (b) Kanker Prostat (Top Doctors, 2018).....	13
Gambar 2.5. Citra Histopatologi Prostat. ....	15
Gambar 2.6. Ilustrasi 10-fold cross-validation.....	16
Gambar 2.7. Arsitektur AlexNet (Han et al., 2017). ....	17
Gambar 2.8. Modul Inception dari GoogLeNet (Szegedy et al., 2015). ....	18
Gambar 2.9. Arsitektur GoogLeNet (Subramanian, 2018). ....	19
Gambar 2.10. Arsitektur keseluruhan dari ResNet (He et al., 2016). ....	20
Gambar 3.1. Diagram alir penelitian.....	25
Gambar 3.2. Flowchart Perancangan. ....	26
Gambar 3.3. Citra sebelum cropping dan sesudah cropping.....	28
Gambar 3.4. Diagram alir proses latih pretrained models. ....	30
Gambar 4.1. Confusion Matrix: Training $K = 1$ AlexNet.....	37
Gambar 4.2. Confusion Matrix: Training $K = 1$ GoogLeNet. ....	39
Gambar 4.3. Confusion Matrix: Training $K = 1$ ResNet-50. ....	41
Gambar 4.4. <i>Confusion Matrix: Testing <math>K = 1</math> AlexNet</i> .....	43
Gambar 4.5. Confusion Matrix: Testing $K = 1$ GoogLeNet. ....	45
Gambar 4.6. <i>Confusion Matrix: Testing <math>K = 1</math> ResNet-50</i> . ....	47
Gambar 4.7. Grafik Perbandingan <i>Accuracy Training</i> setiap <i>Models</i> . ....	52
Gambar 4.8. Grafik Perbandingan <i>Precision Training</i> setiap <i>Models</i> . ....	52
Gambar 4.9. Grafik Perbandingan <i>Recall Training</i> setiap <i>Models</i> . ....	53
Gambar 4.10. Grafik Perbandingan <i>Secificity Training</i> setiap <i>Models</i> .....	53
Gambar 4.11. Grafik Perbandingan <i>F-score Training</i> setiap <i>Models</i> .....	53
Gambar 4.12. Grafik Perbandingan <i>Accuracy Testing</i> setiap <i>Models</i> . ....	56

Gambar 4.13. Grafik Perbandingan <i>Precision Testing</i> setiap <i>Models</i> . .....	56
Gambar 4.14. Grafik Perbandingan <i>Recall Testing</i> setiap <i>Models</i> . .....	57
Gambar 4.15. Grafik Perbandingan <i>Secificity Testing</i> setiap <i>Models</i> . .....	57
Gambar 4.16. Grafik Perbandingan <i>F-score Testing</i> setiap <i>Models</i> . .....	57

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terkait. ....	7
Tabel 2.2. Confusion Matrix 5 kelas. ....	21
Tabel 2.3. Formula perhitungan <i>performance metrics</i> untuk satu kelas (Ali et al., 2017). ....	22
Tabel 3.1. Total citra pada masing-masing kelas. ....	24
Tabel 3.2. Ilustrasi pembagian data latih (hijau) dan data uji (putih) menggunakan prinsip <i>k-fold cross-validation</i> . ....	29
Tabel 3.3. Confusion Matrix 5 kelas. ....	31
Tabel 3.4. Perhitungan <i>performance metrics</i> dari <i>confusion matrix</i> untuk setiap kelas. ....	31
Tabel 4.1. Pengukuran Confusion Matrix: Training AlexNet. ....	37
Tabel 4.2. Pengukuran Confusion Matrix: Training GoogLeNet. ....	39
Tabel 4.3. Pengukuran Confusion Matrix: Training ResNet-50. ....	41
Tabel 4.4. Pengukuran Confusion Matrix: Testing AlexNet. ....	44
Tabel 4.5. Pengukuran Confusion Matrix: Testing GoogLeNet. ....	45
Tabel 4.6. Pengukuran <i>Confusion Matrix: Testing</i> ResNet-50. ....	47
Tabel 4.7. Perbandingan Rata-rata <i>Overall Accuracy</i> setelah $K = 10$ . ....	49
Tabel 4.8. Perbandingan <i>Training Models</i> yang diambil dari hasil rata-rata <i>10-fold validation</i> setiap Kelas. ....	50
Tabel 4.9. Perbandingan <i>Testing Models</i> yang diambil dari hasil rata-rata <i>10-fold validation</i> setiap Kelas. ....	53
Tabel 4.10. Perbandingan <i>Elapsed Time</i> dalam <i>Training Progress</i> . ....	58
Tabel 4.11. Perbandingan Jumlah <i>Layer</i> pada masing-masing <i>models</i> . ....	60
Tabel 4.12. Perbandingan Waktu dalam <i>Classification Testing</i> 5 Kelas. ....	60