

TUGAS AKHIR

**KLASIFIKASI POLIP USUS BESAR MENGGUNAKAN
CONTRAST LIMITED ADAPTIVE HISTOGRAM
EQUALIZATION DAN CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK BERARSITEKTUR INCEPTION-V3**



MOHAMMAD HAFIDZ NIZAR SAPUTRA

16102057

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS INFORMATIKA
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO
2023**

TUGAS AKHIR

**KLASIFIKASI POLIP USUS BESAR MENGGUNAKAN
CONTRAST LIMITED ADAPTIVE HISTOGRAM
EQUALIZATION DAN CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK BERARSITEKTUR INCEPTION-V3**

**CLASSIFICATION OF COLON POLYPS USING
CONTRAST LIMITED ADAPTIVE HISTOGRAM
EQUALIZATION AND CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK WITH INCEPTION-V3 ARCHITECTURE**

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer



MOHAMMAD HAFIDZ NIZAR SAPUTRA

16102057

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS INFORMATIKA
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO
2023**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

**KLASIFIKASI POLIP USUS BESAR MENGGUNAKAN
CONTRAST LIMITED ADAPTIVE HISTOGRAM
EQUALIZATION DAN CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK BERARSITEKTUR INCEPTION-V3**

**CLASSIFICATION OF COLON POLYPS USING
CONTRAST LIMITED ADAPTIVE HISTOGRAM
EQUALIZATION AND CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK WITH INCEPTION-V3 ARCHITECTURE**

Dipersiapkan dan Disusun Oleh

MOHAMMAD HAFIDZ NIZAR SAPUTRA

16102057

Fakultas Informatika

Institut Teknologi Telkom Purwokerto

Pada Tanggal: 21 Februari 2023

Pembimbing I,

(Wahyu Andi Saputra, S.Pd., M.Eng.)
NIDN. 0628129101

Pembimbing II,

(Arif Wirawan Muhammad, M.Kom.)
NIDN. 0601098701

**KLASIFIKASI POLIP USUS BESAR MENGGUNAKAN
CONTRAST LIMITED ADAPTIVE HISTOGRAM
EQUALIZATION DAN CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK BERARSITEKTUR INCEPTION-V3**

**CLASSIFICATION OF COLON POLYPS USING
CONTRAST LIMITED ADAPTIVE HISTOGRAM
EQUALIZATION AND CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK WITH INCEPTION-V3 ARCHITECTURE**

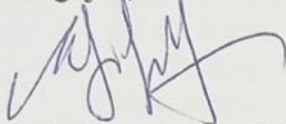
Disusun Oleh

MOHAMMAD HAFIDZ NIZAR SAPUTRA

16102057

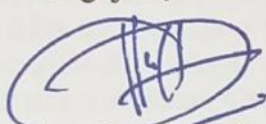
Telah Diujikan dan Dipertahankan dalam Sidang Ujian Tugas
Akhir Pada Hari Selasa, 21 Februari 2023.

Penguji I,



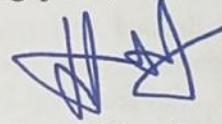
Agi Prasetyadi, S.T., M.
Eng.
NIDN 0617098802

Penguji II,



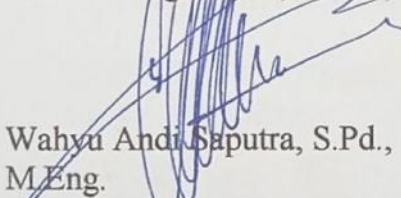
Amalia Beladinna
S.Pd., M.Cs
NIDN 0606019201

Penguji III,



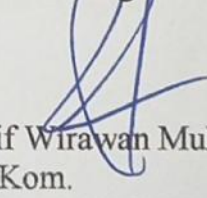
Arifa, Annisaa Utami, S.Kom.,
M.Cs.
NIDN 0607079403

Pembimbing Utama,



Wahyu Andi Saputra, S.Pd.,
M.Eng.
NIDN 0628129101

Pembimbing Pendamping,



Arif Wirawan Muhammad,
M.Kom.
NIDN 0601098701


Dekan FIF,
Auliyah Burhanuddin, S.Si.,
M.Kom
NIK 1980008

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : **Mohammad Hafidz Nizar Saputra**
NIM : **16102057**
Program Studi : **S1 Teknik Informatika**

Menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul berikut:

KLASIFIKASI POLIP USUS BESAR MENGGUNAKAN *CONTRAST LIMITED ADAPTIVE HISTOGRAM EQUALIZATION* DAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* BERARSITEKTUR INCEPTION-V3

Dosen Pembimbing Utama : Wahyu Andi Saputra, S.Pd., M.Eng
Dosen Pembimbing Pendamping : Arif Wirawan Muhammad, M.Kom

1. Karya tulis ini adalah benar-benar ASLI dan BELUM PERNAH diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Institut Teknologi Telkom Purwokerto maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan, dan penelitian Saya Sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Tim Dosen Pembimbing.
3. Dalam Karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini.
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab Saya, bukan tanggungjawab Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
5. Pernyataan ini Saya buat dengan sesungguhnya, apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka Saya bersedia menerima Sanksi Akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Purwokerto, 15 Februari 2023
Yang Menyatakan,



Mohammad Hafidz Nizar Saputra

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan keharidat Allah SWT, karena atas berkat rahmat, taufik, hidayah dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Penulisan tugas akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana pada Program Studi S1 Teknik Informatika, Fakultas Informatika, Institut Teknologi Telkom Purwokerto.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu penulis dari awal perkuliahan sampai dengan penelitian ini selesai dilakukan, untuk itu penulis dalam kesempatan ini ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT karena atas izin-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir.
2. Orang tua dan adik yang selalu memberikan doa dan dukungan.
3. Bapak Dr. Arfianto Fahmi, S.T., M.T., IPM selaku Rektor Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
4. Bapak Auliya Burhanuddin, S.Si., M.Kom. selaku Dekan Fakultas Informatika Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
5. Ibu Amalia Beladinna Arifa, S.Pd., M.Cs selaku Ketua Program Studi S1 Informatika.
6. Bapak Wahyu Andi Saputra, S.Pd., M.Eng selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan banyak dukungan, bimbingan dan pengarahan dari awal penyusunan proposal penelitian hingga penelitian selesai dilakukan.
7. Bapak Arif Wirawan Muhammad, M.Kom selaku Dosen Pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan.
8. Seluruh dosen Program Studi S1 Teknik Informatika yang telah memberikan banyak ilmu dan pengalaman kepada penulis.
9. Rekan-rekan S1 Teknik Informatika kelas B serta seluruh angkatan 2016 yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu per satu.

10. Semua pihak yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis, baik secara moril maupun materiil sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.

Akhir kata, penulis berharap kebaikan semua pihak akan dibalas oleh Allah SWT dan semoga penelitian ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi pembaca.

Purwokerto, 15 Februari 2023



Mohammad Hafidz Nizar Saputra

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
BAB I PENDAHULUAN	3
1.1. Latar Belakang.....	3
1.2. Rumusan Masalah.....	6
1.3. Pertanyaan Penelitian	7
1.4. Tujuan Penelitian	7
1.5. Batasan Masalah	7
1.6. Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1. Kajian Pustaka	9
2.2. Dasar Teori	14
2.2.1. Polip.....	14
2.2.2. Kanker Kolorektal	15

2.2.3. Citra Digital	15
2.2.4. Perbaikan Citra	18
2.2.4.1. <i>Histogram Equalization</i>	18
2.2.4.2. <i>Adaptive Histogram Equalization</i>	18
2.2.4.3. <i>Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization</i>	19
2.2.5. <i>Convolutional Neural Network</i>	19
2.2.5.1. <i>Input</i>	20
2.2.5.2. <i>Feature Learning</i>	21
2.2.5.3. <i>Classification</i>	23
2.2.5.4. <i>Output</i>	24
2.2.6. <i>Inception v3</i>	24
2.2.7. <i>Tensorflow</i>	26
2.2.8. <i>Keras</i>	26
2.2.9. Citra Histopatologi	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1. Subjek dan Objek Penelitian.....	28
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	28
3.3. Diagram Alur Penelitian.....	29
3.3.1. Studi Literatur.....	29
3.3.2. Pengumpulan Data.....	30
3.3.4. <i>Preprocessing</i> Data.....	31
3.3.5. Pelatihan Model.....	33
3.3.6. Pengujian Model.....	34
3.3.7. Evaluasi Model	34
BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS	36
4.1 <i>Preprocessing Data</i>	36
4.1.1. <i>Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization</i>	36
4.1.2. Pembagian Data.....	37

4.2	Hasil Penerapan Inception-V3.....	38
4.2.1.	Model Arsitektur.....	39
4.2.2.	<i>Training Model</i>	41
4.2.3.	<i>Testing Model</i>	47
4.3	Hasil Evaluasi.....	48
4.3.1.	<i>Training and validation</i>	48
4.3.2.	<i>Testing</i>	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		50
5.1	KESIMPULAN.....	50
5.2	SARAN.....	50
DAFTAR PUSTAKA.....		51
LAMPIRAN.....		55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Sebelumnya	12
Tabel 3.1 Pembagian Data	32
Tabel 4.1 <i>Training</i> Model Tanpa CLAHE	42
Tabel 4.2 <i>Training</i> Model CLAHE	44
Tabel 4.3 Evaluasi <i>Training</i> Model	48
Tabel 4.4 Evaluasi <i>Testing</i> Model	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Jumlah Kasus Kanker di Indonesia[3]	3
Gambar 2.1 Polip	14
Gambar 2.2 Kanker Kolorektal	15
Gambar 2.3 Citra Biner	16
Gambar 2.4 Citra <i>Greyscale</i>	16
Gambar 2.5 Citra Berwarna	17
Gambar 2.6 Ruang Warna	17
Gambar 2.7 Arsitektur CNN	20
Gambar 2.8 Proses Konvolusi	21
Gambar 2.9 Proses Operasi Konvolusi	22
Gambar 2.10 Ilustrasi Pooling	23
Gambar 2.11 Arsitektur Inception-V3	25
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 3.2 Citra Scan Histopathology Polip Normal	30
Gambar 3.3 Citra Scan Histopathology Polip Adenokarsinoma	30
Gambar 3.4 <i>Preprocessing Data</i>	31
Gambar 3.5 Proses CLAHE	32
Gambar 3.6 Model Arsitektur Inception-V3	33
Gambar 3.7 Evaluasi Model	34
Gambar 4.1 Citra Tanpa CLAHE	36
Gambar 4.2 Citra Setelah CLAHE	37
Gambar 4.3 Skenario Pembagian Dataset	38
Gambar 4.4 Faktorisasi Konvolusi Kecil	39
Gambar 4.5 Konvolusi Asimetris	40
Gambar 4.6 <i>Efficient Grid Size Reduction</i>	40
Gambar 4.7 Arsitektur Inception-V3	41
Gambar 4.8 Grafik <i>Training and Validation</i> Tanpa CLAHE 40 Epoch	44
Gambar 4.9 Grafik <i>Training and Validation</i> Dengan CLAHE 40 Epoch	47

DAFTAR SINGKATAN

CNN	<i>Convolutional Neural Network</i>
HE	<i>Histogram Equalization</i>
AHE	<i>Adaptive Histogram Equalization</i>
CLAHE	<i>Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization</i>
ReLU	<i>Rectified Linear Unit</i>
DNN	<i>Deep Neural Network</i>
SVM	<i>Support Vector Machine</i>
MLP	<i>Multi Layer Perceptron</i>
RGB	<i>Red, Green, Blue</i>
BGR	<i>Blue, Green, Red</i>
TP	<i>True Positive</i>
TN	<i>True Negative</i>
FP	<i>False Positive</i>
FN	<i>False Negative</i>
RAM	<i>Random Access Memory</i>
VGA	<i>Video Graphic Adapter</i>
GB	<i>Gigabyte</i>
JPEG	<i>Joint Photographic Expert Group</i>
2D	2 Dimensi
3D	3 Dimensi
ResNet	<i>Residual Neural Network</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Source Code</i> Penerapan CLAHE.....	55
Lampiran 2 <i>Source Code</i> Pembagian Data	55
Lampiran 3 <i>Source Code</i> Model Inception-V3 (Normal).....	56
Lampiran 4 <i>Source Code</i> Model Inception V-3 (CLAHE).....	59