

TUGAS AKHIR

**PERBANDINGAN PERFORMA KLASIFIKASI
PENYAKIT LEUKIMIA DENGAN MENGGUNAKAN
DEEP LEARNING MODEL VGG-16 DAN ResNet-50**

Disusun oleh:

ACHMAD ZULFIKAR ADITYA

20160120133

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2020**

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Achmad Zulfikar Aditya

NIM : 20160120133

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan bahwa naskah tugas akhir dengan judul “Perbandingan Performa Klasifikasi Penyakit Leukimia dengan Menggunakan Deep Learning Model VGG-16 dan ResNet-50” merupakan hasil karya tulis penulis sendiri dan tidak terdapat karya tulis yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi dan sejauh pengetahuan penulis juga tidak terdapat naskah maupun karya tulis orang lain terkecuali yang secara tertulis dikutip dalam karya tulis ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, Oktober 2020



Zulfikar Aditya

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini penulis persembahkan untuk kedua orang tua penulis, Bapak Saleh Sopiannoor Tata dan Ibu Murni yang telah mendidik penulis dan selalu memberikan doa serta semangat.

MOTTO

To find yourself is to look up to someone else.

When life leaves us blind, love keeps us kind. -Linkin Park/The Messenger

Don't let anybody makes you feel bad for being who you are. -Chester

Realize that these are patterns of life and you just go through them. -Chris Cornell

Be kind. Always. -Robin Williams

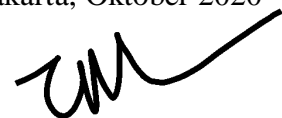
KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Perbandingan Performa Klasifikasi Penyakit Leukimia dengan Menggunakan *Deep Learning* Model VGG-16 dan ResNet-50” sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi pada Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini, penulis mendapat banyak bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan banyak terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis yang tak henti-hentinya memberikan doa, dukungan, semangat, serta motivasi selama proses studi.
2. Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Ibu Dr. Yessi Jusman, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah membimbing penulis dalam penelitian dan penulisan tugas akhir ini.
4. Bapak Dhimas Arief Dharmawan, S.T., Ph.D. sebagai Dosen Pembimbing 2 yang telah membimbing penulis dalam penelitian dan penulisan tugas akhir ini.
5. Bapak Rama Okta Wiyagi, S.T., M.Eng. sebagai Dosen Penguji.
6. Seluruh dosen Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
7. Anak Kostan serta *frontliner* tanah fajar, AmpunKAKAKDewa, TANji, Deadpool, jumadilakim, NYONG KENCOT, T O L O L, Anonymous_, Ciboy.ind, Si Geprek, Juniarto, SUMIRE, dan YELAWOLF, yang tidak henti-hentinya mendorong penulis untuk terus maju dan naik menjadi *top global*.

Yogyakarta, Oktober 2020



Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN I	i
LEMBAR PENGESAHAN II	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
MOTTO.....	v
KATA PENGANTAR	vi
INTISARI.....	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xvi
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Dasar Teori.....	9
2.2.1 Leukimia	9
2.2.2 <i>Deep Learning</i>	10

2.2.3	<i>Convolutional Neural Networks</i>	10
2.2.4	Keras	23
2.2.5	<i>Phyton</i>	23
2.2.6	Google Colaboratory.....	24
2.2.7	<i>Dataset</i>	24
2.2.8	Data Augmentasi	24
2.2.9	<i>K-fold Cross Validation</i>	24
2.2.10	<i>Confusion Matrix</i>	25
2.2.11	Penelitian Terkait.....	27
BAB III.....		29
METODE PENELITIAN		29
3.1	Alat dan Bahan Penelitian	29
3.1.1	Alat	29
3.1.2	Bahan	29
3.2	Langkah Penelitian	29
3.2.1	Studi Literatur.....	30
3.2.2	Pengumpulan Data.....	31
3.2.3	Manajemen Data.....	31
3.2.4	Pembuatan Program.....	36
3.2.5	<i>Running Program</i>	39
3.2.6	Analisis	39
3.2.7	Penulisan Laporan	40
BAB IV		41
HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS		41
4.1	Analisis Data <i>Training</i> dengan <i>Confusion Matrix</i> Model VGG-16	41
4.2	Analisis Data <i>Testing</i> dengan <i>Confusion Matrix</i> Model VGG-16	47

4.3	Analisis Data <i>Training</i> dengan <i>Confusion Matrix</i> Model ResNet-50	53
4.4	Analisis Data <i>Testing</i> dengan <i>Confusion Matrix</i> Model ResNet-50	59
4.5	Perbandingan Performa Klasifikasi Model VGG-16 dan ResNet-50 pada Data Training	64
4.6	Perbandingan Performa Klasifikasi Model VGG-16 dan ResNet-50 pada Data Testing.....	65
4.7	Perbandingan Durasi Latih Model VGG-16 dan ResNet-50	66
4.8	Perbandingan Durasi Klasifikasi Model VGG-16 dan ResNet-50.....	66
BAB V.....		68
KESIMPULAN DAN SARAN		68
5.1	Kesimpulan.....	68
5.2	Saran	68
DAFTAR PUSTAKA		69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Sel Leukimia (Cornell University)	9
Gambar 2. 2. CNN Architecture (medium.com)	11
Gambar 2. 3. LeNet-5 Architecture (towardsdatascience.com)	11
Gambar 2. 4. AlexNet Architecture (towardsdatascience.com)	12
Gambar 2. 5. VGG-16 Architecture (towardsdatascience.com).....	12
Gambar 2. 6. Inception-v1 Architecture (towardsdatascience.com)	13
Gambar 2. 7. Stem Inception-v1 (towardsdatascience.com).....	13
Gambar 2. 8. Inception Module Inception-v1 (towardsdatascience.com)	13
Gambar 2. 9. Inception-v3 Architecture (towardsdatascience.com)	14
Gambar 2. 10. Stem Inception-v3 (towardsdatascience.com).....	14
Gambar 2. 11. Inception-A & B Inception-v3 (towardsdatascience.com).....	14
Gambar 2. 12. Inception-C Inception-v3 (towardsdatascience.com)	15
Gambar 2. 13. Reduction-A Inception-v3 (towardsdatascience.com).....	15
Gambar 2. 14. Reduction-B Inception-v3 (towardsdatascience.com)	15
Gambar 2. 15. ResNet-50 Architecture (towardsdatascience.com).....	16
Gambar 2. 16. Conv Block ResNet-50 (towardsdatascience.com)	16
Gambar 2. 17. Identity Block ResNet-50 (towardsdatascience.com).....	16
Gambar 2. 18. Xception Architecture (towardsdatascience.com)	17
Gambar 2. 19. Conv A Xception (towardsdatascience.com)	17
Gambar 2. 20. Conv B Xception (towardsdatascience.com)	17
Gambar 2. 21. Conv C Xception (towardsdatascience.com)	17
Gambar 2. 22. Inception-v4 Architecture (towardsdatascience.com)	18
Gambar 2. 23. Stem Inception-v4 (towardsdatascience.com).....	18
Gambar 2. 24. Inception-A & B Inception-v4 (towardsdatascience.com).....	18
Gambar 2. 25. Inception-C Inception-v4 (towardsdatascience.com)	19
Gambar 2. 26. Reduction-A Inception-v4 (towardsdatascience.com).....	19
Gambar 2. 27. Reduction-B Inception-v4 (towardsdatascience.com)	19
Gambar 2. 28. Inception-ResNet-v2 Architecture (towardsdatascience.com).....	20
Gambar 2. 29. Stem Inception-ResNet-v2 (towardsdatascience.com)	20

Gambar 2. 30. Inception A Inception-ResNet-v2 (towardsdatascience.com).....	20
Gambar 2. 31. Inception-ResNet-A Inception-ResNet-v2 (towardsdatascience.com)	21
Gambar 2. 32. Inception-ResNet-B Inception-ResNet-v2 (towardsdatascience.com)	21
Gambar 2. 33. Inception-ResNet-C Inception-ResNet-v2 (towardsdatascience.com)	21
Gambar 2. 34. Reduction-A Inception-ResNet-v2 (towardsdatascience.com)	21
Gambar 2. 35. Reduction-B Inception-ResNet-v2 (towardsdatascience.com)	22
Gambar 2. 36. ResNext-50 Architecture (towardsdatascience.com).....	22
Gambar 2. 37. Convolutional Block ResNext-50 (towardsdatascience.com).....	23
Gambar 2. 38. Identity Block ResNext-50 (towardsdatascience.com).....	23
Gambar 2. 39. Confusion Matrix dengan empat keluaran (classeval.wordpress.com)	26
Gambar 3. 1. Flowchart Langkah Penelitian.....	30
Gambar 3. 2. Sampel Citra Sel Leukimia Acute	31
Gambar 3. 3. Sampel Citra Sel Normal	31
Gambar 3. 4. Sampel Citra Augmentasi	32
Gambar 3. 5. Pembagian Data Train dan Test.....	34
Gambar 3. 6. Pembagian Data Acute dan Normal pada Folder Test.....	34
Gambar 3. 7. Data Test Citra Acute.....	35
Gambar 3. 8. Data Train Citra Acute.....	35
Gambar 3. 9. Arsitektur ResNet-50 (towardsdatascience.com)	36
Gambar 3. 10. Arsitektur VGG-16 (towardsdatascience.com)	36
Gambar 3. 11. Running Program VGG-16	39
Gambar 4. 1. Confusion Matrix VGG-16 Data Train pada Fold 1.....	41
Gambar 4. 2. Confusion Matrix VGG-16 Data Train pada Fold 2.....	42
Gambar 4. 3. Confusion Matrix VGG-16 Data Train pada Fold 3.....	42
Gambar 4. 4. Confusion Matrix VGG-16 Data Train pada Fold 4.....	43
Gambar 4. 5. Confusion Matrix VGG-16 Data Train pada Fold 5.....	43
Gambar 4. 6. Confusion Matrix VGG-16 Data Train pada Fold 6.....	44

Gambar 4. 7. Confusion Matrix VGG-16 Data Train pada Fold 7.....	44
Gambar 4. 8. Confusion Matrix VGG-16 Data Train pada Fold 8.....	45
Gambar 4. 9. Confusion Matrix VGG-16 Data Train pada Fold 9.....	45
Gambar 4. 10. Confusion Matrix VGG-16 Data Train pada Fold 10.....	46
Gambar 4. 11. Confusion Matrix VGG-16 Data Test pada Fold 1	47
Gambar 4. 12. Confusion Matrix VGG-16 Data Test pada Fold 2	48
Gambar 4. 13. Confusion Matrix VGG-16 Data Test pada Fold 3	48
Gambar 4. 14. Confusion Matrix VGG-16 Data Test pada Fold 4	49
Gambar 4. 15. Confusion Matrix VGG-16 Data Test pada Fold 5	49
Gambar 4. 16. Confusion Matrix VGG-16 Data Test pada Fold 6	50
Gambar 4. 17. Confusion Matrix VGG-16 Data Test pada Fold 7	50
Gambar 4. 18. Confusion Matrix VGG-16 Data Test pada Fold 8	51
Gambar 4. 19. Confusion Matrix VGG-16 Data Test pada Fold 9	51
Gambar 4. 20. Confusion Matrix VGG-16 Data Test pada Fold 10.....	52
Gambar 4. 21. Confusion Matrix ResNet-50 Data Train pada Fold 1.....	53
Gambar 4. 22. Confusion Matrix ResNet-50 Data Train pada Fold 2.....	54
Gambar 4. 23. Confusion Matrix ResNet-50 Data Train pada Fold 3.....	54
Gambar 4. 24. Confusion Matrix ResNet-50 Data Train pada Fold 4.....	55
Gambar 4. 25. Confusion Matrix ResNet-50 Data Train pada Fold 5.....	55
Gambar 4. 26. Confusion Matrix ResNet-50 Data Train pada Fold 6.....	56
Gambar 4. 27. Confusion Matrix ResNet-50 Data Train pada Fold 7.....	56
Gambar 4. 28. Confusion Matrix ResNet-50 Data Train pada Fold 8.....	57
Gambar 4. 29. Confusion Matrix ResNet-50 Data Train pada Fold 9.....	57
Gambar 4. 30. Confusion Matrix ResNet-50 Data Train pada Fold 10.....	58
Gambar 4. 31. Confusion Matrix ResNet-50 Data Test pada Fold 1	59
Gambar 4. 32. Confusion Matrix ResNet-50 Data Test pada Fold 2	59
Gambar 4. 33. Confusion Matrix ResNet-50 Data Test pada Fold 3	60
Gambar 4. 34. Confusion Matrix ResNet-50 Data Test pada Fold 4	60
Gambar 4. 35. Confusion Matrix ResNet-50 Data Test pada Fold 5	61
Gambar 4. 36. Confusion Matrix ResNet-50 Data Test pada Fold 6	61
Gambar 4. 37. Confusion Matrix ResNet-50 Data Test pada Fold 7	62

Gambar 4. 38. Confusion Matrix ResNet-50 Data Test pada Fold 8	62
Gambar 4. 39. Confusion Matrix ResNet-50 Data Test pada Fold 9	63
Gambar 4. 40. Confusion Matrix ResNet-50 Data Test pada Fold 10.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Naskah Acuan	7
Tabel 4. 1. Nilai Akurasi, Sensitivitas, Spesifisitas, dan Presisi Data Training Model VGG-16.....	46
Tabel 4. 2. Nilai Akurasi, Sensitivitas, Spesifisitas, dan Presisi Data Test Model VGG-16.....	52
Tabel 4. 3. Nilai Akurasi, Sensitivitas, Spesifisitas, dan Presisi Data Train Model ResNet-50.....	58
Tabel 4. 4. Nilai Akurasi, Sensitivitas, Spesifisitas, dan Presisi Data Test Model ResNet-50.....	64
Tabel 4. 5. Perbandingan Nilai Akurasi, Sensitivitas, dan Spesifisitas Model VGG-16 dan ResNet-50	64
Tabel 4. 6. Perbandingan Nilai Akurasi, Sensitivitas, dan Spesifisitas Model VGG-16 dan ResNet-50	65
Tabel 4. 7. Perbandingan Durasi Latih Model VGG-16 dan ResNet-50.....	66
Tabel 4. 8. Perbandingan Durasi Klasifikasi Model VGG-16 dan ResNet-50.....	67