

SKRIPSI

KLASIFIKASI KANKER SEL DARAH PUTIH (*ACUTE LYMPHOBLASTIC LEUKEMIA*) DENGAN MENGGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* (CNN)

CLASSIFICATION OF WHITE OF BLOOD CELL CANCER (ACUTE LYMPHOBLASTIC LEUKEMIA) USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)



Disusun oleh

**ALFATANIAH NUR FAJRINA
2212101127**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK TELEKOMUNIKASI
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

2024

**KLASIFIKASI KANKER SEL DARAH PUTIH (ACUTE
LYMPHOBLASTIC LEUKEMIA) DENGAN MENGGUNAKAN
METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)**

***CLASSIFICATION OF WHITE BLOOD CELL CANCER
(ACUTE LYMPHOBLASTIC LEUKEMIA) USING
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)***

**Skripsi ini digunakan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Teknik (S.T.)
Di Institut Teknologi Telkom Purwokerto
2024**

Disusun oleh

**ALFATANIAH NUR FAJRINA
2212101127**

DOSEN PEMBIMBING

**Zein Hanni Pradana, S.T., M.T
Sevia Indah Purnama, S.T., M.T**

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK TELEKOMUNIKASI
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

2024

HALAMAN PENGESAHAN
KLASIFIKASI KANKER SEL DARAH PUTIH (*ACUTE*
***LYMPHOBLASTIC LEUKEMIA*) DENGAN MENGGUNAKAN METODE**
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)

CLASSIFICATION OF WHITE BLOOD CELL CANCER (ACUTE
LYMPHOBLASTIC LEUKIMIA) USING CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK (CNN)

Disusun oleh
ALFATANIAH NUR FAJRINA
2212101127

Telah dipertanggungjawabkan di hadapan Tim Penguji pada tanggal 23 April 2024

Susunan Tim Penguji

Pembimbing Utama

: Zein Hanni Pradana, S.T., M.T.

NIDN. 0604039001



Pembimbing Pendamping

: Sevia Indah Purnama, S.T., M.T.

NIDN. 0626098903



Penguji 1

: Muhammad Panji Kusuma, S.T., M.T.

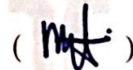
NIDN. 0625029301



Penguji 2

: Melinda Br. Ginting, S.T., M.T.

NIDN. 0622079601

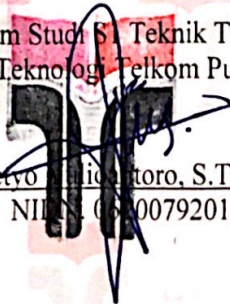


Mengetahui,

Ketua Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi
Institut Teknologi Telkom Purwokerto

Prasetyo Hichestoro, S.T., M.T.

NIDN. 060079201



LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya, ALFATANIAH NUR FAJRINA, menyatakan bahwa skripsi dengan judul “ KLASIFIKASI KANKER SEL DARAH PUTIH (*ACUTE LYMPHOBLASTIC LEUKEMIA*) DENGAN MENGGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONA NEURAL NETWORK (CNN)*” adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan kecuali melalui pengutipan sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku. Saya bersedia menanggung risiko ataupun sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam skripsi saya ini.

Purwokerto, 24 Maret 2024
Yang menyatakan



(Alfataniah Nur Fajrina)

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan kasih dan sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ Klasifikasi Kanker Sel Darah Putih (*Acute Lymphoblastic Leukemia*) Dengan Menggunakan Metode *Convolutional Neural Network* (CNN)”.

Maksud dari penyusunan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat dalam menempuh ujian sarjana Teknik Telekomunikasi. Dalam penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang sangat membantu penulis dalam berbagai hal. Oleh karena itu, penulis sampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Allah S.W.T., berkat Rahmat dan Hidayah Nya, penulis diberikan kesehatan dan kelancaran dalam melaksanakan setiap proses demi proses dalam pengerjaan skripsi ini.
2. Kedua orang tua yang telah memberikan doa dan dukungan yang sangat besar sehingga penulis termotivasi untuk menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Tenia Wahyuningrum, S.Kom., M.T. selaku rektor Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
4. Ibu Dr. Anggun Fitriani Isnawati, S.T., M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro.
5. Bapak Prasetyo Yuliantoro, S.T., M.T. selaku Ketua Prodi S1 Teknik Telekomunikasi
6. Bapak Zein Hanni Pradana, S.T., M.T. selaku pembimbing I yang telah memberikan arahan dan motivasi kepada penulis agar dapat mengerjakan skripsi ini dengan terencana dan sesuai dengan target.
7. Ibu Sevia Indah Purnama, S.T., M.T. selaku pembimbing II yang telah memberikan arahan dan motivasi kepada penulis agar dapat mengerjakan Proyek Akhir ini dengan terencana dan sesuai dengan target.

Purwokerto, 24 Maret 2024



(Alfataniah Nur Fajrina)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
PRAKATA.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 DASAR TEORI	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.2 Sel Darah Putih	7
2.3 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	9
2.4 Input Layer.....	10
2.5 <i>Feature Extraction</i>	10
2.5.1 <i>Convolution Layer</i>	11
2.5.2 ReLU (<i>Rectified Linear Unit</i>).....	12
2.5.3 <i>Pooling</i>	12

2.6	<i>Classification</i>	12
2.6.1	<i>Flattening</i>	13
2.6.2	<i>Fully Connected</i>	13
2.6.3	<i>Dense Layer</i>	14
2.7	Arsitektur <i>EfficientNet-B0</i>	14
2.8	Arsitektur <i>MobileNetV3-Large</i>	15
2.9	<i>Hyperparameter</i>	17
2.9.1	<i>Optimizer</i>	17
2.9.2	<i>Learning Rate</i>	18
2.9.3	<i>Epoch</i>	18
2.9.4	<i>Batch Size</i>	19
2.10	<i>Confusion Matrix</i>	19
BAB 3 METODE PENELITIAN.....		22
3.1	Alat dan Bahan.....	22
3.2	Alur Penelitian	22
3.3	Desain Sistem	23
3.3.1	Akuisisi Data.....	24
3.3.2	<i>Pre-processing</i>	24
3.3.3	Pemodelan CNN	25
3.3.4	Optimizing <i>Hyperparameter</i> and <i>Training Model</i>	26
3.3.5	Model <i>Deep Learning</i>	26
3.4	Skenario Pengujian Hyperparameter	27
3.5	Implementasi CNN menggunakan Python	27
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		34
4.1	Proses Pengujian	34
4.1.1	Performa Model dengan Arsitektur <i>EfficientNet-B0</i>	34

4.1.2	Performa Model dengan Arsitektur <i>MobileNetV3-Large</i>	36
4.2	<i>Hyperparameter</i> Terbaik Dari Kedua Arsitektur.....	39
4.3	Kurva	40
4.4	Analisis Hasil Pengujian <i>Hyperparameter</i> pada model <i>Deep Learning</i>	42
BAB 5 PENUTUP.....		48
5.1	Kesimpulan	48
5.2	Saran	48
DAFTAR PUSTAKA		50
LAMPIRAN.....		52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik kasus leukemia di US [6].....	1
Gambar 2. 1 Contoh citra penyakit pada Acute Lymphoblastic leukemia yang terdiri dari 4 kelas. (a) Benign, (b) early, (c) pre, (c) pro [12].....	8
Gambar 2. 2 Arsitektur CNN [13]	9
Gambar 2. 3 Proses Convolutional Layer [16]	11
Gambar 2. 4 Pooling Layer [13]	12
Gambar 2. 5 Flattening Layer [13]	13
Gambar 2. 6 Fully Connected Layer [13]	14
Gambar 2. 7 Arsitektur EfficientNet-B0 [20].....	15
Gambar 2. 8 Arsitektur MobileNetV3-Large [21].....	16
Gambar 3. 1 Alur Penelitian	22
Gambar 3. 2 Diagram Alir Model Sistem.....	23
Gambar 3. 3 Usulan model deep learning. (a) arsitektur EfficientNet-B0 (b) arsitektur MobileNetV3-large	25
Gambar 3. 4 Potongan code install tensorflow-addons	28
Gambar 3. 5 Code <i>Import library</i>	28
Gambar 3. 6 Code <i>connect ke google drive</i>	28
Gambar 3. 7 Code menentukan direktori dataset.....	29
Gambar 3. 8 Code <i>augmentasi data</i>	29
Gambar 3. 9 Code menampilkan indeks kelas.....	30
Gambar 3. 10 Code pembuatan model <i>EfficientNetB0</i>	30
Gambar 3. 11 code menentukan learning rate, opimizer dan jumlah epoch ...	30
Gambar 3. 12 Menampilkan kurva	31
Gambar 3. 13 code menampilkan tingkat akurasi.....	31
Gambar 3. 14 Code menampilkan <i>confusion matrix</i>	32
Gambar 3. 15 Memasukkan sel citra ALL kelas Benign	32
Gambar 3. 16 Hasil klasifikasi citra dengan menggunakan arsitektur EfficientNet-B0.....	32

Gambar 4. 1 Arsitektur EfficientNet-B0 (a) Kurva Accuracy (b) Kurva Loss	41
Gambar 4. 2 Arsitektur MobileNetV3-Large (a) Kurva Accuracy (b) Kurva Loss	41
Gambar 4. 3 Hasil Evaluasi model pada arsitektur EfficientNetB0	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Tingkat Klasifikasi.....	19
Tabel 4. 1 Hasil pengujian optimizer dengan arsitektur EfficientNet-B0	34
Tabel 4. 2 Hasil pengujian Learning Rate dengan arsitektur	35
Tabel 4. 3 Hasil pengujian epoch dengan arsitektur EfficientNet-B0.	36
Tabel 4. 4 Hasil pengujian Optimizer dengan arsitektur MobilenetV3-Large	37
Tabel 4. 5 Hasil pengujian Learning Rate dengan arsitektur MobilenetV3- Large	37
Tabel 4. 6 Hasil pengujian Epoch dengan arsitektur MobilenetV3-Large	38
Tabel 4. 7 Tabel Hyperparameter terbaik dari setiap arsitektur.....	39
Tabel 4. 8 Tabel performa akurasi dari setiap arsitektur	40
Tabel 4. 9 Hasil Evaluasi Model pada arsitektur EfficientNetB0 pada tiap kelas	43
Tabel 4. 10 Hasil Evaluasi Model pada arsitektur MobileNetV3-Large pada tiap kelas	46

DAFTAR ISTILAH

- Accuracy* : Akurasi merupakan nilai ketepatan sistem dalam mengelompokkan suatu masukan sehingga menghasilkan keluaran yang sesuai kelasnya.
- Augmentasi Data* : Teknik yang digunakan untuk meningkatkan variasi data pelatihan dengan membuat modifikasi kecil pada dataset
- Batch size* : *Batch Size* adalah jumlah sampel data yang digunakan dalam satu iterasi pelatihan model. Data dibagi menjadi batch-batch kecil
- Classification* : *Classification* merupakan proses pengelompokan atau pemetaan entitas data ke dalam kategori tertentu berdasarkan karakteristik yang diberikan untuk menghasilkan model yang dapat memprediksi kelas.
- Confusion Matrix* : Digunakan sebagai metode evaluasi model dalam melakukan prediksi atau klasifikasi atau *confusion matrix* merupakan ringkasan tabel jumlah prediksi yang benar dan salah yang dibuat oleh algoritma klasifikasi.
- Convolutional Neural Network* : Salah satu jenis dari *neural network* yang umumnya digunakan dalam pemrosesan data seperti gambar dan sering digunakan dalam mengklasifikasikan gambar, deteksi objek dan lainnya.
- Dataset* : Dataset adalah kumpulan data yang terdiri dari berbagai citra atau gambar
- Dropout* : *Dropout* efektif dalam mengurangi terjadinya *overfitting*.
- Epoch* : Proses perulangan dataset pada saat proses *training*
- Flatten* : *Flatten* yang akan mengubah citra dalam bentuk *fully connected layer*.

- F1-Score* : *F1-Score* merupakan rata-rata nilai presisi dengan *recall* dengan memperhitungkan *false positive* dan *false negative*.
- Fully Connected* : Jaringan syaraf tiruan yang terdiri dari *input layer*, *hidden layer*, *output layer* dimana setiap *neuron* pada *layer* terhubung secara penuh ke *neuron* sebelum dan setelahnya.
- Hyperparameter* : *Hyperparameter* merupakan jenis pengaturan yang dilakukan terhadap model arsitektur sebelum melakukan proses *training*.
- Horizontal Flip* : Membalikkan gambar secara horontal yaitu dari kiri atau ke kanan. Jika sebuah gambar seorang menghadap ke kanan, setelah di flip secara horizontal orang tersebut akan menghadap ke kiri.
- Height Shift* : Gambar akan dipindahkan secara vertikal ke atas atau ke bawah. Jika sebuah gambar dipindahkan ke atas, piksel di bagian bawah akan diganti engan nilai nol dan piksel dibagian atas yang baru akan diganti dengan nilai sesuai.
- Input* : Masukan
- Learning Rate* : *Learning Rate* adalah
- Layer* : Lapisan
- Library* : Code pemrograman tambahan yang telah ditulis sebelumnya oleh pengembang dan dapat digunakan oleh pengembang baru
- Leukemik* : Merujuk pada sesuatu yang terkait dengan leukemia, yaitu jenis kanker yang mempengaruhi sel-sel darah putih (leukosit) tumbuh tidak terkendali dan terlalu banyak diproduksi oleh sumsum tulang, mengganggu kemampuan tubuh untuk memproduksi jenis sel darah lainnya.

- Loss* : *Loss* mengartikan ketidaktepatan sistem dalam melakukan prediksi untuk mengklasifikasikan suatu masukan
- Overfitting* : *Overfitting* terjadi ketika garis *loss* dari data pelatihan jauh lebih rendah daripada garis *loss* dari data validasi.
- Overfitting* : Terjadi ketika model hanya mengenali pola pada data latih, sehingga kesulitan mengklasifikasikan gambar baru.
- Rotation* : Memutar gambar atau objek dalam berbagai sudut untuk meningkatkan invariasi terhadap rotasi
- Underfitting* : *Underfitting* terjadi ketika kurva *loss* dari data pelatihan dan data validasi “bersentuhan”
- Width Shift* : Memindahkan gambar secara horizontal dalam batas tertentu baik ke kiri atau ke kanan. Jika sebuah gambar dipindahkan ke kanan, piksel di sebelah kiri akan diganti dengan nilai nol dan piksel di sebelah kanan yang baru akan diisi dengan nilai yang sesuai

DAFTAR SINGKATAN

ALL	: <i>Acute Lymphocytic Leukimia</i>
ADAM	: <i>Adaptive Moment Estimation</i>
CNN	: <i>Convolutional Neural Network</i>
FN	: <i>False Negative</i>
FP	: <i>False Positive</i>
RMSPROP	: <i>Root Mean Square Propagation</i>
RELU	: <i>Rectified linear unit</i>
TN	: <i>True Negative</i>
TP	: <i>True Positive</i>