

052/S/RPL-KCBR/PK.03.08/11/JUNI/2024

**KLASIFIKASI KANKER KULIT MENGGUNAKAN *CONVOLUTIONAL  
NEURAL NETWORK* DENGAN IMPLEMENTASI *MIXED PRECISION***

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana  
Komputer Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak



Oleh

Raka Ryandra Guntara

NIM 2000782

**PROGRAM STUDI REKAYASA PERANGKAT LUNAK**

**KAMPUS UPI DI CIBIRU**

**UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

**2024**

**KLASIFIKASI KANKER KULIT MENGGUNAKAN *CONVOLUTIONAL  
NEURAL NETWORK* DENGAN IMPLEMENTASI *MIXED PRECISION***

Oleh:

Raka Ryandra Guntara

2000782

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana  
Komputer Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak

© Raka Ryandra Guntara

Universitas Pendidikan Indonesia

Juni 2024

Hak cipta dilindungi Undang-Undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak  
ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis

**LEMBAR PENGESAHAN**

Raka Ryandra Guntara

NIM 2000782

**KLASIFIKASI KANKER KULIT MENGGUNAKAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* DENGAN IMPLEMENTASI *MIXED PRECISION***

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



**Hendriyana, S.T., M.Kom.**

NIP 920190219870504101

Pembimbing II



**Indira Syawanodya, M.Kom.**

NIP 920190219920423201

Mengetahui,

Ketua Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak



**Mochamad Iqbal Ardimansyah, S.T., M.Kom.**

NIP 920190219910328101

**PERNYATAAN**  
**KEASLIAN SKRIPSI DAN BEBAS PLAGIARISME**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Klasifikasi Kanker Kulit Menggunakan *Convolutional Neural Network* Dengan Implementasi *Mixed Precision*” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, 8 Juli 2024

Yang membuat pernyataan,



**Raka Ryandra Guntara**

NIM 2000782

## UCAPAN TERIMAKASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Klasifikasi Kanker Kulit Menggunakan *Convolutional Neural Network* Dengan Implementasi *Mixed Precision*” Penyusunan skripsi ini dapat terlaksana karena adanya dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kepada kedua orang tua dan seluruh anggota keluarga yang selalu mendoakan, memberikan kasih sayang serta dukungan atas segala macam hal sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan penuh rasa syukur.
2. Bapak Hendriyana, S.T., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing Skripsi I yang telah sabar memberikan arahan dan bimbingan yang sangat membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Indira Syawanodya, M.Kom., selaku Dosen Pembimbing Skripsi II sekaligus Dosen Pembimbing Akademik yang telah sabar memberikan arahan dan bimbingan yang sangat membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Mochamad Iqbal Ardimansyah, S.T., M.Kom., selaku Kepala Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak UPI Kampus Cibiru.
5. Seluruh Dosen Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak yang telah membekali ilmu, nasihat, doa dan motivasi yang bermanfaat sehingga penulis mampu menyelesaikan studi.
6. Seluruh teman-teman mahasiswa Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak yang telah memberikan dukungan serta membantu saya dalam bermain gim.
7. Semua pihak lain yang terlibat dalam penulisan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan penulis satu persatu.

Ucapan terima kasih penulis persembahkan kepada semua pihak yang telah membantu penulis sehingga penyusunan skripsi ini dapat terlaksana dengan baik.

Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan banyak manfaat bagi semua pihak terutama sebagai bagian dari upaya peningkatan bidang keilmuan rekayasa perangkat lunak. Semoga segala kebaikan yang telah diberikan, mendapat balasan yang setimpal dan kita semua selalu dalam ridho dan lindungan Allah SWT.

Bandung, 8 Juli 2024

Raka Ryandra Guntara

# KLASIFIKASI KANKER KULIT MENGGUNAKAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* DENGAN IMPLEMENTASI *MIXED PRECISION*

Oleh

Raka Ryandra Guntara

2000782

## ABSTRAK

Dalam melakukan klasifikasi kanker kulit penggunaan *machine learning* dan *deep learning* telah banyak digunakan khususnya penggunaan arsitektur *convolutional neural network*. Akan tetapi, untuk mencapai performa terbaik masih terdapat beberapa hal yang dapat dieksplorasi. Salah satunya adalah penggunaan model *convolutional neural network* yang akan digunakan pada *transfer learning*, serta metode pendukung yang dapat membantu meningkatkan performa model dan mempercepat waktu pelatihan. Arsitektur *MobileNet* telah terbukti memiliki performa yang baik meskipun memiliki ukuran yang kecil akan tetapi dapat bersaing dengan arsitektur lain. Berdasarkan hal tersebut, arsitektur *MobileNetV3Large* yang merupakan variasi terbaru dari arsitektur *MobileNet* yang dikenal karena efisiensi dan kesesuaian untuk penerapan pada daya rendah dan memori terbatas akan menjadi arsitektur yang digunakan pada metode *transfer learning*. Serta untuk membantu meningkatkan performa dari model maka akan diterapkannya teknik transformasi morfologi *black-hat* dan *oversampling* pada dataset ISIC 2020. Lalu pada saat pelatihan model, *mixed precision* digunakan untuk mempercepat waktu pelatihan dari model. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat perbandingan performa dari model yang penggunaan *mixed precision* dan yang tidak menerapkan *mixed precision*. Hasilnya metrik evaluasi seperti *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *f1-score* model yang tidak menerapkan *mixed precision* memiliki performa yang lebih baik dengan mencapai nilai masing-masing sebesar 98% dan untuk metrik evaluasi AUC-ROC kedua model memiliki nilai yang sama yaitu 1. Sementara, waktu pelatihan model yang menerapkan *mixed precision* memiliki waktu yang lebih singkat bila dibandingkan dengan model yang tidak menerapkan *mixed precision* dengan selisih mencapai 1.646 detik (27 menit dan 26 detik) dan persentase kecepatan mencapai 8,39%.

**Kata Kunci:** Kanker Kulit; *MobileNetV3Large*; *Transfer Learning*; *Mixed Precision*; Metrik Evaluasi.

# ***SKIN CANCER CLASSIFICATION MODEL USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK WITH IMPLEMENTATION OF MIXED PRECISION***

Oleh

Raka Ryandra Guntara

2000782

## ***ABSTRACT***

*In the field of skin cancer classification, machine learning and deep learning have been extensively utilized, particularly with convolutional neural network architectures. However, to achieve optimal performance, several aspects can still be explored. One such aspect is the use of convolutional neural network models for transfer learning, along with supportive methods that can help improve model performance and accelerate training time. The MobileNet architecture has proven to perform well despite its small size and can compete with other architectures. Based on this, the MobileNetV3Large architecture, which is the latest variation of MobileNet known for its efficiency and suitability for low-power and memory-constrained applications, will be used for transfer learning. To further enhance the model's performance, morphological black-hat transformation and oversampling techniques will be applied to the ISIC 2020 dataset. Additionally, during model training, mixed precision will be used to speed up the training time. The aim of this research is to compare the performance of models using mixed precision and those that do not. The results show that the evaluation metrics such as accuracy, precision, recall, and F1-score for the model without mixed precision perform better, each achieving a value of 98%. For the AUC-ROC evaluation metric, both models achieved the same value of 1. Meanwhile, the training time for the model with mixed precision was shorter compared to the model without mixed precision, with a difference of 1,646 seconds (27 minutes and 26 seconds), resulting in a speed increase of 8.39%.*

**Keywords:** *Skin Cancer; MobileNetV3Large; Transfer Learning; Mixed Precision; Metric Evaluation.*



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
UCAPAN TERIMAKASIH .....	iv
ABSTRAK .....	vi
<i>ABSTRACT</i> .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian .....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian .....	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Batasan Masalah.....	7
1.5 Manfaat/Signifikansi Penelitian .....	7
1.6 Sistematika Penulisan Skripsi .....	8
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	10
2.1 Model Referensi .....	10
2.2 <i>State-of-the-Art</i> .....	10
2.3 Melanoma.....	17
2.4 <i>Machine Learning</i> .....	18
2.5 <i>Deep Learning</i> .....	19
2.6 <i>Convolutional Neural Network</i> .....	20
2.6.1 <i>Convolutional Layer</i> .....	21
2.6.2 <i>Pooling Layer</i> .....	22
2.6.3 <i>Fully Connected Layer</i> .....	23
2.6.4 Fungsi Aktivasi.....	24

2.7 <i>Transfer Learning</i> .....	24
2.8 <i>MobileNetV3Large</i> .....	25
2.9 <i>Oversampling</i> .....	25
2.10 Morfologi <i>Black-hat</i> .....	26
2.11 Optimisasi Adam .....	26
2.12 <i>Mixed Precision</i> .....	26
2.13 <i>Confusion Matrix</i> .....	27
BAB III METODE PENELITIAN.....	28
3.1 Desain Penelitian.....	28
3.1.1 Klarifikasi Penelitian.....	28
3.1.2 Studi Deskriptif 1 .....	29
3.1.3 Studi Preskriptif .....	29
3.1.4 Studi Deskriptif 2 .....	36
3.2 Alat dan Bahan .....	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1 Eksplorasi Dataset.....	39
4.2 Pra-Pemrosesan Data .....	41
4.3 Pembuatan 2 Macam Model <i>Convolutional Neural Network</i> .....	42
4.3.1 Implementasi <i>Transfer Learning MobileNetV3Large</i> .....	43
4.3.2 Implementasi <i>Mixed Precision</i> Dalam Pelatihan Model.....	44
4.4 Perbandingan Kinerja Model Tanpa <i>Mixed Precision</i> & Dengan <i>Mixed Precision</i> .....	45
4.4.1 Kinerja Model <i>Transfer Learning MobileNetV3Large</i> Tanpa <i>Mixed Precision</i> .....	46
4.4.2 Kinerja Model <i>Transfer Learning MobileNetV3Large</i> Dengan <i>Mixed Precision</i> .....	50
4.4.3 Analisis Perbandingan Kinerja Kedua Model .....	54
BAB V KESIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI .....	56
5.1 Kesimpulan .....	56
5.2 Rekomendasi.....	56
DAFTAR PUSTAKA .....	57
LAMPIRAN .....	xiii

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rangkuman <i>State-of-the-Art</i> .....	14
Tabel 3.1 Pembagian Dataset .....	33
Tabel 3.2 Augmentasi Pelatihan .....	34
Tabel 3.3 Rangkuman Perpustakaan .....	34
Tabel 3.4 <i>Confusion Matrix</i> .....	38
Tabel 4.1 Pembagian Jenis Penyakit .....	40
Tabel 4.2 Hasil <i>Oversampling</i> .....	42
Tabel 4.3 Spesifikasi Pelatihan Data .....	43
Tabel 4.4 Catatan Waktu Model Tanpa <i>Mixed Precision</i> .....	48
Tabel 4.5 <i>Summary</i> Performa Model Tanpa <i>Mixed Precision</i> .....	49
Tabel 4.6 Catatan Waktu Model Dengan <i>Mixed Precision</i> .....	52
Tabel 4.7 <i>Summary</i> Performa Model Dengan <i>Mixed Precision</i> .....	53

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Model Referensi .....	10
Gambar 2.2 Tampilan kanker melanoma .....	18
Gambar 2.3 Pembagian konsep <i>machine learning</i> .....	19
Gambar 2.4 Arsitektur <i>convolutional neural network</i> .....	21
Gambar 2.5 Ilustrasi <i>convolutional layer</i> (Alzubaidi dkk., 2021) .....	22
Gambar 2.6 Ilustrasi <i>pooling layer</i> (Purwono dkk., 2022) .....	23
Gambar 2.7 Ilustrasi <i>oversampling</i> .....	26
Gambar 3.1 Desain Penelitian.....	28
Gambar 3.2 Model Dampak.....	31
Gambar 3.3 Alur Pengembangan .....	31
Gambar 3.4 Tahapan pengembangan model klasifikasi kanker kulit.....	32
Gambar 4.1 Tampilan sampel setiap jenis penyakit.....	39
Gambar 4.2 Tampilan sampel dari masing-masing kelas.....	40
Gambar 4.3 Hasil morfologi <i>black-hat</i> .....	41
Gambar 4.4 <i>Summary</i> model pertama.....	44
Gambar 4.5 <i>Summary</i> model kedua .....	45
Gambar 4.6 Visualisasi kinerja model klasifikasi kanker kulit tanpa <i>mixed precision</i> .....	46
Gambar 4.7. <i>Confusion Matrix</i> model tanpa <i>mixed precision</i> .....	47
Gambar 4.8 AUC-ROC model tanpa <i>mixed precision</i> .....	48
Gambar 4.9 Visualisasi kinerja model klasifikasi kanker kulit dengan <i>mixed precision</i> .....	51
Gambar 4.10 <i>Confusion Matrix</i> model dengan <i>mixed precision</i> .....	51
Gambar 4.11 AUC-ROC model dengan <i>mixed precision</i> .....	52
Gambar 4.12 Visualisasi waktu pelatihan kedua model.....	54
Gambar 4.13 Perbandingan AUC-ROC .....	55

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Detail Jumlah Penyakit Pada Dataset ISIC 2020.....	xiii
Lampiran 2 Hasil Percobaan Pelatihan Model.....	xv
Lampiran 3 Perhitungan Rumus.....	xx