



**KLASIFIKASI GAMBAR AKTIVITAS MANUSIA MENGGUNAKAN
MODEL CNN ARSITEKTUR MOBILENET-V3 DENGAN TRANSFER
LEARNING DAN DATA AUGMENTATION**

SKRIPSI

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Dalam Menyelesaikan Sarjana Strata-1 Ilmu Komputer**

Oleh

CANDRA IRAWAN

NIM. 1711016210003

**PROGRAM STUDI S-1 ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU**

2023



**KLASIFIKASI GAMBAR AKTIVITAS MANUSIA MENGGUNAKAN
MODEL CNN ARSITEKTUR MOBILENET-V3 DENGAN TRANSFER
LEARNING DAN DATA AUGMENTATION**

SKRIPSI

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Dalam Menyelesaikan Sarjana Strata-1 Ilmu Komputer**

Oleh

CANDRA IRAWAN

NIM. 1711016210003

**PROGRAM STUDI S-1 ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU**

2023

SKRIPSI

**KLASIFIKASI GAMBAR AKTIVITAS MANUSIA MENGGUNAKAN MODEL CNN
ARSITEKTUR MOBILENET-V3 DENGAN TRANSFER LEARNING DAN DATA
AUGMENTATION**

Oleh:

CANDRA IRAWAN

NIM. 1711016210003

Telah dipertahankan di depan Dosen Penguji pada tanggal **16 Juni 2023**.

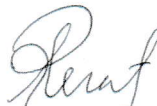
Susunan Dosen Penguji:

Pembimbing I



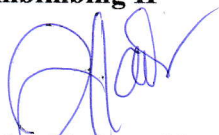
Dwi Kartini S.Kom., M.Kom
NIP. 198704212012122003

Dosen Penguji I



M. Reza Faisal., S.T., M.T., Ph.D
NIP. 197612202008121001

Pembimbing II



Dodon Turianto Nugrahadi, S.Kom, M.Eng
NIP. 198001122009121002

Dosen Penguji II



Rudy Herteno, S.Kom., MKom.
NIP. 198809252022031003

Banjarbaru, 23 Juni 2023

Koordinator Program Studi Ilmu Komputer



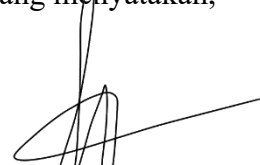
Wawan Budiman, S.T., M.Kom
NIP. 1977093252008121001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis di acu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Banjarbaru, 9 Juni 2023

Yang menyatakan,



Candra Irawan

NIM. 1711016210003

ABSTRAK

KLASIFIKASI GAMBAR AKTIVITAS MANUSIA MENGGUNAKAN MODEL CNN ARSITEKTUR MOBILENET-V3 DENGAN TRANSFER LEARNING DAN DATA AUGMENTATION

(Oleh: Candra Irawan; Pembimbing: Dwi Kartini S.Kom., M.Kom dan Dodon Turianto Nugrahadi, S.Kom, M.Eng; 2023; 100 halaman)

Human activity recognition merupakan sebuah sistem yang bertujuan untuk klasifikasi aktivitas manusia baik berdasarkan data sensor, gambar maupun video. Gambar aktivitas manusia adalah sebuah gambar yang memuat gerakan dari satu atau lebih anggota tubuh, baik dilakukan sendiri maupun berkelompok. Berbagai metode telah digunakan dalam mengklasifikasi aktivitas manusia, beberapa tahun terakhir Convolutional Neural Network menjadi populer dikarenakan kekuatan dan efektivitasnya, namun model ini memiliki biaya komputasi yang tinggi sehingga sulit diterapkan di perangkat-perangkat terbatas. MobilenetV3 merupakan model CNN yang berukuran kecil dan telah banyak digunakan di berbagai perangkat terbatas. Pada penelitian ini akan di klasifikasi 15 aktivitas manusia dengan menggunakan model CNN arsitektur, MobileNetV3 small dan large dengan menerapkan transfer learning ImageNet. Untuk masing-masing arsitektur akan menggunakan alpha 0.75 dan 1.0, di mana alpha merupakan sebuah hyperparameter yang terdapat dalam arsitektur MobileNetV3, berfungsi untuk mengatur jumlah parameter, dengan cara ini akan diperoleh 4 buah arsitektur MobileNetV3. Setiap arsitektur dengan alpha nya masing-masing akan digunakan sebagai feature extraction sedangkan pengklasifikasian akan menggunakan Multilayers perceptron. Selama proses penelitian dataset akan dibagi menjadi dua yaitu tanpa augmentasi dan dengan augmentasi. Semua arsitektur yang menggunakan alpha 1.0 memperoleh akurasi sedikit lebih baik. Sedangkan semua arsitektur yang dilatih tanpa menggunakan augmentasi memperoleh akurasi yang lebih baik. Dari semua arsitektur, MobileNetV3 Large dengan alpha 1.0 yang dilatih tanpa augmentasi memperoleh akurasi, precision, recall dan f1-score terbaik dengan 0.65, 0.66, 0.65 dan 0.65. kelas seperti 'running' dan 'cycling' menjadi kelas yang memiliki precision, recall dan f1-score yang tinggi di atas 0.80.

Kata Kunci: Convolutional Neural network, Data Augmentation, Human Activity Recognition, Image Recognition, Transfer Learning,

ABSTRACT

IMAGE RECOGNITION ON HUMAN ACTIVITY USING CNN MOBILENETV3 ARCHITECTURE WITH TRANSFER LEARNING AND DATA AUGMENTATION

(by: Candra Irawan; supervisor: Dwi Kartini S.Kom., M.Kom and Dodon Turianto Nugrahadi, S.Kom, M.Eng; 2023; 100 pages)

Human activity recognition is a system that aims to classify human activities either based on sensor data, images or videos. Human activity image is an image that contains the movement of one or more body parts, either done alone or in groups. Various methods have been used in classifying human activities, in recent years Convolutional neural networks have become popular for its ability and effectiveness, but this model has a high computational resource, and difficult to apply on limited devices. MobileNetV3 is one of CNN architecture that have small size and has been applied in several small devices. In this study, 15 human activities will be classified using CNN architecture models, MobileNetV3 small and large by applying ImageNet transfer learning. For each architecture will use alpha 0.75 and 1.0, this is a hyperparameter in the MobileNetV3 architecture, which regulates the number of parameters, in this way 4 MobileNetV3 architectures will be obtained. Each architecture with its own alpha will be used as feature extraction while the classification will use Multilayers perceptron. During the research process the dataset will be divided into two: without augmentation and with augmentation. Of all the architectures, MobileNetV3 Large with alpha 1.0 trained without augmentation obtained the best accuracy, precision, recall and f1-score with 0.65, 0.66, 0.65 and 0.65. classes such as 'running' and 'cycling' are the classes that have high precision, recall and f1-score above 0.80.

Keyword: *Convolutional Neural network, Data Augmentation, Human Activity Recognition, Image Recognition, Transfer Learning,*

PRAKATA

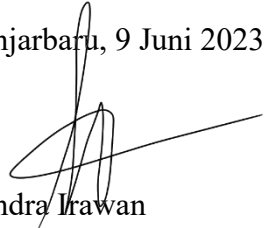
Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Klasifikasi Gambar Aktivitas Manusia Menggunakan Model *CNN* Arsitektur *MobileNet-V3* Dengan *Transfer Learning* Dan *Data Augmentation*” untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan pendidikan program S1 Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lambung Mangkurat. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini mungkin akan terdapat beberapa kesalahan penulisan maupun pemilihan kata. Pada lembar ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang sangat mendukung penulis dalam pembuatan dan penyusunan skripsi ini, adapun yang dimaksud adalah sebagai berikut:

1. Keluarga yang selalu memberikan bantuan, semangat, doa dan dukungan dalam proses penyelesaian skripsi ini.
2. Ibu Dwi Kartini S.Kom., M.Kom selaku dosen pembimbing utama yang turut serta membantu dan meluangkan waktu demi kelancaran dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Dodon Turianto Nugrahadi, S.Kom, M.Eng selaku dosen pembimbing pendamping yang turut serta membantu dan meluangkan waktu demi kelancaran dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Irwan Budiman, S.T., M.Kom selaku Koordinator Program Studi Ilmu Komputer FMIPA ULM, atas bantuan dan izin beliau skripsi ini dapat diselesaikan.
5. Seluruh dosen dan staf Program Studi Ilmu Komputer FMIPA ULM atas ilmu dan bantuan yang diberikan selama ini yang sangat bermanfaat.
6. Teman-teman keluarga Ilmu Komputer angkatan 2017 yang memberikan dukungan dan selalu mengingatkan serta mendoakan dalam proses pengerjaan skripsi.
7. Rahmat, Adit, Rifqi, Lutfi, Muflih, Nuzhan, Didit, Rizqon, Barok, dan Azmi yang selalu membantu, mendukung dan memberikan canda tawa selama ini.

8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah turut membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Akhir kata penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan ini jauh dari sempurna, namun penulis mengharapkan bantuan berupa kritik dan saran membangun dari semua pihak demi kesempurnaan dan mutu penulisan skripsi ini. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi ilmu pengetahuan dan pembaca khususnya serta mendapat keridaan Allah SWT.

Banjarbaru, 9 Juni 2023


Candra Irawan

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
PERNYATAAN	ii
ABSTRAK.....	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
1.6 Penelitian Terdahulu.....	5
1.7 Landasan Teori	12
2.2.1 Human Activity Recognition (HAR).....	12
2.2.2 Human Activity Recognition (HAR) Dataset.....	13
2.2.3 Pengolahan Citra Digital.....	15
2.2.4 Pre-Processing	17
2.2.5 Bilinear Interpolation.....	18
2.2.6 Machine Learning	19

2.2.7	Deep Learning	20
2.2.8	Artificial Neural network.....	21
2.2.9	Convolutional Neural Network (CNN)	23
2.2.10	Efficient Model	27
2.2.11	MobileNet	29
2.2.12	MobileNetV3	33
2.2.13	Data Augmentation	37
2.2.14	Transfer Learning.....	38
2.2.15	Rectified linear Unit (ReLU)	39
2.2.16	Softmax	40
2.2.17	Categorical Cross Entropy	41
2.2.18	L2 Regularization	41
2.2.19	Cyclic Learning rate	42
2.2.20	<i>Confusion matrix</i>	43
2.2.21	Persisi, <i>Recall</i> dan F1 Score.....	44
BAB III METODE PENELITIAN		45
3.1	Alat Penelitian	45
3.2	Bahan Penelitian.....	45
3.3	Variabel Penelitian	46
3.4	Prosedur Penelitian.....	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		53
4.1	Hasil.....	53
4.1.1	Pengumpulan Gambar HAR	53
4.1.2	Pre-Processing.....	54
4.1.3	Split Data	54
4.1.4	Data Augmentation.....	54

4.1.5	Transfer Learning	55
4.1.6	Konfigurasi Arsitektur	56
4.1.7	MobileNetV3 Small.....	61
4.1.8	MobileNetV3 Large.....	73
4.2	Pembahasan	87
BAB V PENUTUP		96
5.1	Kesimpulan.....	96
5.2	Saran	96
DAFTAR PUSTAKA.....		97
LAMPIRAN		100

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Penelitian terdahulu yang berkaitan dengan HAR dan MobileNetV3	9
Tabel 2. Penelitian yang diajukan	11
Tabel 3. Tebal distribusi gambar.....	14
Tabel 4. Arsitektur MobileNet	30
Tabel 5. Arsitektur MobileNetV2	32
Tabel 6. Arsitektur MobileNetV3 Large.....	35
Tabel 7. Arsitektur MobileNetV3 Small.....	35
Tabel 8. Performa dari berbagai MobileNetV3 pada ImageNet.	36
Tabel 9 Confussion matrix	43
Tabel 10 daftar arsitektur MobileNetV3	46
Tabel 11. Detail Skenario.....	49
Tabel 12. Properties dataset HAR dari kaggle.....	53
Tabel 13. Daftar arsitektur yang akan di uji.....	57
Tabel 14. Pengaturan <i>classifier</i> untuk MobileNetV3 HAR.	59
Tabel 15. Pengaturan pada <i>Cyclical Learning Rate</i>	60
Tabel 16. <i>Confusion matrix</i> MobileNetV3 <i>small</i> 0,75 (TA).....	62
Tabel 17. <i>Confusion matrix</i> MobileNetV3 <i>small</i> 1,0 (TA).....	66
Tabel 18. <i>Confusion matrix</i> MobileNetV3 <i>small</i> 0,75 (DA)	69
Tabel 19. <i>Confusion matrix</i> MobileNetV3 <i>small</i> 1,0 (DA)	72
Tabel 20. <i>Confusion matrix</i> MobileNetV3 <i>large</i> 0.75 (TA).	76
Tabel 21. <i>Confusion matrix</i> MobileNetV3 <i>large</i> 1,0 (TA).	79
Tabel 22. <i>Confusion matrix</i> MobileNetV3 <i>large</i> 0,75 (DA).....	82
Tabel 23. <i>Confusion matrix</i> MobileNetV3 <i>large</i> 1,0 (DA).....	86
Tabel 24. Perbandingan hasil pelatihan MobileNetV3 TA dan DA.	88
Tabel 25. Rata-rata hasil pengujian <i>Confusion matrix</i> MobileNetV3 HAR.	92
Tabel 26. <i>Precision</i> arsitektur MobileNetV3 HAR.....	92
Tabel 27. <i>Recall</i> arsitektur MobileNetV3 HAR.....	94
Tabel 28. <i>F1-score</i> arsitektur MobileNetV3 HAR	95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Lima tingkat aktivitas manusia	13
Gambar 2. Contoh gambar dari dataset HAR dari Kaggle.....	14
Gambar 3. Sistem koordinat yang mewakili citra.....	15
Gambar 4. Kanal Merah, Kanal Hijau dan Kanal Biru.....	16
Gambar 5. <i>Bilinear interpolation</i> pada persamaan linier.....	18
Gambar 6. penyebaran nilai pixel dan area interpolation (hitam).....	19
Gambar 7. Konsep machine learning	20
Gambar 8. Konsep Deep Learning.....	20
Gambar 9. Jaringan syaraf pada manusia.....	21
Gambar 10. Jaringan syaraf tiruan.	22
Gambar 11. Konsep convolutional neural network.....	23
Gambar 12. Convolutional layer.....	24
Gambar 13. Perbedaan 1D, 2D dan 3D convolution.....	25
Gambar 14. Pooling layer	26
Gambar 15. Fully connected layer	27
Gambar 16. Conv biasa, Depthwise Conv dan Pointwise Conv	29
Gambar 17 Kiri : Conv biasa, Kanan : Depthwise Separable Conv	30
Gambar 18. Perkembangan separable convolutional block	32
Gambar 19. Perbedaan antara residual block dan inverted residual block.	33
Gambar 20. Trade-off antara <i>latency</i> dan top-1 ImageNet accuracy.....	33
Gambar 21. MobileNetV3 block.....	34
Gambar 22. Indikasi sebuah arsitektur yang <i>overfitting</i>	38
Gambar 23. Rectified Linear unit.....	40
Gambar 24. Lapisan <i>softmax</i> pada <i>neural network</i>	41
Gambar 25. Proses training arsitektur setiap satu step.....	47
Gambar 26. Proses testing pada arsitektur	47
Gambar 27. Struktur MLP sebagai classifier.....	48
Gambar 28. Alur Penelitian.....	50
Gambar 29. Konsep pre-trained (kiri) dan fine-tuning (kanan).	56
Gambar 30. Proses <i>flattening feature maps</i> yang dihasilkan arsitektur.....	58
Gambar 31. <i>Learning rate</i> yang dihasilkan CLR <i>triangular</i>	60

Gambar 32. <i>Trade-off loss</i> arsitektur MobileNetV3 <i>small</i> 0,75 (TA).....	61
Gambar 33. <i>Trade-off accuracy</i> arsitektur MobileNetV3 <i>small</i> 0,75 (TA)	62
Gambar 34. <i>Confusion matrix</i> MobileNetV3 <i>small</i> 0,75 (TA)	63
Gambar 35. <i>Trade-off loss</i> arsitektur MobileNetV3 <i>small</i> 1,0 (TA).....	65
Gambar 36. <i>Trade-off accuracy</i> arsitektur MobileNetV3 <i>small</i> 1,0 (TA)	65
Gambar 37. <i>Confusion matrix</i> MobileNetV3 <i>small</i> 1,0 (TA)	67
Gambar 38. <i>Trade-off loss</i> arsitektur MobileNetV3 <i>small</i> 0,75 (DA)	68
Gambar 39. <i>Trade-off accuracy</i> arsitektur MobileNetV3 <i>small</i> 0,75 (DA).....	68
Gambar 40. <i>Confusion matrix</i> MobileNetV3 <i>small</i> 0,75 (DA).....	70
Gambar 41. <i>Trade-off loss</i> arsitektur MobileNetV3 <i>small</i> 1,0 (DA)	71
Gambar 42. <i>Trade-off accuracy</i> arsitektur MobileNetV3 <i>small</i> 1,0 (DA).....	71
Gambar 43. <i>Confusion matrix</i> MobileNetV3 <i>small</i> 1,0 (DA).....	73
Gambar 44. <i>Trade-off loss</i> arsitektur MobileNetV3 <i>large</i> 0,75 (TA).....	74
Gambar 45. <i>Trade-off accuracy</i> arsitektur MobileNetV3 <i>large</i> 0,75 (TA)	75
Gambar 46. <i>Confusion matrix</i> MobileNetV3 <i>large</i> 0,75 (TA).	76
Gambar 47. <i>Trade-off loss</i> arsitektur MobileNetV3 <i>large</i> 1,0 (TA).....	78
Gambar 48. <i>Trade-off accuracy</i> arsitektur MobileNetV3 <i>large</i> 1,0 (TA)	78
Gambar 49. <i>Confusion matrix</i> MobileNetV3 <i>large</i> 1,0 (TA).	79
Gambar 50. <i>Trade-off loss</i> arsitektur MobileNetV3 <i>large</i> 0,75 (DA).	80
Gambar 51. <i>Trade-off accuracy</i> arsitektur MobileNetV3 <i>large</i> 0,75 (DA).....	81
Gambar 52. <i>Confusion matrix</i> MobileNetV3 <i>large</i> 0,75 (DA).....	83
Gambar 53. <i>Trade-off loss</i> arsitektur MobileNetV3 <i>large</i> 1,0 (DA).	84
Gambar 54. <i>Trade-off accuracy</i> arsitektur MobileNetV3 <i>large</i> 1,0 (DA).....	85
Gambar 55. <i>Confusion matrix</i> MobileNetV3 <i>large</i> 1,0 (DA).....	87
Gambar 56. Akurasi arsitektur yang dihasilkan selama proses pelatihan.....	88
Gambar 57. Perbandingan akurasi maksimal dan akurasi rata-rata arsitektur	89
Gambar 58. Gambar dari kelas yang dapat ber-irisan dengan kelas lain	90

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. *Source Code* untuk memanggil package Tensorflow, keras dan lain-lain
- Lampiran 2. *Source code* konfigurasi *data augmentation*
- Lampiran 3. *Source code* pemanggilan data gambar dan penerapan *augmentation*
- Lampiran 4. *Source code* untuk menampilkan gambar perbatch
- Lampiran 5. *Source code* memanggil arsitektur MobileNetV3 *small 0,75*
- Lampiran 6. *Source code* memanggil arsitektur MobileNetV3 *small 1,0*
- Lampiran 7. *Source code* memanggil arsitektur MobileNetV3 *Large 0,75*
- Lampiran 8. *Source code* memanggil arsitektur MobileNetV3 *Large 1,0*
- Lampiran 9. *Source code multi-layer perceptron* sebagai *classifier*
- Lampiran 10. *Source code cyclical learning rate, Model Callback, Adam Optimizer*
- Lampiran 11. *Source code* menggabungkan arsitektur dengan *classifier*
- Lampiran 12. *Source code* untuk melatih model
- Lampiran 13. *Source code* untuk menyimpan hasil pelatihan kedalam file .csv
- Lampiran 14. *Source code* plotting *trade-off* pelatihan dan validasi
- Lampiran 15. *Source code* plotting *trade-off learning rate* dan *epoch*
- Lampiran 16. *Source code* untuk menyimpan model yang telah dilatih
- Lampiran 17. *Source code* proses dan perhitungan *Confusion matrix*
- Lampiran 18. *Source code* pemanggilan *Confusion matrix*
- Lampiran 19. *Augmentation* dengan *random rotation* 30 derajat.
- Lampiran 20. *Augmentation* dengan *horizontal flip = true*
- Lampiran 21. *Augmentation* dengan *width shift range = 0.1*
- Lampiran 22. *Augmentation* dengan *height shift range= 0.1*
- Lampiran 23. *Augmentation* dengan *fill mode = 'nearest'*
- Lampiran 24. *Augmentation* dengan *cut out / random erasing*
- Lampiran 25. *Augmentation* dengan gabungan teknik transformasi
- Lampiran 26. Pixel value yang diproses arsitektur