

**ANALISIS MODEL CNN GHOSTFACENET, MOBILEFACENET DAN
MOBILENETV3 MENGGUNAKAN ARCFACE LOSS PADA
PENGENALAN WAJAH**

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Komputer pada Program Studi S1 Rekayasa Perangkat Lunak



Oleh
Wahyu Setiawan
NIM 1909282

**PROGRAM STUDI REKAYASA PERANGKAT LUNAK
KAMPUS UPI DI CIBIRU
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2024

**ANALISIS MODEL CNN GHOSTFACENET, MOBILEFACENET DAN
MOBILENETV3 MENGGUNAKAN ARCFACE LOSS PADA
PENGENALAN WAJAH**

Oleh
Wahyu Setiawan
NIM 1909282

Sebuah Skripsi yang Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Komputer pada Program Studi S1 Rekayasa Perangkat Lunak

© Wahyu Setiawan
Universitas Pendidikan Indonesia
2024

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak
ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis

HALAMAN PENGESAHAN

WAHYU SETIAWAN

**ANALISIS MODEL CNN GHOSTFACENET, MOBILEFACENET DAN
MOBILENETV3 MENGGUNAKAN ARCFACE LOSS PADA PENGENALAN
WAJAH**

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I

Dian Anggraini, S.ST., M.T.

NIP. 920190219930526201

Pembimbing II

Indira Syawanodya, S.Kom., M.Kom.

NIP. 920190219920423201

Mengetahui

Ketua Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak

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

NIP. 920190219910328101

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Analisis Model CNN *GhostFaceNet*, *MobileFaceNet* dan *MobileNetV3* Menggunakan *ArcFace Loss* Pada Pengenalan Wajah” 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, Januari 2024

Penulis,

Wahyu Setiawan

NIM. 1909282

HALAMAN UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan mengucapkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT, karena atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Model CNN *GhostFaceNet*, *MobileFaceNet* dan *MobileNetV3* Menggunakan *ArcFace Loss* Pada Pengenalan Wajah” ini dengan baik. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana dan menyelesaikan studi di Universitas Pendidikan Indonesia pada program studi Rekayasa Perangkat Lunak.

Dokumen ini berisi segala sesuatu mengenai penelitian yang telah dilakukan oleh penulis. Selesainya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dorongan berbagai pihak yang ikut serta memberikan bimbingan, kritik, saran, dukungan, dan motivasi kepada penulis selama proses penelitian dan penyusunan dokumen. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada: Ibu Dian Anggraini, S.ST., M.T., selaku Dosen Pembimbing Skripsi Utama yang di bawah pengawasannya selalu memberikan bimbingan, saran, dan umpan balik yang bermanfaat.

1. Ibu Dian Anggraini, S.ST., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik I yang memberikan bimbingan, dan dukungan selama kuliah hingga pada saat penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Indira Syawanodya, S.Kom., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing Akademik II sekaligus Wali Dosen yang memberikan bimbingan, dan dukungan selama kuliah hingga pada saat penyusunan skripsi ini.
3. Bapak M. Iqbal Ardimansyah, S.T., M.Kom., selaku kepala program studi Rekayasa Perangkat Lunak yang telah memberikan pelayanan terbaiknya.
4. Seluruh Dosen Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak yang telah membekali ilmu, nasihat, doa dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan studi.
5. Kedua orang tua, yaitu Bapak Widodo dan Ibu Suminah serta keluarga besar penulis yang telah memberikan dukungan dan doa baik secara materil maupun moral selama perkuliahan sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
6. Terimakasih kepada adik penulis, Rahmat Dwi Setiawan yang telah memberikan semangat kepada penulis.

7. Kepada Desi Setiasih, selaku teman paling dekat penulis yang selalu hadir dan telah memberikan doa, dukungan dan motivasi. Terimakasih telah menjadi teman dekat yang selalu siap disegala situasi, terima kasih telah memberikan segalanya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
8. Seluruh teman – teman yang telah berjuang selama masa perkuliahan, Muhammad Nabil Ghitrif, Fathin Muhammad, Kiki Saepul Anam, Muhammad Farhan Nasrulloh, Lathif, Muhammad Rizky Ramadan, Claudio Christopher, Yudith Fabillah, Mochamad Ghifari Cahyadi, Rizky Dimulya, Hafiz Raihan, Virlyana Azzalia Putri, Sahla Analia Zain, Rihlatu Radhiyallah dan rekan – rekan lainnya yang telah memberikan dukungan dan saran kepada penulis.
9. Seluruh rekan – rekan SiCepat Ekspres Indonesia yang telah memberikan dukungan, saran dan kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
10. Kepada diri sendiri yang telah luar biasa menyelesaikan skripsi ini dengan sangat baik. Terima kasih telah berambisi, percaya, sabar dan pantang menyerah dalam penulisan skripsi ini. *I wanna thank me. I wanna thank me for believing in me. I wanna thank me for doing all this hard work. I wanna thank me for having no days off. I wanna thank me for, for never quitting.*

Penulis menyadari bahwa dokumen skripsi ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar tidak terjadi kesalahan yang sama pada saat melakukan penelitian di masa depan. Semoga kerja keras penulis selama ini dapat diridhoi oleh Allah SWT dan dapat bermanfaat untuk pengembangan ilmu dan masyarakat. Akhir kata, penulis memohon maaf sebesar-besarnya apabila terdapat kesalahan baik dari penelitian yang dilakukan maupun cara penulisan dalam dokumen skripsi ini.

Bandung, Januari 2024

Wahyu Setiawan

ABSTRAK

Teknologi pengenalan wajah (*face recognition*) menjadi salah satu area riset dalam bidang visi komputer. Teknologi pengenalan wajah telah digunakan secara luas pada perangkat *smartphone* yang diterapkan di aplikasi tertanam seperti pengenalan keamanan, pengenalan identitas, verifikasi pembayaran dan lain-lain. Namun, sumber daya komputasi yang terbatas pada perangkat *smartphone* mengakibatkan model pengenalan wajah tidak hanya memiliki tingkat akurasi yang tinggi, melainkan memiliki ukuran yang kecil dan kinerja yang cepat. Saat ini, *Convolutional Neural Network* (CNN) menjadi standar sistem pengenalan wajah dikarenakan peningkatan akurasi yang signifikan dari metode lainnya. Penelitian ini akan membandingkan kinerja model CNN *GhostFaceNet*, *MobileFaceNet* dan *MobileNetV3* yang dilatih dengan fungsi *ArcFace* dan *Sub-center ArcFace*. Pelatihan model menggunakan *dataset* CASIA-WebFace dan dievaluasi menggunakan *dataset* LFW, CFP-FP dan AgeDB-30. Kemudian, model tersebut akan dievaluasi tingkat kompleksitas dengan metrik FLOPs dan diukur kecepatan prediksi pada perangkat *android*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *MobileFaceNet* memiliki performa terbaik pada tingkat akurasi diikuti *MobileNetV3* dan *GhostFaceNet*. Fungsi loss *Sub-center ArcFace* $K = 3 \downarrow 1$ yang merupakan pelatihan lanjutan dari fungsi loss *Sub-center ArcFace* $K = 3$ menghasilkan tingkat akurasi terbaik pada semua model yang dilatih bahkan meningkatkan tingkat akurasi sebesar 0.07% pada *dataset* AgeDB-30 dari penelitian sebelumnya. Selain itu, *MobileNetV3* menunjukkan kecepatan terbaik dibandingkan *GhostFaceNet* dan *MobileFaceNet* menjadi pilihan yang lebih cepat untuk perangkat *mobile*.

Kata Kunci : Pengenalan Wajah; *Convolutional Neural Network*; *ArcFace Loss*; *Smartphone*; Model Ringan;

ABSTRACT

The field of computer vision has seen significant research advancements in facial recognition technology. Widely deployed on smartphones, this technology finds applications in embedded systems such as security, identity verification, and payment authentication. However, the limited computing resources on smartphones pose a challenge to facial recognition models, necessitating not only high accuracy but also compact size and swift performance. Currently, Convolutional Neural Network (CNN) stands as the standard in facial recognition systems due to its substantial improvement in accuracy compared to other methods. This research aims to compare the performance of CNN models, namely GhostFaceNet, MobileFaceNet, and MobileNetV3, trained with ArcFace and Sub-center ArcFace functions. The models are trained using the CASIA-WebFace dataset and evaluated with the LFW, CFP-FP, and AgeDB-30 datasets. Additionally, the complexity of the models is assessed using FLOPs metrics, and prediction speed is measured on Android devices. The results reveal that MobileFaceNet exhibits the best performance in terms of accuracy, followed by MobileNetV3 and GhostFaceNet. The Sub-center ArcFace loss function with $K = 3 \downarrow 1$, an advanced training from Sub-center ArcFace loss function with $K = 3$ yields the highest accuracy across all trained models, even improving accuracy by 0.07% on the AgeDB-30 dataset compared to previous research. Furthermore, MobileNetV3 demonstrates superior speed compared to GhostFaceNet and MobileFaceNet, making it a faster choice for mobile devices.

Kata Kunci : *Face Recognition; Convolutional Neural Network; ArcFace Loss; Smartphone; Lightweight;*

DAFTAR ISI

1	BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1	Latar Belakang Penelitian	1
1.2	Rumusan Masalah Penelitian	3
1.3	Tujuan Penelitian	3
1.4	Manfaat Penelitian	4
1.5	Batasan Penelitian	4
1.6	Struktur Organisasi Skripsi	4
2	BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	7
2.1	Pengenalan Wajah.....	7
2.2	Pembelajaran Mesin (<i>Machine Learning</i>).....	7
2.3	<i>Deep Learning</i>	8
2.3.1	Convolutional Neural Network (CNN).....	9
2.3.2	Fungsi Aktivasi Non-Linear	12
2.3.3	<i>Pooling Layer</i>	12
2.3.4	<i>Global Depthwise Convolution</i>	13
2.4	<i>MobileNetV3</i>	13
2.5	Fungsi Loss (Loss Function).....	14
2.5.1	<i>ArcFace</i>	15
2.5.2	<i>Sub-center ArcFace</i>	16
2.6	Pengaturan <i>Hyperparameters</i>	17
2.7	<i>Dataset</i>	18
2.8	Teknik Klasifikasi Fitur	19
2.9	Penelitian Terkait	20
3	BAB III METODE PENELITIAN	38
3.1	Desain Penelitian.....	38
3.2	Sumber Himpunan Data	39

3.3	Instrumen Penelitian.....	40
3.4	Prosedur Penelitian.....	44
3.5	Analisis Data	46
4	BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN.....	47
4.1	Pra-pemrosesan Data.....	47
4.2	Pelatihan Model	48
4.2.1	<i>GhostFaceNetV1</i>	49
4.2.2	<i>MobileFaceNet</i>	53
4.2.3	<i>MobileNetV3</i>	58
4.3	Evaluasi FLOPs.....	65
4.4	Evaluasi Kecepatan pada Perangkat <i>Mobile</i>	66
5	BAB V PENUTUP	68
5.1	Kesimpulan	68
5.2	Saran.....	68
6	DAFTAR PUSTAKA	70

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Dataset</i> Publik berskala besar	18
Tabel 2.2 <i>Dataset</i> publik evaluasi	19
Tabel 2.3 Ringkasan Penelitian Terkait	20
Tabel 2.4 Arsitektur <i>MobileFaceNets</i> (Chen dkk., 2018)	21
Tabel 2.5 Hasil Evaluasi <i>MobileFaceNet</i> dataset CASIA-WebFace (Chen dkk., 2018)	22
Tabel 2.6 Hasil Evaluasi Model dengan dataset MS1MV2	23
Tabel 2.7 Hasil Pelatihan <i>GhostFaceNet</i> V1-2 dengan MS1MV2	27
Tabel 2.8 Hasil Pelatihan <i>GhostFaceNet</i> V1 berdasarkan <i>loss function</i>	27
Tabel 2.9 Hasil Pelatihan <i>GhostFaceNet</i> V2 – 2 dengan Dataset MS1MV2	28
Tabel 2.10 Hasil Pelatihan <i>GhostFaceNet</i> V2 – 2 dengan Dataset MS1MV3	29
Tabel 2.11 Hasil Pelatihan <i>GhostFaceNet</i> V2–1 berdasarkan <i>loss function</i>	29
Tabel 2.12 Kecepatan dan Ukuran Model <i>GhostFaceNet</i>	30
Tabel 2.13 Arsitektur <i>ShuffleFaceNet</i>	31
Tabel 2.14 Hasil Pelatihan <i>ShuffleFaceNet</i>	32
Tabel 2.15 Hasil Pelatihan <i>MixFaceNets</i>	34
Tabel 2.16 Arsitektur <i>VarGFaceNet</i>	36
Tabel 2.17 Hasil Pelatihan <i>VarGFaceNet</i>	37
Tabel 3.1 Spesifikasi Komputasi Kaggle NoteBook	40
Tabel 3.2 GPU Kaggle NoteBook	41
Tabel 3.3 Spesifikasi Perangkat <i>Android</i>	41
Tabel 3.4 Perangkat Lunak dan <i>Library</i> yang digunakan	41
Tabel 3.5 Confusion Matrix	42
Tabel 3.6 Metrik - Metrik Evaluasi Tingkat Akurasi	43
Tabel 3.7 Kategori nilai AUC	43
Tabel 3.8 Metrik – Metrik Evaluasi Performa model	44
Tabel 4.1 <i>Dataset</i> Evaluasi yang telah melalui pencocokan	48
Tabel 4.2 Daftar <i>Callback</i>	48
Tabel 4.3 Pengaturan <i>Hyperparameters</i> pelatihan	50
Tabel 4.4 Tingkat akurasi yang berhasil dicapai <i>GhostFaceNet</i> V1	52
Tabel 4.5 Pengaturan <i>Hyperparameters</i> <i>MobileFaceNet</i>	54

Tabel 4.6 Skala fungsi loss <i>arcface</i> pada <i>MobileFaceNet</i>	54
Tabel 4.7 Tingkat akurasi yang dicapai <i>MobileFaceNet</i>	57
Tabel 4.8 Arsitektur <i>MobileNetV3</i>	59
Tabel 4.9 Pengaturan <i>Hyperparameters MobileNetV3</i>	60
Tabel 4.10 Skala fungsi loss <i>ArcFace</i> pada <i>MobileNetV3(ReLU)</i>	60
Tabel 4.11 Tingkat akurasi <i>MobileNetV3</i> fungsi loss <i>ArcFace</i>	61
Tabel 4.12 Tingkat akurasi <i>MobileNetV3</i> fungsi loss <i>Sub-center ArcFace</i> $K = 3$	62
Tabel 4.13 Tingkat akurasi <i>MobileNetV3</i> fungsi loss <i>Sub-center ArcFace</i> $K = 3$ ↓	63
1.....	63
Tabel 4.14 Hasil Pelatihan <i>MobileNetV3</i>	63
Tabel 4.15 Hasil pengukuran FLOPs	66
Tabel 4.16 Hasil Evaluasi Ukuran dan Kecepatan Model	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Alur Pengenalan Wajah (Calvo dkk., 2013)	7
Gambar 2.2 Posisi dari Deep Learning. (Sarker, 2021)	8
Gambar 2.3 Arsitektur Sederhana CNN. (Yamashita dkk., 2018).....	9
Gambar 2.4 Cara komputer melihat gambar (Yamashita dkk., 2018)	10
Gambar 2.5 Operasi Convolution (Yamashita dkk., 2018).....	11
Gambar 2.6 <i>Pooling Layer</i> (Alzubaidi dkk., 2021)	13
Gambar 2.7 Arsitektur blok SE pada model ResNet (Hu dkk., 2017).....	14
Gambar 2.8 Cara Kerja <i>ArcFace</i> (Deng dkk., 2022)	15
Gambar 2.9 Perbedaan <i>ArcFace</i> dan <i>Sub-center ArcFace</i> (Deng dkk., 2020)	17
Gambar 2.10 <i>Residual Bottleneck MobileNetV2</i> (Sandler dkk., 2018).....	21
Gambar 2.11 Blok yang digunakan pada <i>GhostFaceNet</i> (Alansari dkk., 2023)..	25
Gambar 2.12 Struktur <i>Ghost bottleneck</i> (Alansari dkk., 2023).....	25
Gambar 2.13 Arsitektur <i>GhostFaceNet</i> (Alansari dkk., 2023)	26
Gambar 2.14 Blok Arsitektur <i>ShuffleNetV2</i>	31
Gambar 2.15 Arsitektur <i>MixFaceNets</i> (Boutros dkk., 2021).....	33
Gambar 2.16 Blok yang digunakan <i>VarGFaceNet</i> (Yan dkk., 2019).....	36
Gambar 2.17 Proses <i>Knowledge Distillation</i> (Yan dkk., 2019).....	37
Gambar 3.1 Skema Penelitian	38
Gambar 3.2 Goal Question Metrics (GQM)	40
Gambar 3.3 Kerangka kerja yang diusulkan	44
Gambar 4.1 Contoh Augmentasi.....	47
Gambar 4.2 Proses Pelatihan Model	49
Gambar 4.3 Hasil Pelatihan <i>GhostFaceNetV1 ArcFace</i>	50
Gambar 4.4 Pelatihan <i>GhostFaceNetV1 Sub-center ArcFace</i> $K = 3$	51
Gambar 4.5 Pelatihan <i>GhostFaceNetV1 Sub-center ArcFace</i> $K = 3 \downarrow 1$	52
Gambar 4.6 ROC-AUC <i>GhostFaceNetV1</i>	53
Gambar 4.7 Pelatihan <i>MobileFaceNet ArcFace</i>	55
Gambar 4.8 Pelatihan <i>MobileFaceNet Sub-center ArcFace</i> $K = 3$	56
Gambar 4.9 Pelatihan <i>MobileFaceNet Sub-center ArcFace</i> $K = 3 \downarrow 1$	57
Gambar 4.10 ROC-AUC <i>MobileFaceNet</i>	58
Gambar 4.11 Blok <i>bottleneck MobileNetV3</i> (A. Howard dkk., 2019).....	59

Gambar 4.12 Pelatihan <i>MobileNetV3</i> fungsi loss <i>ArcFace</i>	61
Gambar 4.13 Pelatihan <i>MobileNetV3</i> fungsi loss <i>Sub-center ArcFace</i> $K = 3$	62
Gambar 4.14 Pelatihan <i>MobileNetV3</i> fungsi loss <i>Sub-center ArcFace</i> $K = 3 \downarrow$	163
Gambar 4.15 ROC-AUC <i>MobileNetV3-ReLU</i>	64
Gambar 4.16 ROC-AUC <i>MobileNetV3-PReLU</i>	65

DAFTAR PUSTAKA

- Alansari, M., Hay, O. A., Javed, S., Shoufan, A., Zweiri, Y., & Werghi, N. (2023). GhostFaceNets: Lightweight Face Recognition Model From Cheap Operations. *IEEE Access*, *11*, 35429–35446.
- Alzubaidi, L., Zhang, J., Humaidi, A. J., Al-Dujaili, A., Duan, Y., Al-Shamma, O., Santamaría, J., Fadhel, M. A., Al-Amidie, M., & Farhan, L. (2021). Review of deep learning: concepts, CNN architectures, challenges, applications, future directions. *Journal of Big Data*, *8*(1).
- Bansal, A., Castillo, C. F., Ranjan, R., & Chellappa, R. (2017). The Do's and Don'ts for CNN-based Face Verification. *arXiv (Cornell University)*.
- Bansal, A., Nanduri, A., Castillo, C., Ranjan, R., & Chellappa, R. (2017). *UMDFaces: An Annotated Face Dataset for Training Deep Networks*.
- Blessing, L. T. M., & Chakrabarti, A. (2009). *DRM, a Design Research Methodology*. Springer London.
- Boutros, F., Damer, N., Fang, M., Kirchbuchner, F., & Kuijper, A. (2021). MixFaceNets: Extremely Efficient Face Recognition Networks. *arXiv (Cornell University)*.
- Burkov, A. (2019a). *THE HUNDRED-PAGE MACHINE LEARNING BOOK*. Andriy Burkov.
- Burkov, A. (2019b). *The Hundred-Page Machine Learning Book*. Andriy Burkov.
- Calvo, G., Baroque, B., & Corchado, E. (2013). Study of the Pre-processing Impact in a Facial Recognition System. *Lecture Notes in Computer Science*, *8073*(334–344), 334–344.
- Cao, Q., Shen, L., Xie, W., Parkhi, O. M., & Zisserman, A. (2018). *VGGFace2: A dataset for recognising faces across pose and age*.
- Chen, S., Liu, Y., Gao, X., & Han, Z. (2018). *MobileFaceNets: Efficient CNNs for Accurate Real-Time Face Verification on Mobile Devices*.
- Deng, J., Guo, J., Liu, T., Gong, M., & Zafeiriou, S. (2020). Sub-center ArcFace: Boosting Face Recognition by Large-Scale Noisy Web Faces. *Lecture Notes in Computer Science*, 741–757.

- Deng, J., Guo, J., Yang, J., Xue, N., Kotsia, I., & Zafeiriou, S. (2022). ArcFace: Additive Angular Margin Loss for Deep Face Recognition. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 44, 5962–5979.
- Dharavath, K., Amarnath, G., Talukdar, F. A., & Laskar, R. H. (2014). Impact of image preprocessing on face recognition: A comparative analysis. *2014 International Conference on Communication and Signal Processing*.
- Geron, A. (2019). *Hands-on machine learning with Scikit-Learn, Keras and TensorFlow: concepts, tools, and techniques to build intelligent systems*. O’reilly.
- Gorunescu, F. (2011). *Data Mining* (Vol. 12). Springer Berlin Heidelberg.
- Guo, Y., Zhang, L., Hu, Y., He, X., & Gao, J. (2016). MS-Celeb-1M: Challenge of Recognizing One Million Celebrities in the Real World. *Electronic Imaging*, 2016(11), 1–6.
- He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2015). Delving Deep into Rectifiers: Surpassing Human-Level Performance on ImageNet Classification. *arXiv (Cornell University)*.
- Hendriyana, H., & Yazid Hilman Maulana. (2020). Identification of Types of Wood using Convolutional Neural Network with Mobilenet Architecture. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 4(1), 70–76.
- Howard, A. G., Zhu, M., Chen, B., Kalenichenko, D., Wang, W., Weyand, T., Andreetto, M., & Adam, H. (2017). MobileNets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications. *arXiv (Cornell University)*.
- Howard, A., Sandler, M., Chu, G., Chen, L.-C., Chen, B., Tan, M., Wang, W., Zhu, Y., Pang, R., Vasudevan, V., Le, Q. V., & Adam, H. (2019a). *Searching for MobileNetV3*.
- Howard, A., Sandler, M., Chu, G., Chen, L.-C., Chen, B., Tan, M., Wang, W., Zhu, Y., Pang, R., Vasudevan, V., Le, Q. V., & Adam, H. (2019b). *Searching for MobileNetV3*.
- Hu, J., Shen, L., Albanie, S., Sun, G., & Wu, E. (2017). *Squeeze-and-Excitation Networks*.

- Huang, G., Ramesh, M., Berg, T., & Learned-Miller, E. (2007). *Labeled Faces in the Wild: A Database for Studying Face Recognition in Unconstrained Environments*.
- Indolia, S., Goswami, A. K., Mishra, S. P., & Asopa, P. (2018). Conceptual Understanding of Convolutional Neural Network- A Deep Learning Approach. *Procedia Computer Science*, 132, 679–688.
- K B, P., & J, M. (2020). Design and Evaluation of a RealTime Face Recognition System using Convolutional Neural Networks. *Third International Conference on Computing and Network Communications (CoCoNet'19)*, 171, 1651–1659.
- Kandel, I., & Castelli, M. (2020). The effect of batch size on the generalizability of the convolutional neural networks on a histopathology dataset. *ICT Express*, 6(4), 312–315.
- Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2012). ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks. *Communications of the ACM*, 60(6), 84–90.
- Leondgarse. (2022a). *Keras cv attention models*. GitHub.
- Leondgarse. (2022b). Keras insightface. Dalam *GitHub repository*. GitHub.
- Li, L., Mu, X., Li, S., & Peng, H. (2020). A Review of Face Recognition Technology. *IEEE Access*, 8, 139110–139120.
- Ma, N., Zhang, X., Zheng, H.-T., & Sun, J. (2018). *ShuffleNet V2: Practical Guidelines for Efficient CNN Architecture Design*.
- Martinez-Diaz, Y., Luevano, L. S., Méndez-Vázquez, H., Nicolás-Díaz, M., Chang, L., & Gonzalez-Mendoza, M. (2019). *ShuffleFaceNet: A Lightweight Face Architecture for Efficient and Highly-Accurate Face Recognition*.
- Moschoglou, S., Papaioannou, A., Sagonas, C., Deng, J., Kotsia, I., & Zafeiriou, S. (2017). AgeDB: The First Manually Collected, In-the-Wild Age Database. *2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW)*, 1997–2005.
- Nech, A., & Kemelmacher-Shlizerman, I. (2017). *Level playing field for million scale face recognition*.

- Oloyede, M. O., Hancke, G. P., & Myburgh, H. C. (2020). A review on face recognition systems: recent approaches and challenges. *Multimedia Tools and Applications*, 79(37–38), 27891–27922.
- Parkhi, O. M., Vedaldi, A., & Zisserman, A. (2015). Deep Face Recognition. *Proceedings of the British Machine Vision Conference 2015*, 41.1-41.12.
- Ruder, S. (2016). *An overview of gradient descent optimization algorithms*.
- Sandler, M., Howard, A. W., Zhu, M., Zhmoginov, A., & Chen, L.-C. (2018). MobileNetV2: Inverted Residuals and Linear Bottlenecks. *arXiv (Cornell University)*.
- Sarker, I. H. (2021). Machine Learning: Algorithms, Real-World Applications and Research Directions. *SN Computer Science*, 2(3), 160.
- Schroff, F., Kalenichenko, D., & Philbin, J. (2015). *FaceNet: A Unified Embedding for Face Recognition and Clustering*.
- Sekhar, C., & Meghana, P. S. (2020). A Study on Backpropagation in Artificial Neural Networks. *Asia-Pacific Journal of Neural Networks and Its Applications*, 4(1), 21–28.
- Sengupta, S., Chen, J.-C., Castillo, C., Patel, V. M., Chellappa, R., & Jacobs, D. W. (2016). Frontal to profile face verification in the wild. *2016 IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV)*, 1–9.
- Sun, Y., Wang, X., & Tang, X. (2014). Deep Learning Face Representation from Predicting 10,000 Classes. *2014 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*.
- Tan, M., & Le, Q. V. (2019). *MixConv: Mixed Depthwise Convolutional Kernels*.
- Tang, R., Adhikari, A., & Lin, J. (2018). *FLOPs as a Direct Optimization Objective for Learning Sparse Neural Networks*.
- Terven, J., Cordova-Esparza, D. M., Ramirez-Pedraza, A., & Chavez-Urbiola, E. A. (2023). Loss Functions and Metrics in Deep Learning. A Review. *arXiv.org*.
- Trigueros, D. S., Meng, L., & Hartnett, M. (2018). *Face Recognition: From Traditional to Deep Learning Methods*.
- Xu, B., Wang, N., Chen, T., & Li, M. (2015). *Empirical evaluation of rectified activations in convolutional network*.

- Xu, X., Du, M., Guo, H., Chang, J., & Zhao, X. (2021). Lightweight FaceNet Based on MobileNet. *International Journal of Intelligence Science*, 11(01), 1–16.
- Yamashita, R., Nishio, M., Do, R. K. G., & Togashi, K. (2018). Convolutional neural networks: an overview and application in radiology. *Insights into Imaging*, 9(4), 611–629.
- Yan, M., Zhao, M., Xu, Z., Zhang, Q., Wang, G., & Su, Z. (2019). *VarGFaceNet: An Efficient Variable Group Convolutional Neural Network for Lightweight Face Recognition*.
- Yi, D., Lei, Z., Liao, S., & Li, S. Z. (2014). Learning Face Representation from Scratch. *arXiv:1411.7923 [cs]*.
- Yu, T., & Zhu, H. (2020). *Hyper-Parameter Optimization: A Review of Algorithms and Applications*.
- Zhang, X., Zhou, X., Lin, M., & Sun, J. (2017). *ShuffleNet: An Extremely Efficient Convolutional Neural Network for Mobile Devices*.
- Zhou, E., Cao, Z., & Yin, Q. (2015). *Naive-Deep Face Recognition: Touching the Limit of LFW Benchmark or Not?*