

MENINGKATKAN AKURASI MODEL PENGENALAN EMOSI WAJAH
MENGUNAKAN *FEATURE EXTRACTION* DAN *HYPERPARAMETERS
TUNING CNN*

SKRIPSI

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



Oleh

Guntur Ramadhan

NIM 1905791

PROGRAM STUDI

REKAYASA PERANGKAT LUNAK

KAMPUS DAERAH CIBIRU

UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2023

Guntur Ramadhan, 2023

MENINGKATKAN AKURASI MODEL PENGENALAN EMOSI WAJAH MENGGUNAKAN FEATURE
EXTRACTION DAN HYPERPARAMETERS TUNING CNN

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

MENINGKATKAN AKURASI MODEL PENGENALAN EMOSI WAJAH
MENGUNAKAN *FEATURE EXTRACTION* DAN *HYPERPARAMETERS
TUNING CNN*

Oleh

Guntur Ramadhan

1905791

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Komputer pada Kampus Daerah Cibiru

©Guntur Ramadhan

Universitas Pendidikan Indonesia

Januari 2023

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

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

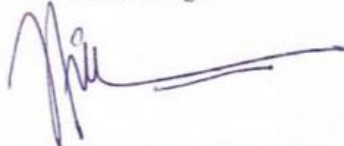
HALAMAN PENGESAHAN

GUNTUR RAMADHAN

**MENINGKATKAN AKURASI MODEL PENGENALAN EMOSI WAJAH
MENGUNAKAN *FEATURE EXTRACTION* DAN *HYPERPARAMETERS
TUNING CNN***

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Asvifa Imanda Septiana, S.Pd., M.Eng.

NIP 920190219920228201

Pembimbing II



Dian Angraini, S.ST., M.T.

NIP 920190219930526201

Mengetahui

Ketua Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak



M. Iqbal Ardiansyah, S.T., M.Kom.

NIP 920190219910328101

**PERNYATAAN
KEASLIAN SKRIPSI DAN BEBAS PLAGIARISME**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Meningkatkan Akurasi Model Pengenalan Emosi Wajah Menggunakan *Feature Extraction* dan *Hyperparameters Tuning CNN*” 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, 22 Desember 2022

Yang membuat pernyataan,

Guntur Ramadhan

NIM 1905791

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT. pencipta seluruh alam yang telah banyak memberikan kenikmatan pada setiap hambanya karena dengan ridho-Nya penulis ini dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Meningkatkan Akurasi Model Pengenalan Emosi Wajah Menggunakan *Feature Extraction* dan *Hyperparameters Tuning CNN*”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak.

Begitu banyak pihak yang telah terlibat membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih sebanyak - banyaknya kepada pihak-pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung. Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. M. Solehuddin, M.Pd., MA., selaku Rektor Universitas Pendidikan Indonesia.
2. Bapak Prof. Dr. Asep Herry Hernawan, M.Pd., selaku Direktur UPI Kampus di Cibiru.
3. Bapak M. Iqbal Ardiansyah, S.T., M.Kom., selaku kepala program studi Rekayasa Perangkat Lunak yang telah memberikan pelayanan terbaiknya.
4. Bapak Hendriyana, S.T., M.Kom., selaku dosen pembimbing akademik yang telah mempermudah segala bentuk administrasi selama penulis berkuliah.
5. Ibu Asyifa Imanda Septiana, S.Pd., M.Eng., selaku dosen pembimbing skripsi pertama yang telah meluangkan banyak waktu untuk mengarahkan penelitian penulis.
6. Ibu Dian Anggraini, S.ST., M.T., selaku dosen pembimbing skripsi kedua yang telah memberikan masukan yang bermanfaat bagi keberlangsungan penelitian.
7. Seluruh dosen RPL yang telah memberikan banyak sekali ilmu selama penulis mengenyam pendidikan disini.
8. Semua anggota keluarga yang telah memberikan dukungan baik secara moril, materiil, spiritual kepada penulis selama kuliah hingga menyelesaikan skripsi ini.

Guntur Ramadhan, 2023

MENINGKATKAN AKURASI MODEL PENGENALAN EMOSI WAJAH MENGGUNAKAN *FEATURE EXTRACTION* DAN *HYPERPARAMETERS TUNING CNN*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

9. Teman – teman Discord yang menemani bermain Valorant.
10. Teman – teman seangkatan yang telah memberikan seluruh usaha terbaiknya demi kemajuan RPL ini.

Saya menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, namun dengan dukungan dan bantuan dari semua pihak di atas, saya yakin skripsi ini akan menjadi salah satu kontribusi yang bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Ucapan terima kasih yang teramat dalam penulis persembahkan kepada semua yang telah membantu penulis dalam melakukan penelitian sekaligus penyusunan skripsi ini hingga selesai, semoga kita semua selalu dalam ridho dan lindungannya. Semoga semua kebaikan yang telah diberikan mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT. Aamiin

Bandung, 22 Desember 2022

Guntur Ramadhan

NIM 1905791

MENINGKATKAN AKURASI MODEL PENGENALAN EMOSI WAJAH MENGUNAKAN *FEATURE EXTRACTION* DAN *HYPERPARAMETERS TUNING CNN*

Guntur Ramadhan

ABSTRAK

Beberapa tahun terakhir ini, minat untuk mengembangkan model pengenalan emosi wajah semakin meningkat. Pengenalan emosi wajah ini dapat untuk digunakan dalam berbagai aplikasi. Namun, untuk mencapai akurasi tinggi pada model pengenalan emosi wajah ini masih menjadi tantangan. Salah satu aspek kunci dari pengenalan emosi wajah adalah penggunaan algoritma *feature extraction*. Algoritma ini digunakan untuk mengekstrak fitur yang relevan dari citra wajah, kemudian digunakan untuk mengklasifikasikan emosi yang diekspresikan oleh wajah tersebut. Ada beberapa algoritma yang dapat digunakan, masing-masing dengan kelebihan dan kelemahannya sendiri. Penelitian ini akan membandingkan *Local Binary Pattern* (LBP) dan *Histogram of Oriented Gradients* (HOG) untuk *feature extraction*. Kemudian menggunakan fitur tersebut untuk melatih data yang digunakan untuk mengklasifikasikan emosi wajah menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) pada *dataset CK+*. Kemudian penulis akan melakukan *hyperparameters tuning* dari model terbaik untuk meningkatkan akurasinya. Hasilnya adalah model LBP-CNN mencapai akurasi 95,04% lebih baik daripada model HOG-CNN yang mencapai akurasi 94,08%. Terakhir, penulis melakukan *tuning CNN* dalam model LBP-CNN dan akurasinya mencapai 100%.

Kata Kunci: *Pengenalan Emosi Wajah, Local Binary Pattern, Histogram of Oriented Gradients, Convolutional Neural Network, Hyperparameters Tuning, Akurasi*

**IMPROVING THE ACCURACY OF FACIAL EMOTION RECOGNITION
MODEL USING FEATURE EXTRACTION AND HYPERPARAMETERS
TUNING CNN**

Guntur Ramadhan

ABSTRACT

In recent years, there has been a growing interest in developing Facial Emotion Recognition (FER) systems. These systems have the potential to be used in a wide range of applications. However, achieving high accuracy in these systems remains a challenge. One key aspect of facial emotion recognition is the use of feature extraction algorithms. These algorithms are used to extract relevant features from facial images, which are then used to classify the emotions expressed by the face. There are many different algorithms that can be used for this purpose, each with its own strengths and weaknesses. This research will compare the Local Binary Pattern (LBP) and Histogram of Oriented Gradients (HOG) for feature extraction. Then use these features to train a classifier, which is used to classify the emotions expressed by the faces using Convolutional Neural Network (CNN) algorithm on CK+ dataset. Then the author will hyperparameters tuning the best model to increase its accuracy. The finding is the LBP-CNN model achieved 95,04 % accuracy better than the HOG-CNN model which achieved 94,08 % accuracy. Finally, the author tuning the CNN in LBP-CNN model and its achieved 100 % accuracy.

Keywords: *Facial Emotion Recognition, Local Binary Pattern, Histogram of Oriented Gradients, Convolutional Neural Network, Hyperparameters Tuning, Accuracy*

DAFTAR ISI

UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
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.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	6
2.1 Model Referensi.....	6
2.2 Penelitian Terkait.....	7
2.3 Pembelajaran mesin.....	8
2.3.1 <i>Deep Learning</i>	9
2.4 Pengenalan Emosi Wajah.....	9
2.4.1 Bias Pada Pengenalan Emosi Wajah.....	10
2.5 <i>Dataset</i> Pengenalan Emosi Wajah.....	10
2.6 <i>Feature Extraction</i>	10
2.6.1 <i>Local Binary Pattern (LBP)</i>	11
2.6.2 <i>Histogram of Oriented Gradients (HOG)</i>	12
2.7 Klasifikasi.....	12
2.7.1 <i>Neural Network (NN)</i>	13
2.7.1.1 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	13
2.7.1.2 <i>Hyperparameters Tuning Convolutional Neural Network (CNN)</i>	16
2.8 Pengenalan Emosi Wajah dalam Pembelajaran Daring.....	16

Guntur Ramadhan, 2023

MENINGKATKAN AKURASI MODEL PENGENALAN EMOSI WAJAH MENGGUNAKAN *FEATURE EXTRACTION* DAN *HYPERPARAMETERS TUNING CNN*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

2.9 Kualitas Model	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Desain Penelitian	19
3.1.1 Klarifikasi Penelitian	19
3.1.2 Studi Deskriptif 1	20
3.1.2.1 Model Dampak.....	20
3.1.3 Studi Preskriptif	21
3.1.3.1 Pengembangan Model Pengenalan Emosi Wajah.....	21
3.1.3.1.1 Pengumpulan Data	22
3.1.3.1.2 Pra - Pemrosesan Data	22
3.1.3.1.3 <i>Feature Extraction</i>	22
3.1.3.1.4 Klasifikasi dengan Algoritma CNN	22
3.1.3.1.5 Implementasi Model Pengenalan Emosi pada Ekstensi Peramban.....	23
3.1.4 Studi Deskriptif 2.....	23
3.1.4.1 Evaluasi Model Pengenalan Emosi Wajah	23
3.1.4.1.1 <i>Confusion Matrix</i>	23
3.5.1.3 Akurasi	24
3.5.1.4 <i>Recall</i>	24
3.5.1.4 Precision.....	24
3.5.1.5 F1-Score	25
3.5.1.6 Penggunaan Sumber Daya Komputer	25
3.2 Teknik Analisis Data	25
3.3 Hipotesis	25
3.4 Waktu dan Tempat Penelitian	26
3.5 Lingkungan Komputasi	26
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Implementasi <i>Feature Extraction</i> pada Model Pengenalan Emosi Wajah..	27
4.1.1 Pengumpulan Data.....	28
4.1.2 Pra - Pemrosesan Data	29
4.1.3 Implementasi Algoritma <i>Feature Extraction</i>	29
4.1.4 Pelatihan Data dengan Algoritma CNN.....	29

4.2 Perbandingan Kinerja Model Pengenalan Emosi Wajah.....	32
4.2.1 Kinerja Model HOG-CNN.....	32
4.2.2 Kinerja Model LBP-CNN.....	35
4.2.3 Perbandingan Kinerja Model HOG-CNN dengan Model LBP-CNN ..	38
4.2.3.1 Perbandingan Kinerja Model Berdasarkan Metrik Evaluasi.....	38
4.2.3.2 Perbandingan Kinerja Model Berdasarkan Penggunaan GPU.....	39
4.3 <i>Hyperparameter</i> yang Dapat Meningkatkan Akurasi Model Pengenalan Emosi Wajah	40
4.3.1 Eksperimen <i>Hyperparameters Tuning</i> Pertama.....	41
4.3.2 Eksperimen <i>Hyperparameters Tuning</i> Kedua	41
4.3.3 Eksperimen Tuning Ketiga	44
4.3.4 Kinerja Model LBP-CNN <i>Hyperparameters Tuning</i>	47
4.3.5 Prediksi Emosi dengan Model Terbaik.....	49
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI	51
5.1 Simpulan.....	51
5.2 Rekomendasi	51
DAFTAR PUSTAKA	xv
LAMPIRAN	xix

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	7
Tabel 2.2 Jenis – Jenis <i>Layer</i> CNN (Chollet, 2017)	13
Tabel 2.3 Model <i>Summary</i> Penelitian (Pranav dkk., 2020)	15
Tabel 2.4 Model CNN dari Penelitian (Zadeh dkk., 2019).....	15
Tabel 2.5 Pengukuran Kualitas Model (Siebert dkk., 2022).....	18
Tabel 3.1 <i>Confusion Matrix</i>	24
Tabel 4.1 Model <i>Summary</i>	30
Tabel 4.2 Spesifikasi Pelatihan Data.....	31
Tabel 4.3 Spesifikasi <i>Callbacks</i>	32
Tabel 4.4 Kinerja Model Pengenalan Emosi Wajah HOG-CNN.....	34
Tabel 4.5 Metrik Evaluasi Setiap Kategori Emosi dari Model HOG-CNN.....	34
Tabel 4.6 Kinerja Model Pengenalan Emosi Wajah LBP-CNN.....	37
Tabel 4.7 Metrik Evaluasi Setiap Kategori Emosi dari Model LBP-CNN.....	37
Tabel 4.8 Perbandingan Metrik Evaluasi dari Model HOG-CNN dan Model LBP-CNN	38
Tabel 4.9 Perbandingan Pengukuran Hasil Pelatihan Model dari Model HOG-CNN dan Model LBP-CNN	39
Tabel 4.10 Hasil Uji T Penggunaan GPU Model HOG-CNN dan LBP-CNN	40
Tabel 4.11 Model <i>Summary</i> CNN <i>Hyperparameters Tuning</i> Kedua.....	42
Tabel 4.12 Spesifikasi Pelatihan Data <i>Hyperparameters Tuning</i> Kedua.....	43
Tabel 4.13 Spesifikasi <i>Callbacks Hyperparameters Tuning</i> Kedua	43
Tabel 4.14 Model <i>Summary</i> CNN <i>Hyperparameters Tuning</i> Ketiga	44
Tabel 4.15 Spesifikasi Pelatihan Data <i>Hyperparameters Tuning</i> Ketiga	46
Tabel 4.16 Kinerja Model Pengenalan Emosi Wajah LBP-CNN <i>Hyperparameters Tuning</i>	47
Tabel 4.17 Metrik Evaluasi Setiap Kategori Emosi dari Model LBP-CNN <i>Hyperparameters Tuning</i>	48
Tabel 4.18 Hasil Pelatihan Model dengan Perbedaan <i>Hyperparameter</i>	48
Tabel 4.19 Hasil Uji T Penggunaan GPU Model LBP-CNN dan LBP-CNN <i>Tuning</i>	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Model Referensi	6
Gambar 2.2 Kalkulasi LBP (Ojala dkk., 1996)	11
Gambar 2.3 Contoh Hasil HOG	12
Gambar 2.4 Tahapan CNN (Hussain dan Al Balushi, 2020)	14
Gambar 3.1 Desain Penelitian	19
Gambar 3.2 Model Dampak	20
Gambar 3.3 Tahapan Pengembangan Model Pengenalan Emosi Wajah	21
Gambar 4.1 Contoh Gambar dari CK+	28
Gambar 4.2 Hasil <i>Feature Extraction</i>	29
Gambar 4.3 Visualisasi Arsitektur Algoritma CNN	30
Gambar 4.4 Visualisasi Kinerja Model Pengenalan Emosi Wajah HOG-CNN pada Setiap Epoch.....	33
Gambar 4.5 <i>Confusion Matrix</i> dari Model HOG-CNN	35
Gambar 4.6 Visualisasi Kinerja Model Pengenalan Emosi Wajah LBP-CNN pada Setiap Epoch.....	36
Gambar 4.7 <i>Confusion Matrix</i> dari Model LBP-CNN.....	38
Gambar 4.8 Visualisasi Kinerja Model LBP-CNN <i>Tuning</i> Pertama	41
Gambar 4.9 Visualisasi Arsitektur Algoritma CNN <i>Tuning</i> Kedua	42
Gambar 4.10 Visualisasi Kinerja Model LBP-CNN <i>Tuning</i> Kedua	44
Gambar 4.11 Visualisasi Arsitektur Algoritma CNN <i>Tuning</i> Ketiga	45
Gambar 4.12 Visualisasi Kinerja Model LBP-CNN <i>Tuning</i> Ketiga.....	46
Gambar 4.13 <i>Confusion Matrix</i> dari Model LBP-CNN <i>Tuning</i>	47
Gambar 4.14 Hasil Prediksi Model LBP-CNN <i>Tuning</i>	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Penggunaan GPU	xix
Lampiran 2 Data Hasil Pengujian Model Pengenalan Emosi Wajah.....	xxiii
Lampiran 3 Hasil Pengujian Prediksi Kategori Emosi dengan Model LBP-CNN <i>Tuning</i>	xxvii

DAFTAR PUSTAKA

- Aggarwal, C. C. (2018). Neural Networks and Deep Learning. In *Neural Networks and Deep Learning*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-94463-0>
- Bassili, J. N. (1978). Facial motion in the perception of faces and of emotional expression. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 4(3), 373–379. <https://doi.org/10.1037//0096-1523.4.3.373>
- Chakrabarti, A., & Blessing, L. T. M. M. (2009). DRM: A Design Research Methodology. In *DRM, a Design Research Methodology*. [http://link.springer.com/10.1007/978-1-84882-587-1%0Ahttp://files/626/Blessing and Chakrabarti - 2009 - DRM, a Design Research Methodology.pdf](http://link.springer.com/10.1007/978-1-84882-587-1%0Ahttp://files/626/Blessing%20and%20Chakrabarti%20-%202009%20-%20DRM,%20a%20Design%20Research%20Methodology.pdf)
- Chirra, V. R. R., Uyyala, S. R., & Kolli, V. K. K. (2021). Virtual facial expression recognition using deep CNN with ensemble learning. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 12(12), 10581–10599. <https://doi.org/10.1007/s12652-020-02866-3>
- Chollet, F. (2017). *Deep Learning with Python* (First Edit). Manning Publications Co.
- Chowanda, A., & Chowanda, A. D. (2017). Recurrent Neural Network to Deep Learn Conversation in Indonesian. *Procedia Computer Science*, 116, 579–586. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.10.078>
- Ez-zaouia, M., Tabard, A., & Lavoué, E. (2020). EMODASH: A dashboard supporting retrospective awareness of emotions in online learning. *International Journal of Human Computer Studies*, 139, 1–51. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2020.102411>
- Géron, A. (2019). Hands-on Machine Learning with Scikit-Learning, Keras and Tensorflow. In *O'Reilly Media, Inc.*
- Gogić, I., Manhart, M., Pandžić, I. S., & Ahlberg, J. (2020). Fast facial expression recognition using local binary features and shallow neural networks. *Visual Computer*, 36(1), 97–112. <https://doi.org/10.1007/s00371-018-1585-8>
- Hassounh, A., Mutawa, A. M., & Murugappan, M. (2020). Development of a Real-Time Emotion Recognition System Using Facial Expressions and EEG based on machine learning and deep neural network methods. *Informatics in Medicine Unlocked*, 20, 100372. <https://doi.org/10.1016/j.imu.2020.100372>
- Hendriyana, H., & Maulana, Y. H. (2020). Identifikasi Jenis Kayu menggunakan Convolutional Neural Network dengan Arsitektur Mobilenet. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 4(1), 70–76.

Guntur Ramadhan, 2023

MENINGKATKAN AKURASI MODEL PENGENALAN EMOSI WAJAH MENGGUNAKAN FEATURE EXTRACTION DAN HYPERPARAMETERS TUNING CNN

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

<https://doi.org/10.29207/resti.v4i1.1445>

- Hosotani, D., Yoda, I., & Sakaue, K. (2009). Wheelchair recognition by using stereo vision and histogram of oriented gradients (HOG) in real environments. *2009 Workshop on Applications of Computer Vision, WACV 2009*. <https://doi.org/10.1109/WACV.2009.5403043>
- Hussain, S. A., & Al Balushi, A. S. A. (2020). A Real Time Face Emotion Classification and Recognition Using Deep Learning Model. *Journal of Physics: Conference Series*, *1432*(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1432/1/012087>
- Kinchella, J., & Guo, K. (2021). Facial Expression Ambiguity and Face Image Quality Affect Differently on Expression Interpretation Bias. *Perception*, *50*(4), 328–342. <https://doi.org/10.1177/03010066211000270>
- Kurup, A. R., Ajith, M., & Ramón, M. M. (2019). Semi-supervised facial expression recognition using reduced spatial features and Deep Belief Networks. *Neurocomputing*, *367*, 188–197. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2019.08.029>
- Lakshmi, D., & Ponnusamy, R. (2021). Facial emotion recognition using modified HOG and LBP features with deep stacked autoencoders. *Microprocessors and Microsystems*, *82*(October 2020), 103834. <https://doi.org/10.1016/j.micpro.2021.103834>
- Lee, W. Y., Park, S. M., & Sim, K. B. (2018). Optimal hyperparameter tuning of convolutional neural networks based on the parameter-setting-free harmony search algorithm. *Optik*, *172*(May), 359–367. <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2018.07.044>
- Li, J., Jin, K., Zhou, D., Kubota, N., & Ju, Z. (2020). Attention mechanism-based CNN for facial expression recognition. *Neurocomputing*, *411*, 340–350. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2020.06.014>
- Lucey, P., Cohn, J. F., Kanade, T., Saragih, J., Ambadar, Z., Matthews, I., & Ave, F. (2003). The Extended Cohn-Kanade Dataset (CK+): A complete dataset for action unit and emotion-specified expression. *IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops*, *4*(July), 94–101.
- Ojala, T., Pietikäinen, M., & Harwood, D. (1996). A comparative study of texture measures with classification based on feature distributions. *Pattern Recognition*, *29*(1), 51–59. [https://doi.org/10.1016/0031-3203\(95\)00067-4](https://doi.org/10.1016/0031-3203(95)00067-4)
- Passos, D., & Mishra, P. (2022). A tutorial on automatic hyperparameter tuning of deep spectral modelling for regression and classification tasks. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, *223*(February). <https://doi.org/10.1016/j.chemolab.2022.104520>

Guntur Ramadhan, 2023

MENINGKATKAN AKURASI MODEL PENGENALAN EMOSI WAJAH MENGGUNAKAN FEATURE EXTRACTION DAN HYPERPARAMETERS TUNING CNN

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- Pranav, E., Kamal, S., Satheesh Chandran, C., & Supriya, M. H. (2020). Facial Emotion Recognition Using Deep Convolutional Neural Network. *2020 6th International Conference on Advanced Computing & Communication Systems (ICACCS)*, 317–320. <https://doi.org/10.1109/ICCIEM51511.2021.9445346>
- Ranjit, M. P., Ganapathy, G., Sridhar, K., & Arumugham, V. (2019). Efficient deep learning hyperparameter tuning using cloud infrastructure: Intelligent distributed hyperparameter tuning with Bayesian optimization in the cloud. *IEEE International Conference on Cloud Computing, CLOUD, 2019-July*, 520–522. <https://doi.org/10.1109/CLOUD.2019.00097>
- Revina, I. M., & Emmanuel, W. R. S. (2019). Face Expression Recognition with the Optimization based Multi-SVNN Classifier and the Modified LDP Features. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 62, 43–55. <https://doi.org/10.1016/j.jvcir.2019.04.013>
- Siebert, J., Joeckel, L., Heidrich, J., Trendowicz, A., Nakamichi, K., Ohashi, K., Namba, I., Yamamoto, R., & Aoyama, M. (2022). Construction of a quality model for machine learning systems. *Software Quality Journal*, 30(2), 307–335. <https://doi.org/10.1007/s11219-021-09557-y>
- Sreedharan, N. P. N., Ganesan, B., Raveendran, R., Sarala, P., Dennis, B., & Rajakumar Boothalingam, R. (2018). Grey Wolf optimisation-based feature selection and classification for facial emotion recognition. *IET Biometrics*, 7(5), 490–499. <https://doi.org/10.1049/iet-bmt.2017.0160>
- Trampe, D., Quidbach, J., & Taquet, M. (2015). Emotions in everyday life. *PLoS ONE*, 10(12), 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0145450>
- Wang, L. (2018). Attention decrease detection based on video analysis in E-learning. *Transactions on Edutainment XIV. Lecture Notes in Computer Science, 10790 LNCS*, 166–179. https://doi.org/10.1007/978-3-662-56689-3_14
- Wang, W., Xu, K., Niu, H., & Miao, X. (2020). Emotion Recognition of Students Based on Facial Expressions in Online Education Based on the Perspective of Computer Simulation. *Complexity*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/4065207>
- Xu, T., White, J., Kalkan, S., & Gunes, H. (2020). Investigating Bias and Fairness in Facial Expression Recognition. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 12540 LNCS, 506–523. https://doi.org/10.1007/978-3-030-65414-6_35
- Yan, W. Q. (2021). *Deep Learning Platforms. In: Computational Methods for Deep Learning*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61081-4_2

Zadeh, M. M. T., Imani, M., & Majidi, B. (2019). Fast Facial emotion recognition Using Convolutional Neural Networks and Gabor Filters. *2019 IEEE 5th Conference on Knowledge Based Engineering and Innovation, KBEI 2019*, 577–581. <https://doi.org/10.1109/KBEI.2019.8734943>