

**DETEKSI *DOWN SYNDROME* PADA ANAK BERDASARKAN CIRI
WAJAH MENGGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK (CNN) MODEL MOBILENETV2***

SKRIPSI



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh
MOHAMMAD RIZAL ABIDIN
09040220059

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2024

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : MOHAMMAD RIZAL ABIDIN

NIM : 09040220059

Program Studi : Matematika

Angkatan : 2020

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul "DETEKSI *DOWN SYNDROME* PADA ANAK BERDASARKAN CIRI WAJAH MENGGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) MODEL MOBILENETV2*". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 3 Januari 2024

Yang menyatakan,



MOHAMMAD RIZAL ABIDIN

NIM. 09040220059

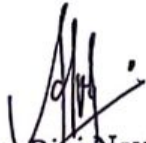
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

Nama : MOHAMMAD RIZAL ABIDIN
NIM : 09040220059
Judul skripsi : DETEKSI *DOWN SYNDROME* PADA ANAK
BERDASARKAN CIRI WAJAH MENGGUNAKAN
METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*
(CNN) MODEL *MOBILENETV2*

telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Pembimbing I



Dian Candra Rini Novitasari, M. Kom
NIP. 198511242014032001

Pembimbing II



Ahmad Hanif Asyhar, M. Si
NIP. 198601232014031001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika
UIN Sunan Ampel Surabaya



Yuniar Farida, M.T
NIP. 197905272014032002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh

Nama : MOHAMMAD RIZAL ABIDIN
NIM : 09040220059
Judul Skripsi : DETEKSI *DOWN SYNDROME* PADA ANAK
BERDASARKAN CIRI WAJAH MENGGUNAKAN
METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*
(CNN) MODEL *MOBILENETV2*

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 3 Januari 2024

Mengesahkan,
Tim Penguji

Penguji I



Nurissaidah Utinnuha, M. Kom
NIP. 199011022014032004

Penguji II



Wika Dianita Utami, M.Sc
NIP. 199206102018012003

Penguji III



Dian Candra Rini Novitasari, M. Kom
NIP. 198511242014032001

Penguji IV



Ahmad Hanif Asyhar, M. Si
NIP. 198601232014031001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya



Abdul Hamdani, M.Pd
NIP. 196507312000031002



UIN SUNAN AMPEL
SURABAYA

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpustakaan@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : MOHAMMAD RIZAL ABIDIN
NIM : 09090220059
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / MATEMATIKA
E-mail address : mrizalabidin@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Skripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)
yang berjudul :

DETEKSI DOWN SYNDROME PADA ANAK BERDASARKAN CIRI
WAJAH MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTION NEURAL NETWORK
(CNN) MODEL MOBILENETV2

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 11 JANUARI 2024

Penulis

(M. RIZAL ABIDIN)

ABSTRAK

DETEKSI *DOWN SYNDROME* PADA ANAK BERDASARKAN CIRI WAJAH MENGGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) MODEL MOBILENETV2*

Down syndrome merupakan penyakit genetik yang mengakibatkan penderitanya memiliki ciri fisik yang khas pada bagian wajah seperti mata sipit, hidung datar, dan mulut kecil. *Down syndrome* pada anak dapat di diagnosis berdasarkan ciri wajah. Penelitian ini, bertujuan untuk mengetahui hasil akurasi deteksi *down syndrome* pada anak berdasarkan ciri wajah menggunakan metode *convolutional neural network (CNN)* model *MobileNetV2* jika dibandingkan dengan model CNN yang lain dan mengetahui bagaimana pengaruh *hyperparameter* uji coba pada hasil akurasi model yang didapatkan. Pada penelitian yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya deteksi *down syndrome* sudah dilakukan menggunakan model CNN yang lain seperti *Alexnet*, *ResNet-50*, dan *VGG16* dengan hasil akurasi 73,50%, 77,31%, dan 87,41%. Pada penelitian ini dengan data yang sama didapatkan hasil akurasi 94,56%, nilai sensitivitas sebesar 93,93% dan nilai spesifisitas sebesar 94,28% dengan *hyperparameter batch size* sebesar 4, probabilitas *dropout* sebesar 0,2 dan nilai *learning rate* sebesar 0,00001. Berdasarkan hasil tersebut CNN model *MobileNetV2* lebih unggul jika dibandingkan dengan model CNN yang lain. Pengaruh *hyperparameter* pada penelitian ini jika nilai *batch size* semakin kecil maka hasil akurasi yang didapatkan lebih bagus tetapi waktu komputasi yang dibutuhkan semakin lama, probabilitas *dropout* yang semakin kecil maka akurasi yang didapatkan lebih bagus, dan nilai *learning rate* yang lebih kecil maka akurasi yang didapatkan lebih bagus dan waktu komputasi yang dibutuhkan lebih lama.

Kata kunci: *Down syndrome*, *deep learning*, CNN, *MobileNetV2*

ABSTRACT

DETECTION OF DOWN SYNDROME IN CHILDREN BASED ON FACIAL CHARACTERISTICS USING THE MOBILENETV2 CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK MODEL METHOD

Down syndrome is a genetic disease that causes sufferers to have distinctive physical characteristics on their faces such as narrow eyes, a flat nose and a small mouth. Down syndrome in children can be diagnosed based on facial characteristics. This research aims to determine the accuracy results of Down syndrome detection in children based on facial characteristics using the MobileNetV2 model convolutional neural network (CNN) method when compared with other CNN models and to find out how hyperparameter testing influences the model accuracy results obtained. In research conducted by previous researchers, Down Syndrome detection was carried out using other CNN models such as Alexnet, ResNet-50, and VGG16 with accuracy results of 73.50%, 77.31%, and 87.41%. In this study, accuracy results were obtained of 94.56%, a sensitivity value of 93.93% and a specificity value of 94.28% with a batch size hyperparameter of 4, a dropout probability of 0.2 and a learning rate value of 0.00001. Based on these results, the MobileNetV2 CNN model is superior when compared to other CNN models. The effect of hyperparameters in this research is that if the batch size value is smaller, the accuracy results obtained will be better, but the computing time required will be longer, the probability of dropout will be smaller, the accuracy obtained will be better, and the learning rate will be smaller. Value, the greater the accuracy obtained. much better and the computing time required is much longer.

Keywords: Down syndrome, Deep Learning, CNN, MobileNetV2

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	7
1.3. Tujuan Penelitian	7
1.4. Manfaat Penelitian	7
1.4.1. Bagi Mahasiswa	7
1.4.2. Bagi Tenaga Medis	8
1.4.3. Bagi Masyarakat Umum	8
1.5. Batasan Masalah	8
1.6. Sistematika Penulisan	9
II TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1. <i>Down Syndrome</i>	11
2.1.1. Faktor Penyebab <i>Down Syndrome</i>	12
2.1.2. <i>Diagnosis Down Syndrome</i>	13
2.2. Citra Digital	15

2.2.1.	Citra RGB	16
2.2.2.	Citra <i>Grayscale</i>	17
2.2.3.	Citra Biner	18
2.3.	Augmentasi Citra	18
2.4.	Deteksi Citra	20
2.5.	<i>K-Fold Cross Validation</i>	20
2.6.	<i>Deep Learning</i>	21
2.7.	<i>Convolutional Neural Network</i> (CNN)	22
2.7.1.	Convolution Layer	23
2.7.2.	<i>Depth-wise Separable Convolution</i> (DS)	27
2.7.3.	<i>Pointwise Convolution</i> (PC)	28
2.7.4.	<i>Addition Layer</i>	29
2.7.5.	<i>Batch Normalization</i>	29
2.7.6.	<i>Rectified Linear Unit</i> (ReLU6)	30
2.7.7.	<i>Sigmoid</i>	31
2.7.8.	<i>Pooling Layer</i>	32
2.7.9.	<i>Fully Connected Layer</i> (FCL)	33
2.8.	<i>MobileNetV2</i>	36
2.8.1.	<i>Linear Bottleneck</i>	38
2.8.2.	<i>Residual Bottleneck</i>	38
2.9.	<i>Dropout</i>	38
2.10.	<i>Batch Size</i>	40
2.11.	<i>Learning Rate</i>	40
2.12.	<i>Confusion matrix</i>	41
2.13.	<i>Down Syndrome</i> dalam Prespektif Islam	43
III	METODE PENELITIAN	47
3.1.	Jenis Penelitian	47
3.2.	Alat dan Bahan	47
3.2.1.	Perangkat Keras	47
3.2.2.	Perangkat Lunak	47

3.3. Sumber Data	48
3.4. Kerangka penelitian	49
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	51
4.1. Karakteristik Data	51
4.2. Augmentasi Data	54
4.2.1. Refleksi	55
4.2.2. Rotasi	55
4.2.3. Translasi	57
4.3. Deteksi <i>Down Syndrome</i> menggunakan MobileNetV2	58
4.3.1. <i>Convolution</i>	60
4.3.2. <i>Batch normalized</i>	65
4.3.3. ReLU6	67
4.3.4. <i>Linear Bottleneck</i>	69
4.3.5. <i>Residual Bottleneck</i>	82
4.3.6. <i>Average pooling</i>	99
4.3.7. <i>Fully Conected Layer</i>	100
4.4. Analisis Hasil Deteksi	114
4.5. Sistem Deteksi <i>Down Syndrome</i>	126
4.6. Deteksi <i>Down Syndrome</i> dalam Perspektif Islam	129
V PENUTUP	132
5.1. Kesimpulan	132
5.2. Saran	133
DAFTAR PUSTAKA	133

DAFTAR TABEL

3.1	Dataset <i>Down syndrome</i>	48
4.1	Tabel Uji Coba dengan nilai <i>learning rate</i> 0,001	115
4.2	Tabel Uji Coba dengan nilai <i>learning rate</i> 0,0001	116
4.3	Tabel Uji Coba dengan nilai <i>learning rate</i> 0,00001	117
4.4	Tabel Perbandingan Hasil Model CNN	124



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

2.1	Wajah Anak Penderita <i>Down Syndrome</i>	11
2.2	Contoh Citra RGB (Ibnutama et al., 2023)	17
2.3	Contoh Citra <i>Grayscale</i> (Ibnutama et al., 2023)	17
2.4	Contoh Citra Biner (Kurnianto, 2019)	18
2.5	Ilustrasi Diagram Kartesius	19
2.6	Ilustrasi <i>K-Fold Cross Validation</i>	21
2.7	<i>Taksonomi</i> dari <i>Artificial Intelligence</i>	21
2.8	Arsitektur CNN	22
2.9	<i>Convolutional Layer</i>	25
2.10	Operasi <i>convolution</i> dengan <i>stride 2</i>	26
2.11	Operasi <i>Zero Padding</i>	27
2.12	Filter <i>Non Linear</i>	27
2.13	Filter Linear	27
2.14	Ilustrasi <i>Depth-wise Separable Convolution</i> (DS)	28
2.15	Ilustrasi <i>Pointwise Convolution</i> (PC)	29
2.16	Ilustrasi <i>Addition Layer</i>	29
2.17	Ilustrasi <i>ReLU6</i>	31
2.18	Ilustrasi <i>Pooling Layer</i>	33
2.19	Ilustrasi <i>Fully connected layer</i>	35
2.20	Arsitektur <i>MobileNetV2</i>	36
2.21	Arsitektur <i>Bottleneck module</i>	37
2.22	Matriks Evaluasi	42
3.1	Diagram Alir Penelitian	49
4.1	Channel R, G, B pada sampel citra wajah penderita <i>Down Syndrome</i>	52
4.2	Sebelum dilakukan refleksi (Caylı, 2023)	55
4.3	Sesudah dilakukan refleksi	55

4.4	Sebelum dilakukan rotasi (Caylı, 2023)	57
4.5	Sesudah dilakukan rotasi	57
4.6	Sebelum dilakukan translasi (Caylı, 2023)	58
4.7	Sesudah dilakukan translasi	58
4.8	Ilustrasi Perhitungan <i>Convolution Layer</i>	61
4.9	Ilustrasi Perhitungan <i>Convolution Layer</i>	62
4.10	Visualisasi <i>feature map</i> pada Proses <i>Convolution Layer</i>	65
4.11	Visualisasi <i>feature map</i> pada Proses <i>Bath normalized</i>	67
4.12	Visualisasi <i>Feature Map</i> pada Proses <i>ReLU6</i>	68
4.13	Ilustrasi Proses Perhitungan PC pada <i>Linear Bottleneck</i>	70
4.14	Ilustrasi Proses Perhitungan PC pada <i>Linear Bottleneck</i>	71
4.15	Hasil Visualisasi <i>feature map</i> dari PC pada <i>Linear Bottleneck</i>	73
4.16	Hasil Visualisasi <i>feature map</i> dari <i>ReLU6</i> pada <i>Linear Bottleneck</i>	74
4.17	Ilustrasi Proses Perhitungan DS pada <i>Linear Bottleneck</i>	75
4.18	Ilustrasi Proses Perhitungan DS pada <i>Linear Bottleneck</i>	76
4.19	Visualisasi <i>feature map</i> DS pada <i>Linear Bottleneck</i>	78
4.20	Ilustrasi Proses Perhitungan PC pada <i>Linear Bottleneck</i>	79
4.21	Ilustrasi Proses Perhitungan PC pada <i>Linear Bottleneck</i>	80
4.22	Visualisasi <i>Feature Map</i> PC pada <i>Linear Bottleneck</i>	81
4.23	Ilustrasi Proses Perhitungan PC pada <i>Residual Bottleneck</i>	83
4.24	Ilustrasi Proses Perhitungan PC pada <i>Residual Bottleneck</i>	84
4.25	Visualisasi <i>feature map</i> PC pada <i>Residual Bottleneck</i>	86
4.26	Visualisasi <i>Feature Map ReLU6</i> pada <i>Residual Bottleneck</i>	87
4.27	Ilustrasi Proses Perhitungan DS pada <i>Residual Bottleneck</i>	88
4.28	Ilustrasi Proses Perhitungan DS pada <i>Residual Bottleneck</i>	89
4.29	Visualisasi <i>feature map</i> DS pada <i>Residual Bottleneck</i>	91
4.30	Hasil Visualisasi <i>feature map</i> dari <i>ReLU6</i> pada <i>Residual Bottleneck</i>	93
4.31	Ilustrasi Proses Perhitungan PC pada <i>Residual Bottleneck</i>	94
4.32	Ilustrasi Proses Perhitungan PC pada <i>Residual Bottleneck</i>	95
4.33	Visualisasi <i>feature map</i> PC pada <i>Residual Bottleneck</i>	97

4.34	Proses Perhitungan pada <i>Addition Layer</i>	98
4.35	Visualisasi <i>Feature Map</i> Setelah Dilakukan Proses <i>Addition</i>	98
4.36	Proses <i>Average pooling</i>	99
4.37	Grafik Proses <i>Training</i> pada Model Optimal	118
4.38	Hasil <i>Confusion Matrix</i> Model Optimal pada <i>Fold 1</i>	119
4.39	Hasil <i>Confusion Matrix</i> Model Optimal pada <i>Fold 2</i>	119
4.40	Hasil <i>Confusion Matrix</i> Model Optimal pada <i>Fold 3</i>	121
4.41	Hasil <i>Confusion Matrix</i> Model Optimal pada <i>Fold 4</i>	121
4.42	Hasil <i>Confusion Matrix</i> Model Optimal pada <i>Fold 5</i>	123
4.43	Perbandingan Nilai Akurasi dengan Nilai <i>Learning Rate</i> 0,001	125
4.44	Perbandingan Nilai Akurasi dengan Nilai <i>Learning Rate</i> 0,0001	125
4.45	Perbandingan Nilai Akurasi dengan Nilai <i>Learning Rate</i> 0,00001	125
4.46	Tampilan Aplikasi Deteksi <i>Down Syndrome</i>	127
4.47	Tampilan Aplikasi Deteksi <i>Down Syndrome</i>	127
4.48	Tampilan Aplikasi Deteksi <i>Down Syndrome</i>	128
4.49	Tampilan Aplikasi Deteksi <i>Down Syndrome</i>	128
4.50	Tampilan Aplikasi Deteksi <i>Down Syndrome</i>	129

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, K. M. A. (2021). Penanggulangan sindrom dow dalam perspektif al-qur'an.
- Adrian, R. (2016). Practical python and opencv: An introductory, example driven guide to image processing and computer vision.
- Alom, M. Z., Taha, T. M., Yakopcic, C., Westberg, S., Sidike, P., Nasrin, M. S., Hasan, M., Essen, B. C. V., Awwal, A. A. S., and Asari, V. K. (2019). A state-of-the-art survey on deep learning theory and architectures. *electronics*, 8:292.
- Alzubaidi, L., Zhang, J., Humaidi, A. J., Al-Dujaili, A., Duan, Y., Al-Shamma, O., Santamaría, J., Fadhel, M. A., Al-Amidie, M., and Farhan, L. (2021). Review of deep learning: Concepts, cnn architectures, challenges, applications, future directions. *Journal of big Data*, 8:1–74.
- Anastassiou, G. A. (2023). Fuzzy fractional more sigmoid function activated neural network approximations revisited. *Mathematical Foundations of Computing*, 6(3):320–353.
- Ardyansyah, D. (2023). *Penyakit Keturunan*. Bumi Aksara.
- Avianto, D. and Handayani, I. E. (2023). Klasifikasi penyakit antraknosa pada cabai merah teropong” inko hot” dengan metode convolutional neural network. *SINTECH (Science and Information Technology) Journal*, 6:76–88.
- Azlan, M. (2021). *Pemahaman Hadis Tentang Gen Kulit Perspektif Sains*. PhD thesis, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Beznosikov, A., Gorbunov, E., Berard, H., and Loizou, N. (2023). Stochastic gradient descent-ascent: Unified theory and new efficient methods. In *International Conference on Artificial Intelligence and Statistics*, pages 172–235. PMLR.

Brownlee, J. (2019). How to configure the learning rate when training deep learning neural networks. *Machine Learning Mastery*, 6.

Bui, D. (2019). [ml basics] backward propagation in a dense layer.

Bunga, P., Pella, S., and Odja, M. (2023). Implementasi secret sharing berbasis kriptografi visual skema (k, n) pada citra biner menggunakan gui matlab. *TRANSISTOR Elektro dan Informatika*, 5(1).

Caylı, M. (2023). Detection of down syndrome in children. *Diakses dari: <https://www.kaggle.com/datasets/mervecayli/detection-of-down-syndrome-in-children>* Accessed: 1 September 2023.

dr. Fadhli Rizal Makarim (2023). Sindrom down. *Diakses dari: <https://www.halodoc.com/kesehatan/sindrom-down>* Accessed: 15 September 2023.

dr.Nailla Fariq Alfiani (2023). Diagnosis down syndrome. *Diakses dari: <https://www.alomedika.com/penyakit/kedokteran-genetika/down-syndrome/diagnosis>* Accessed: 15 September 2023.

Ekoputris, R. O. (2018). Mobilenet: Deteksi objek pada platform mobile. *Diakses dari: <https://medium.com/nodeflux/mobilenet-deteksi-objek-pada-platform-mobile-bbbf3806e4b3>* Accessed: 25 September 2023.

Gaur, N. (2021). Design of image classifier for web application. pages 1–4. IEEE.

- Gholami, A., Kwon, K., Wu, B., Tai, Z., Yue, X., Jin, P., Zhao, S., and Keutzer, K. (2018). Squeezenext: Hardware-aware neural network design. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition workshops*, pages 1638–1647.
- Gulzar, D. and Yonis, I. E. (2023). Fruit image classification model based on MobileNetV2 with deep transfer learning technique. In *Sustainability*, volume 15, page 1906. MDPI.
- Gian Do, K., Mizuho, N., and Rikiya, Y. (2018). Convolutional neural networks: An overview and application in radiology insight imaging (pp. 611–629).
- Han, Q., Fan, Z., Dai, Q., Sun, L., Cheng, M.-M., Liu, J., and Wang, J. (2021). On the connection between local attention and dynamic depth-wise convolution. *arXiv preprint arXiv:2106.04263*.
- Hao, R., Namdar, K., Liu, L., Haider, M. A., and Khalvati, F. (2021). A comprehensive study of data augmentation strategies for prostate cancer detection in diffusion-weighted mri using convolutional neural networks. *Journal of Digital Imaging*, 34:862–876.
- Hopper, R. K., Abman, S. H., Elia, E. G., Avitabile, C. M., Yung, D., Mullen, M. P., Austin, E. D., Bates, A., Handler, S. S., Feinstein, J. A., et al. (2023). Pulmonary hypertension in children with down syndrome: Results from the pediatric pulmonary hypertension network registry. *The Journal of pediatrics*, 252:131–140.
- Ibnutama, K., Suryanata, M. G., Putri, R. O., and Al Hafiz, A. (2023). Seleksi tingkat kematangan citra buah belimbing menggunakan ruang warna cmyk.

Jurnal SAINTIKOM (Jurnal Sains Manajemen Informatika dan Komputer),
22(2):302–310.

Jafar, E. S., Nurabdillah, A. L. D., Maulana, U. L., Ramdani, A., and Galib, Y. L. (2023). Efektivitas metode drill and practice menggunakan media kartu kata dalam meningkatkan kemampuan pengenalan huruf pada anak down syndrome. *BULLET: Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 2(3):661–666.

Jin, B., Cruz, L., and Gonçalves, N. (2020). Deep facial diagnosis: deep transfer learning from face recognition to facial diagnosis. *IEEE Access*, 8:123649–123661.

Kamil, N., Fitri, Z. Z., Nasution, H., and Putro, K. Z. (2023). Memahami anak berkebutuhan khusus: Down syndrome. *Murhum: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 4(2):190–198.

Kingma, D. P. and Dhariwal, P. (2018). Glow: Generative flow with invertible 1x1 convolutions. *Advances in neural information processing systems*, 31.

Kurnianto, D. (2019). Empat tipe dasar citra digital. *url: https://catatanpeneliti.wordpress.com diakses pada, 23 september 2023.*

Liu, D., Jain, M., Dossou, B. F., Shen, Q., Lahlou, S., Goyal, A., Malkin, N., Emezue, C. C., Zhang, D., Hassen, N., et al. (2023). Gflowout: Dropout with generative flow networks. In *International Conference on Machine Learning*, pages 21715–21729. PMLR.

Marpaung, F., Aulia, F., and Nabila, R. C. (2022). Computer vision dan pengolahan citra digital.

- Martinek, V. (2020). Cross-entropy for classification. *Diakses dari:* <https://towardsdatascience.com/cross-entropy-for-classification>. Accessed: 25 September 2023.
- Moreno Escobar, J. J., Morales Matamoros, O., Aguilar del Villar, E. Y., Quintana Espinosa, H., and Chanona Hernández, L. (2023). Ds-cnn: Deep convolutional neural networks for facial emotion detection in children with down syndrome during dolphin-assisted therapy. In *Healthcare*, volume 11, page 2295. MDPI.
- Mundakel, G.,Tom. (2023). Down syndrome. *Diakses dari:* <https://emedicine.medscape.com/article/943216-overview?form=fpf>. Accessed: 18 September 2023.
- Naufal, M. F. and Kusuma, S. F. (2021). Pendeteksi citra masker wajah menggunakan cnn dan transfer learning. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, 8(6):1293–1300.
- Nugroho, Agung Tjahjo and Wulandari, Yustisi and Cahyono, Bowo Ek. (2021). Klasifikasi Down Syndrome Menggunakan Tekstur LBP dengan Tiga Variasi Distance Classifiers. *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*, 1(7):78–79.
- Newsroom, J. (2019). Peringati hari down syndrome sedunia, unusa ajak bangun kepedulian. *Diakses dari:* <https://kominfo.jatimprov.go.id/read/umum/peringati-hari-down-syndrome-sedunia-unusa-ajak-bangun-kepedulian>. Accessed: 8 September 2023.
- Ningrum, A. S. and Utami, A. W. (2023). One-syllable hangeul script handwriting detection system using convolutional neural network (cnn) method based on flask

- framework. *Journal of Emerging Information System and Business Intelligence (JEISBI)*, 4:9–16.
- Nugroho, K. S. (2019). Confusion matrix untuk evaluasi model pada supervised learning. *Diakses dari: <https://ksnugroho.medium.com/confusion-matrix-untuk-evaluasi-model-pada-unsupervised-machine-learning-bc4b1ae9ae3f>*. Accessed: 28 September 2023.
- Perera, A. (2019). What is padding in convolutional neural network's(cnn's) padding. *Diakses dari: <https://ayeshmanthaperera.medium.com/what-is-padding-in-cnns-71b21fb0dd7>*. Accessed: 28 September 2023.
- Prabhu (2019). Understanding of Convolutional Neural Network (CNN) - deep learning. *Diakses dari: <https://medium.com/@RaghavPrabhu/understanding-of-convolutional-neural-network-cnn-deep-learning-99760835f148>*. Accessed: 28 September 2023.
- Prasetyo, E., Purbaningtyas, R., Adityo, R. D., Suciati, N., and Faticah, C. (2022). Combining mobilenetv1 and depthwise separable convolution bottleneck with expansion for classifying the freshness of fish eyes. *Information Processing in Agriculture*, 9(4):485–496.
- Putra, D. (2010). *Pengolahan citra digital*. Penerbit Andi.
- Qin, B., Liang, L., Wu, J., Quan, Q., Wang, Z., and Li, D. (2020). Automatic identification of down syndrome using facial images with deep convolutional neural network. *Diagnostics*, 10(7):487.
- Rastogi, V. (2023). *Diakses dari: <https://medium.com/@vaibhav1403/fully-connected-layer-f13275337c7c>* Accessed: 29 September 2023.

- Sakryukin, A. (2018). Under the hood of neural networks. part 1: Fully connected.
- Sandler, M., Howard, A., Zhu, M., Zhmoginov, A., and Chen, L.-C. (2018). Mobilenetv2: Inverted residuals and linear bottlenecks. pages 4510–4520.
- Santurkar, S., Tsipras, D., Ilyas, A., and Madry, A. (2018). How does batch normalization help optimization? *Advances in neural information processing systems*, 31.
- Saputra, A. F. and Darujati, C. (2020). Sistem presensi mahasiswa berbasis realtime kamera metode klasifikasi haar. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 9:137–144.
- Saxen, F., Werner, P., Handrich, S., Othman, E., Dinges, L., and Al-Hamadi, A. (2019). Face attribute detection with mobilenetv2 and nasnet-mobile. In *2019 11th international symposium on image and signal processing and analysis (ISPA)*, pages 176–180. IEEE.
- Shamrat, F. J. M., Chakraborty, S., Billah, M. M., Al Jubair, M., Islam, M. S., and Ranjan, R. (2021). Face mask detection using convolutional neural network (cnn) to reduce the spread of covid-19. In *2021 5th international conference on trends in electronics and informatics (ICOEI)*, pages 1231–1237. IEEE.
- Shorten, C. and Khoshgoftaar, T. M. (2019). A survey on image data augmentation for deep learning. *Journal of big data*, 6(1):1–48.
- Thahir, A. (2023). *Psikologi Perkembangan: Memahami Pertumbuhan dan Perkembangan Manusia dari Fase Prenatal sampai Akhir Kehidupan dengan dilengkapi Teori-Teori Perkembangan*. Penerbit Andi.
- Villán, A. F. (2019). *Mastering OpenCV 4 with Python: a practical guide covering*

topics from image processing, augmented reality to deep learning with OpenCV 4 and Python 3.7. Packt Publishing Ltd.

Wijayanti, F. and Oktarina, N. D. (2023). Efektifitas pretend play terhadap perkembangan bahasa pada anak dengan retardasi mental. *Jurnal Keperawatan dan Kesehatan Masyarakat Cendekia Utama*, 12:149–156.

Wulandari, I., Yasin, H., and Widiharih, T. (2020). Klasifikasi citra digital bumbu dan rempah dengan algoritma convolutional neural network (cnn). *Jurnal Gaussian*, 9:273–282.

Yamashita, R., Nishio, M., Do, R. K. G., and Togashi, K. (2018). Convolutional neural networks: an overview and application in radiology. *Insights into imaging*, 9:611–629.

Zafar, A., Aamir, M., Nawi, N. M., Arshad, A., Riaz, S., Alruban, A., Dutta, A. K., and Almotairi, S. (2022). A comparison of pooling methods for convolutional neural networks. *Applied Sciences*, 12:8643.

Zhang, K., Zhang, Z., Li, Z., and Qiao, Y. (2016). Joint face detection and alignment using multitask cascaded convolutional networks. *IEEE signal processing letters*, 23:1499–1503.

Zou, Y., Zhao, L., Qin, S., Pan, M., and Li, Z. (2020). Ship target detection and identification based on ssd_mobilenetv2. In *2020 IEEE 5th Information Technology and Mechatronics Engineering Conference (ITOEC)*, pages 1676–1680. IEEE.

Zoumpourlis, G., Doumanoglou, A., Vretos, N., and Daras, P. (2017). Non-

linear convolution filters for cnn-based learning. In *Proceedings of the IEEE international conference on computer vision*, pages 4761–4769.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A