

Hotspot Detection Pada Citra Termal Wajah Anak Autis Dan Normal Berbasis Otsu Thresholding

Zharifah Muthiah¹, Yayang Hafifah², Melinda Melinda³, Ramzi Adriman⁴
^{1,2,3,4}Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Aceh, Indonesia

Article Info

Article history:

Received May 24, 2024
Revised May 24, 2024
Accepted June 30, 2024

Kata Kunci:

Hotspot Detection,
Autis,
Citra Wajah Termal,
Otsu Thresholding

Keywords:

Hotspot Detection,
Autism,
Thermal Facial Images,
Otsu Thresholding

ABSTRAK

Gangguan Spektrum Autisme (ASD) adalah kelainan neurologis yang memengaruhi keterampilan komunikasi penting untuk kehidupan sehari-hari dan sering kali menimbulkan kesulitan dalam situasi sosial. Diagnosis dini ASD memiliki dampak positif yang signifikan, terutama pada anak-anak. Teknik deep learning, khususnya dalam analisis citra medis wajah, telah menjadi fokus penelitian baru dalam deteksi ASD. Penggunaan citra termal sebagai metode pasif untuk menganalisis sinyal fisiologis terkait dengan ASD telah diusulkan. Dalam penelitian sebelumnya, telah dikembangkan model deep learning untuk mengklasifikasi wajah anak autis menggunakan citra termal, dengan data mentah 17 wajah termal autis dan 17 wajah termal anak normal. Namun, penelitian tersebut tidak memberikan informasi mengenai perbedaan secara signifikan antara citra termal wajah anak autis dan normal, dan hanya menggunakan arsitektur CNN secara umum. Penelitian ini bertujuan untuk mengisi celah tersebut dengan menganalisis perbedaan data kelas anak autis dan normal menggunakan *Otsu Thresholding Hotspot Detection*. Hasil *Hotspot Detection* menggunakan metode *Otsu Thresholding* menunjukkan bahwa citra kelompok anak autis adalah sebesar 99.466059, sedangkan untuk kelompok anak normal adalah sebesar 88.850546, mengindikasikan perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok. Dengan demikian, dataset citra termal anak autis menunjukkan nilai *hotspot detection* yang lebih tinggi dibandingkan dengan anak normal.

ABSTRACT

*Autism Spectrum Disorder (ASD) is a neurological disorder that affects essential communication skills crucial for daily life and often leads to difficulties in social situations. Early diagnosis of ASD has significant positive impacts, especially in children. Deep learning techniques, particularly in the analysis of medical facial images, have emerged as a new research focus in ASD detection. The use of thermal imaging as a passive method to analyze physiological signals related to ASD has been proposed. In previous research, a deep learning model was developed to classify faces of autistic children using thermal images, with raw data of 17 thermal faces of autistic children and 17 thermal faces of normal children. However, the study did not provide information on significant differences between thermal facial images of autistic and normal children and only used CNN architecture generally. This study aims to fill this gap by analyzing the differences in data between autistic and normal children classes using *Otsu Thresholding Hotspot Detection*. The results of *Hotspot Detection* using the *Otsu Thresholding* method show that the average *Otsu* threshold value for the autistic children group is 99.466059, while for the normal children group, it is 88.850546, indicating a significant difference between the two groups. Thus, the dataset of thermal images of autistic children exhibits higher *hotspot detection* values compared to normal children*

This is an open access article under the [CC BY](#) license.



Corresponding Author:

Zharifah Muthiah
Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala,
Aceh, Indonesia
Email: zharifah018@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Gangguan spektrum autisme (ASD) adalah kelainan neurologis yang sangat mengganggu keterampilan komunikasi yang diperlukan untuk kehidupan sehari-hari. Penderita ASD sering mengalami kesulitan dalam situasi sosial. Sebagian besar gejala neurofisiologis ASD diketahui oleh para profesional medis, namun tidak ada tanda-tanda biologis atau teknik patologis yang pasti dapat mendiagnosis autisme [1]. Metode diagnosis yang sering digunakan yaitu wawancara, Autism Diagnostic Observation Schedule (ADOS) dan Autism Diagnostic Interview-Revised (ADI-R) [2], hasil diagnosa metode-metode tersebut akan bergantung pada dokter dan ketepatan informasi yang diberikan oleh pasien atau orang tua, meskipun sangat dapat diandalkan, kesalahan manusia dapat mengurangi keakuratan prosedur ini. Kemajuan terbaru dalam *Artificial Intelligent* telah mendorong dalam sistem diagnosis medis yang canggih. AI dapat meningkatkan akurasi dan efisiensi diagnosis medis dengan memberikan informasi dan wawasan berharga kepada dokter yang dapat membantu proses pengambilan keputusan lebih cepat dan tepat [3]. Diagnosis pada usia yang sangat dini dapat meningkatkan hasil secara signifikan, bukti ilmiah menunjukkan bahwa anak-anak ASD yang menerima perawatan medis sebelum usia empat tahun memiliki rata-rata IQ lebih tinggi (dibandingkan dengan nilai normal IQ anak ASD) [4].

Penggunaan pencitraan termal sebagai media pasif untuk menganalisis sinyal fisiologis yang terkait dengan keadaan afektif secara tidak mencolok. Studi tersebut berhipotesis bahwa, dampak perubahan suhu kulit akibat aliran darah yang berdenyut di pembuluh darah di area wajah bagian depan anak ASD [5]. K. Ganesh, S. Umopathy, dan P. Thanaraj Krishnan menerapkan sistem kalsifikasi membandingkan suhu kulit wajah anak autis dan non-autis dengan menggunakan pencitraan termal pada berbagai emosi menggunakan ReNet-50 dengan nilai akurasi 90% [6]. Beary, Madison, et al melakukan penelitian klasifikasi citra wajah ASD berbasis CNN dengan nilai akurasi 94.6% [7]. Tamilarasi, F. Catherine, and J. Shanmugam juga menggunakan arsitektur ResNet-50 untuk klasifikasi gambar termal anak autis dengan hasil akurasi 89.2% [8].

Penelitian sebelumnya [9], telah dilakukan akuisisi data citra termal wajah anak autis dan normal dengan mengembangkan model deep learning untuk mengklasifikasi. Dari beberapa penelitian yang dipaparkan pengolahan klasifikasi langsung menggunakan metode CNN, sementara itu CNN akan mengolah data secara langsung (otomatis), sehingga peneliti tidak mengetahui perbedaan secara signifikan terhadap dataset. Dalam penerapan feature extraction, peneliti dapat mengidentifikasi perbedaan yang signifikan antara kelas pada dataset. Misalnya, Histogram of Oriented Gradients (HOG) cocok untuk mengekstrak fitur tekstur dan bentuk

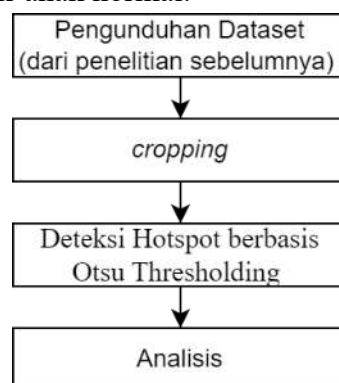
dalam citra [10], sementara Gray-Level Co-occurrence Matrix (GLCM) berfokus pada analisis tekstur dan ketergantungan piksel [11] Selain itu, metode Threshold-based mampu mengidentifikasi area berdasarkan suhu, memungkinkan peneliti untuk mengevaluasi perbedaan spasial berdasarkan tingkat kehangatan atau kejenuhan warna dalam citra termal.

Thresholding adalah metode segmentasi yang umum digunakan yang mengubah data citra ke skala abu-abu menjadi format biner dengan menemukan nilai ambang batas citra [12]. Metode *Otsu* adalah sebuah metode yang digunakan untuk menghitung ambang batas secara otomatis dari histogram citra, dengan tujuan memaksimalkan variabilitas antara dua kelas piksel dalam citra biner yang dihasilkan. Dengan menggunakan metode ini, ambang batas dapat ditentukan tanpa memerlukan pengetahuan sebelumnya tentang citra atau distribusi pikselnya [13].

Metode *otsu* sangat berguna dalam situasi di mana nilai ambang batas yang optimal tidak diketahui atau bervariasi dalam citra[14]. Oleh karena itu penulis akan menerapkan feature extraction konvensional *otsu threshold* untuk *hotspot detection* pada dataset citra termal wajah anak autisme dan normal. Penelitian akan memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang perbedaan karakteristik berdasarkan nilai *otsu threshold* antara citra termal wajah anak autisme dan normal.

2. METODE

Diagnosis dini *Autisme Spectrum Disorder* (ASD) sangat penting dan bermanfaat untuk merancang awal perencanaan dan pengobatan pendidikan khusus, pemberian dukungan keluarga, dan untuk memberikan perawatan medis yang tepat kepada anak tepat [15]. Respon perilaku biasanya diukur melalui keterlibatan atau bahasa tubuh terhadap aktivitas, sedangkan reaksi fisik ditunjukkan melalui ekspresi wajah dan ucapan [5]. Anak-anak dengan kebutuhan khusus cenderung memiliki tingkat energi yang tinggi [16], oleh karena itu analisis citra termal menjadi salah satu alternatif untuk melihat perbedaan tersebut. Meskipun telah ada upaya sebelumnya untuk mengklasifikasi data citra termal wajah anak autisme dan normal [9], namun penelitian tersebut belum dianalisis secara khusus terhadap dataset. Sehingga, penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki secara lebih rinci perbedaan nilai citra termal antara wajah anak-anak dengan autisme dan wajah anak-anak normal.



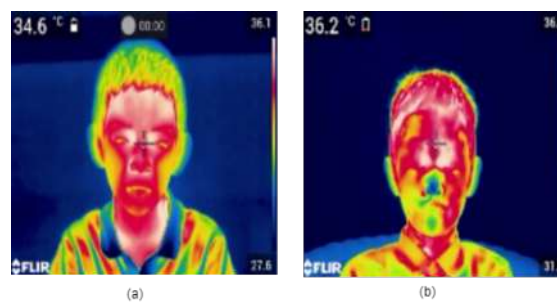
Gambar 1. Tahapan Penelitian

Penelitian dimulai dengan pengunduhan dataset yang digunakan, yang telah dikumpulkan dari penelitian sebelumnya. Dataset ini kemudian menjalani proses *cropping* untuk memotong

bagian yang tidak penting dari gambar, seperti latar belakang yang terlalu dominan. Setelah itu, dilakukan deteksi *hotspot* berbasis thresholding untuk mengidentifikasi area-area yang menonjol dalam citra, yang menjadi fokus analisis. Selanjutnya, dilakukan analisis lebih lanjut terhadap hasil deteksi *hotspot* untuk memahami perbedaan antara gambar anak-anak dengan kebutuhan khusus dan normal.

2.1. Dataset

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya [9], dipaparkan bahwa dataset diperoleh dari My Hope Needs Center School di Banda Aceh, Indonesia, yang terdiri dari 17 anak dengan autisme dan 17 anak non-autisme dengan rentang usia 3 hingga 14 tahun. Peserta yang menderita penyakit seperti pilek, diare, infeksi paru-paru, epilepsi, dan flu, baik pada kelompok autis maupun non-autis, dikecualikan dari penelitian.



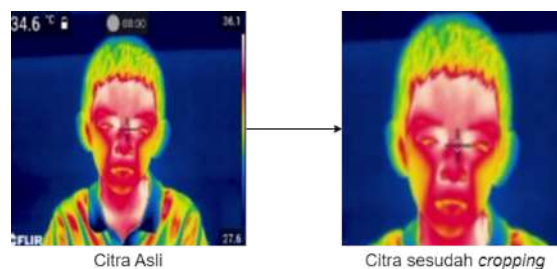
Gambar 2. Perbedaan Wajah Anak (a) Autis dan (b) Normal

2.2. Citra Termal

Pencitraan termal telah menjadi yang terdepan dalam penelitian komputasi afektif. Teknik berbasis gambar tampak dipengaruhi oleh pencahayaan; warna kulit subjek, kecerahan, dll, tetapi teknik berbasis gambar termal mengatasi semua ini [17]. Dibandingkan dengan sistem citra visual atau kamera konvensional, sistem citra termal dapat mendeteksi dan mengukur suhu objek yang dihasilkan oleh citra termal dengan lebih akurat. Oleh karena itu, memantau suhu tubuh manusia, mengidentifikasi sumber panas secara efektif sehingga dapat menghasilkan kualitas gambar yang konsisten [9].

2.3. Cropping

Cropping dilakukan dengan memotong bagian-bagian yang tidak penting dari gambar dengan tujuan menghilangkan elemen-elemen yang tidak relevan atau mengganggu, seperti latar belakang yang terlalu dominan dibandingkan dengan objek utama, dan tulisan keterangan lainnya yang terdapat pada citra.



Gambar 3. Perbedaan Citra Asli dan *cropping*

Gambar 3, Menunjukkan citra sebelum dan sesudah *cropping*. Tujuan utama *cropping* adalah untuk meningkatkan fokus pada objek yang diinginkan dalam gambar dan menghilangkan gangguan yang dapat menyulitkan sistem untuk bekerja, seperti dalam pengenalan wajah. *Cropping* membantu meningkatkan pengolahan gambar dan visual.

2.4. Hotspot Detection menggunakan Otsu Thresholding

Hotspot Detection menggunakan *Otsu Thresholding* adalah metode yang penting dalam analisis citra karena keandalannya dalam menentukan ambang batas yang optimal untuk memisahkan objek dari latar belakang [12]. *Metode otsu thresholding* berdasarkan pada pemisahan histogram citra menjadi dua kelas piksel (objek dan latar belakang) dengan memaksimalkan variabilitas antara kedua kelas tersebut [18]. *otsu thresholding*, yang dianggap sebagai pendekatan yang paling sederhana untuk menentukan titik ambang [16].

$$\sigma_{between}^2(t) = w_0(t) \cdot w_1(t) \cdot [\mu_0(t) - \mu_1(t)]^2 \quad (1)$$

Rumus yang mendasari *otsu thresholding* tertera pada persamaan (1) [16], $\sigma_{between}^2$ adalah variabilitas antara kelas piksel, $w_0(t)$, $w_1(t)$ adalah probabilitas piksel dalam kelas latar belakang dan objek, dan $[\mu_0(t) - \mu_1(t)]^2$ adalah rata-rata intensitas piksel dalam kelas latar belakang dan objek.

Keuntungan utama dari metode *otsu thresholding* adalah kemampuannya untuk menentukan ambang batas secara otomatis tanpa memerlukan pengetahuan sebelumnya tentang histogram citra [13]. Hal ini sangat berguna dalam situasi di mana ambang batas yang optimal tidak diketahui atau bervariasi di antara citra. Selain itu, *otsu thresholding* juga menghasilkan segmentasi citra yang lebih baik dibandingkan dengan metode *thresholding* yang menggunakan nilai ambang batas yang tetap [14].

Dalam konteks *hotspot detection*, penggunaan *otsu thresholding* memungkinkan untuk dengan cepat dan efisien mendeteksi daerah-daerah dengan tingkat kepadatan yang tinggi, seperti *hotspot* dalam citra termal. Dengan menyesuaikan nilai ambang batas sesuai dengan karakteristik citra, kita dapat mengidentifikasi *hotspot* dengan akurat dan mengurangi kemungkinan kesalahan dalam analisis citra, sehingga meningkatkan kualitas dan keandalan hasil analisis [12].

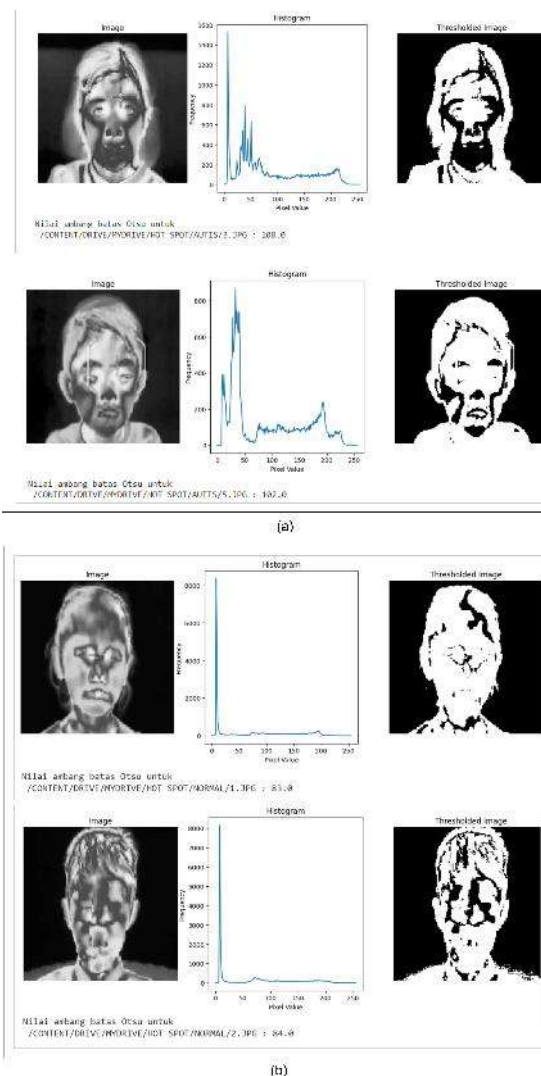
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penulis menggunakan dataset yang terdiri dari 17 citra wajah anak autisme dan 17 anak normal untuk melakukan analisis dan perbandingan antara kedua kelompok. Dalam dataset ini, setiap citra mewakili representasi visual dari anak-anak dalam kelompok autisme dan normal. Penggunaan dataset ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan memahami perbedaan pola atau karakteristik dalam citra wajah antara kedua kelompok tersebut.

Hasil dari penelitian yang dilakukan menampilkan perbandingan perwakilan kedua kelas pada Gambar 4, dalam gambar tersebut, terlihat hasil keluaran dari metode *otsu thresholding* untuk kedua kelompok, yaitu (a) untuk kelompok anak autisme dan (b) untuk kelompok anak normal. Dalam konteks output sumbu x "Pixel Value" dan sumbu y "Frequency" pada histogram, "Pixel Value" mengacu pada nilai intensitas piksel dalam citra dalam skala abu-abu, yang berkisar dari 0 hingga 255 untuk citra dalam format grayscale. Sementara itu, "Frequency"

mengacu pada jumlah piksel yang memiliki nilai intensitas tertentu pada sumbu x. Dengan kata lain, sumbu x menunjukkan rentang nilai intensitas piksel, sedangkan sumbu y menunjukkan frekuensi kemunculan nilai intensitas tersebut dalam citra. Histogram tersebut memberikan representasi visual tentang distribusi intensitas piksel dalam citra, yang dapat membantu dalam menganalisis karakteristik citra seperti tingkat kecerahan, kontras, dan distribusi intensitas secara keseluruhan.

Dari hasil visualisasi Gambar 4, terlihat bahwa nilai *otsu thresholding* pada citra anak autisme cenderung berada di atas 100, sementara nilai *otsu thresholding* pada citra anak normal berkisar di sekitar 80-an. Perbedaan nilai ini menunjukkan adanya perbedaan dalam distribusi intensitas piksel antara kedua kelompok. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk menghitung dan membandingkan nilai rata-rata *otsu thresholding* dari kedua kelas tersebut guna mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang perbedaan karakteristik visual antara anak-anak autisme dan normal.



Gambar 4. Hasil Keluaran dari metode Otsu Thresholding

Tabel 1. Perbandingan Nilai Rata-rata Otsu Thresholding

Kelas	Nilai rata-rata Otsu
Autis	99.466059
Normal	88.850546

Hasil analisis pada Tabel 1, menunjukkan bahwa nilai rata-rata *otsu thresholding* untuk kelompok anak autis adalah sebesar 99.466059, sedangkan untuk kelompok anak normal adalah sebesar 88.850546. Perbedaan ini menunjukkan bahwa citra wajah anak autis cenderung memiliki nilai *otsu thresholding* yang sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan citra wajah anak normal. Oleh karena itu, nilai rata-rata *otsu thresholding* dapat dijadikan sebagai petunjuk untuk membedakan antara citra wajah anak autis dan normal dalam konteks *hotspot*. Nilai yang lebih tinggi menunjukkan potensi keberadaan *hotspot* yang berbeda antara citra wajah anak autis dan normal.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menyoroti perbandingan hasil antara kedua kelompok anak autis dan normal melalui visualisasi yang dihasilkan pada Gambar 4. Berdasarkan analisis lebih lanjut, kesimpulan dari nilai rata-rata *otsu thresholding* untuk kedua kelompok menunjukkan bahwa anak-anak autis memiliki nilai rata-rata sebesar 99.466059, sedangkan anak-anak normal memiliki nilai rata-rata sebesar 88.850546. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa citra *hotspot* pada wajah anak autis cenderung memiliki nilai *otsu thresholding* yang lebih tinggi daripada anak-anak normal. Hal ini memberikan pemahaman lebih dalam tentang perbedaan dalam distribusi intensitas *hotspot* antara kedua kelompok, di mana nilai rata-rata *otsu thresholding* dapat menjadi indikator penting dalam membedakan citra wajah anak autis dan normal.

Batasan penelitian ini meliputi jumlah terbatasnya dataset yang hanya terdiri dari 17 citra wajah anak autis dan 17 citra wajah anak normal, sehingga generalisasi hasil perlu dilakukan dengan hati-hati. Metode *otsu thresholding* digunakan sebagai satu-satunya metode untuk deteksi *hotspot* dalam citra, tanpa mempertimbangkan metode deteksi lain yang mungkin memberikan informasi tambahan. Selain itu, tidak ada informasi tambahan mengenai karakteristik individu pada citra wajah anak autis dan normal yang dapat mempengaruhi hasil analisis.

REFERENSI

- [1] Jones, W., Klaiman, C., Richardson, S., Lambha, M., Reid, M., Hamner, T., Beacham, C., Lewis, P., Paredes, J., Edwards, L., Marrus, N., Constantino, J.N., Shultz, S. And Klin, A., 2023. Development And Replication Of Objective Measurements Of Social Visual Engagement To Aid In Early Diagnosis And Assessment Of Autism. *Jama Network Open*, 6(9), P.E2330145.
- [2] Perinelli, M.G. And Cloherty, M., 2023. Identification Of Autism In Cognitively Able Adults With Epilepsy: A Narrative Review And Discussion Of Available Screening And Diagnostic Tools. *Seizure*, [Online] 104(June 2022), Pp.6–11.
- [3] Ahsan, M.M., Luna, S.A. And Siddique, Z., 2022. Machine-Learning-Based Disease Diagnosis: A Comprehensive Review. *Healthcare (Switzerland)*, 10(3), Pp.1–30.
- [4] Alam, M.S., Rashid, M.M., Faizabadi, A.R., Firdaus, H., Zaki, M., Alam, T.E., Ali, S., Gupta, K.D. And Ahsan, M., 2023. Technologies Efficient Deep Learning-Based Data-

- Centric Approach For Autism Spectrum Disorder Diagnosis From Facial Images Using. Pp.1–27.
- [5] Rusli, N., Sidek, S.N., Yusof, H.M., Ishak, N.I., Khalid, M. And Dzulkarnain, A.A.A., 2020. Implementation Of Wavelet Analysis On Thermal Images For Affective States Recognition Of Children With Autism Spectrum Disorder. *Ieee Access*, 8, Pp.120818–120834.
- [6] Ganesh, K., Umapathy, S. And Thanaraj Krishnan, P., 2021. Deep Learning Techniques For Automated Detection Of Autism Spectrum Disorder Based On Thermal Imaging. *Proceedings Of The Institution Of Mechanical Engineers, Part H: Journal Of Engineering In Medicine*, 235(10), Pp.1113–1127.
- [7] Beary, M., Hadsell, A., Messersmith, R. And Hosseini, M.-P., 2020. Diagnosis Of Autism In Children Using Facial Analysis And Deep Learning. [Online] Tersedia Di : <[Http://Arxiv.Org/Abs/2008.02890](http://Arxiv.Org/Abs/2008.02890)>.
- [8] Tamilarasi, F.C. And Shanmugam, J., 2020. Convolutional Neural Network Based Autism Classification. *Proceedings Of The 5th International Conference On Communication And Electronics Systems, Icces 2020*, (Icces), Pp.1208–1212
- [9] Melinda, Ahmadiar, Maulisa Oktiana, M.S., 2023. A Novel Autism Spectrum Disorder Children Dataset Based On Thermal Imaging.
- [10] Sharma, A.K., Nandal, A., Dhaka, A., Polat, K., Alwadie, R., Alenezi, F. And Alhudhaif, A., 2023. Hog Transformation Based Feature Extraction Framework In Modified Resnet50 Model For Brain Tumor Detection. *Biomedical Signal Processing And Control*, [Online] 84(October 2022), P.104737.
- [11] Aggarwal, A.K., 2022. Learning Texture Features From Glcm For Classification Of Brain Tumor Mri Images Using Random Forest Classifier. *Wseas Transactions On Signal Processing*, 18(April), Pp.60–63
- [12] Afifah, A.N.N., Indrabayu, Suyuti, A. And Syafaruddin, 2020. Hotspot Detection In Photovoltaic Module Using Otsu Thresholding Method. *2020 Ieee International Conference On Communication, Networks And Satellite, Comnetsat 2020 - Proceedings*, (December), Pp.408–412.
- [13] Al-Rahlawee, A.T.H. And Rahebi, J., 2021. Multilevel Thresholding Of Images With Improved Otsu Thresholding By Black Widow Optimization Algorithm. *Multimedia Tools And Applications*, 80(18), Pp.28217–28243. <https://doi.org/10.1007/S11042-021-10860-W>.
- [14] Rozy, A., 2023. Jite (Journal Of Informatics And Telecommunication Engineering) Diagnosing Achalasia. 7(July), Pp.308–316.
- [15] Elshoky, B.R.G., Younis, E.M.G., Ali, A.A. And Ibrahim, O.A.S., 2022. Comparing Automated And Non-Automated Machine Learning For Autism Spectrum Disorders Classification Using Facial Images. *Etri Journal*, 44(4), Pp.613–623.
- [16] Sumari, A.D.W., Marwani, P.I. And Syulistyo, A.R., 2021. Klasifikasi Mutu Telur Burung Puyuh Berdasarkan Warna Dan Tekstur Menggunakan Metode K- Nearest Neighbor (Knn) Dan Fusi Classification Of The Quality Quail Eggs Based On Color And Texture Using K-Nearest Neighbor (Knn) Method And Information. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (Jtik)*, 8(5), Pp.1019–1028.
- [17] Engineering, I. And Engineering, I., 2022. Relevance Of Thermal Imaging And Respiration Signals In Recognizing Human Emotions. 7(1), Pp.5166–5175.
- [18] Mishra, S., Suman, S.K. And Roy, L.B., 2024. Automated Road Crack Classification Using A Novel Forest Optimization Algorithm For Otsu Thresholding And Hybrid Feature Extraction. *International Journal Of Advanced Technology And Engineering Exploration*, 11(111), Pp.219–242.