



JITE (Journal of Informatics and Telecommunication Engineering)

Available online <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jite> DOI : 10.31289/jite.v5i2.6365

Received: 20 December 2021

Accepted: 25 January 2022

Published: 26 January 2022

Image Classification of Autism Spectrum Disorder Children Using Naïve Bayes Method with Hog Feature Extraction

Muhathir1) *, Rizki Muliono1) & Merri Hafni2)

1)Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, Indonesia

2) Psikologi, Fakultas Psikologi, Universitas Medan Area Indonesia

*Corresponding Email : Muhathir@staff.uma.ac.id

Abstrak

Autism Spectrum Disorder (ASD) merupakan gangguan tumbuh kembang yang mempengaruhi kemampuan komunikasi dan interaksi sosial seseorang. Penderita Autism Spectrum Disorder mengalami peningkatan di setiap tahun dan memerlukan deteksi dini untuk mengurangi dan memberikan perawatan yang tepat pada penderitanya. Sehingga pada penelitian ini dibangun suatu sistem untuk mendeteksi Autism Spectrum Disorder melalui citra wajah menggunakan variasi metode Naïve Bayes dengan bantuan ekstraksi fitur HoG. Naïve Bayes merupakan suatu algoritma yang mengklasifikasikan citra berdasarkan probabilitas dan ekstraksi fitur HoG merupakan distribusi gradien intensitas lokal atau arah tepi tegak lurus terhadap arah gradien tanpa berpengaruh pada transformasi geometris dan fotometrik. Hasil eksperimen dari tiga jenis naive bayes, bernoulli naive bayes paling dapat diandalkan dibandingkan Multinomial naive bayes maupun Gaussian Naive bayes. Akurasi, Presisi, Recall dan F1-Score tertinggi menggunakan metode ini, dengan nilai masing-masing 89,72%; 90,54%; 89,72%; dan 89,9%. Gaussian Naive bayes berkinerja terbaik berikutnya, hasil yang paling buruh diperoleh dengan menggunakan multinomial Naive Bayes, yang memiliki Akurasi, Presisi, Recall dan F1-Score masing-masing sebesar 65,91%; 68,09%; 65,91% dan 64,19%.

Kata Kunci: Autism Spectrum Disorder, Naïve Bayes, HOG, Kaze, Klasifikasi

Abstract

Autism Spectrum Disorder (ASD) is a developmental disorder that affects a person's ability to communicate and interact socially. Every year, the number of people diagnosed with Autism Spectrum Disorder rises, necessitating early detection in order to limit the number of people affected and provide proper treatment. As a result, a system was developed in this study to detect Autism Spectrum Disorder in facial photos utilizing versions of the Nave Bayes approach and HoG feature extraction. HoG feature extraction is a local intensity gradient distribution or edge direction perpendicular to the gradient direction without influencing the geometric and photometric transformations, and Nave Bayes is a method that classifies images based on probability. The experimental results of three types of naive Bayes, Bernoulli naive Bayes is the most reliable than Multinomial naive Bayes and Gaussian Naive Bayes. Accuracy, Precision, Recall, and the highest F1-Score using this method, with each value of 89.72%; 90.54%; 89.72%; and 89.9%. The next best performing Gaussian Naive Bayes, the most laborious results were obtained using Naive Bayes multinomials, which had Accuracy, Precision, Recall, and F1-Score of 65.91% each; 68.09%; 65.91%, and 64.19%.

Keywords: Autism Spectrum Disorder, Naïve Bayes, HOG, Kaze, Classification

How to Cite: Muhathir, M., Muliono, R., & Hafni, M. (2022). Image Classification of Autism Spectrum Disorder Children Using Naïve Bayes Method with Hog Feature Extraction. *JITE (Journal of Informatics and Telecommunication Engineering)*, 5(2), 494–501.

I. PENDAHULUAN

Autism Spectrum Disorders (ASD) merupakan suatu kelainan atau gangguan pada tumbuh kembang yang mengakibatkan fungsi otak tidak dapat bekerja secara normal seperti biasa sehingga mempengaruhi kemampuan komunikasi dan interaksi sosial seseorang (Kripsiandita, 2021). Tanda-tanda autisme biasanya muncul pada usia 2 atau 3 tahun. Keterlambatan pertumbuhan dapat muncul lebih awal dan dapat didiagnosis pada usia 18 bulan (Nasser, et all, 2019). Kurangnya pengetahuan mengenai tanda-tanda awal

autisme mengakibatkan jumlah penderitanya meningkat. Penelitian yang dilakukan Baio, menunjukkan bahwa dalam 2 tahun terakhir ini kasus penderita autisme meningkat cukup tinggi terutama pada anak-anak. Di tahun 2018, Baio mengidentifikasi sekitar 1,47% anak menderita *Autism Spectrum Disorders* dari total populasi anak di dunia (Baio, et al, 2018). Berdasarkan peningkatan jumlah penderita *Autism Spectrum Disorders* (ASD) ini, diperlukan pendeteksian dini dan melakukan perawatan yang sesuai dan tepat.

Saat ini, klasifikasi individu pada penderita ASD merupakan topik yang menarik bagi para peneliti. Penelitian yang dilakukan Erina mengklasifikasikan *Autism Spectrum Disorders* (ASD) menggunakan data *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders Fifth Edition* (DSM-5). Menggunakan algoritma *Naïve Bayes* yang menerapkan nilai *batchsize* 50, 100, dan 200. Erina juga menggunakan variasi rasio data latih dan data uji yaitu 9:1, 4:1, 7:3, 3:2, 1:1, 2:3, 3:7, 1:4, dan 1:9. Penggunaan variasi rasio data ini bertujuan agar mengetahui nilai akurasi terbaik yang didapatkan. Akurasi tertinggi didapatkan dengan rasio data 1:1 menggunakan algoritma *Naïve Bayes* dalam mengklasifikasikan *Autism Spectrum Disorders* (ASD) berdasarkan *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders Fifth Edition* (DSM-5) yaitu sebesar 98,6% (Dewi, 2021).

Machine Learning banyak digunakan oleh peneliti untuk pengklasifikasian dan salah satunya adalah pengklasifikasian *Autism Spectrum Disorders* (ASD). *Machine learning* adalah suatu metode yang dapat memprediksi suatu sistem berbasis berdasarkan model yang telah ada sebelumnya (Parikesit, et al, 2019). *Machine learning* memiliki berbagai macam algoritma diantaranya yaitu *Naïve Bayes*, *Support Vector Machine* (SVM), *K-Nearest Neighbor* (KNN) dan *Decision Tree* (Mahesh, 2020). Menurut penelitian Sulidar dalam penelitiannya yang membandingkan beberapa algoritma, dapat disimpulkan bahwa *Naïve Bayes* merupakan metode yang memiliki akurasi terbaik (Fitri, 2014).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan untuk mengklasifikasikan autisme, belum ada pengklasifikasian menggunakan ekstraksi fitur HOG menggunakan algoritma *Naïve Bayes*. Metode *Naïve Bayes* juga belum banyak digunakan untuk mengklasifikasikan *Autism Spectrum Disorders* (ASD). Sehingga dalam penelitian ini dilakukan pengklasifikasian *Autism Spectrum Disorders* (ASD) menggunakan algoritma *Naïve Bayes* dan ekstraksi fitur HOG.

II. STUDI PUSTAKA

A. *Autism Spectrum Disorder*

Autisme pertama kali dijelaskan oleh Kanner (1943) yang tertulis dalam laporannya dari 11 anak-anak yang memiliki kecenderungan kebiasaan yang sama. Gejala umum dari anak-anak ini yaitu tidak dapat berkomunikasi dengan tepat, ketidakpedulian terhadap orang lain, dan minat obsesif dapat dengan jelas terlihat saat membaca riwayat pasien Kanner secara menyeluruh (Rylaarsdam dan Guemez-Gamboa, 2019).

Autism Spectrum Disorders (ASD) termasuk ke dalam sekelompok gangguan perkembangan saraf multifaktorial yang ditandai dengan gangguan komunikasi sosial, interaksi sosial, dan perilaku berulang. ASD mempengaruhi 1 dari 59 anak, dan sekitar 4 kali lebih sering terjadi pada anak laki-laki daripada anak perempuan. Komponen genetik yang kuat, bersama dengan faktor lingkungan pada tahap awal perkembangan, berkontribusi pada patogenesis ASD (Guang, 2018).

B. *Naïve Bayes*

Algoritma *Naive Bayes* adalah pengklasifikasi probabilitas sederhana yang menghitung sekumpulan probabilitas dengan menghitung frekuensi dan kombinasi nilai dalam kumpulan data yang diberikan (Saritas dan Yasar, 2019)(Pariyandani et al., 2020). *Naive Bayes* hanya membutuhkan sedikit data pelatihan untuk memperkirakan parameter yang diperlukan untuk klasifikasi. Metode *Naive Bayes* ini juga telah terbukti memiliki akurasi dan kecepatan yang tinggi (Dey, et al, 2016). Algoritma *Naive Bayes* memiliki bentuk umum sebagai berikut (Annur, 2018):

$$P(H|X) = \frac{P(X|H)P(H)}{P(X)} \quad (1)$$

Keterangan:

X = Data dengan kelas yang belum diketahui

H = Hipotesis data X adalah suatu kelas yang spesifik
 $P(H|X)$ = Probabilitas hipotesis H berdasarkan kondisi X
 $P(H)$ = Probabilitas Hipotesis H
 $P(X|H)$ = Probabilitas X berdasarkan kondisi tersebut
 $P(X)$ = Probabilitas dari X

C. Histogram of Oriented Gradient

Histogram of Oriented Gradient (HOG) adalah deskriptor ekstraksi fitur yang digunakan di banyak area khususnya untuk pendeteksian objek. HOG pertama kali diusulkan oleh Dalal pada tahun 2005 (Dalal dan Triggs, 2005), dan berhasil diterapkan dan diuji pada beberapa varian, dengan jenis organisasi spasial, komputasi gradien, dan metode normalisasi yang berbeda (Muhathir, et al., 2020). Fitur HOG tidak berubah terhadap transformasi geometris dan fotometrik (Nassih, et al., 2019) (Muhathir, et al., 2020). Dalam kasus HOG, metode ini didasarkan pada asumsi bahwa kenampakan lokal dan bentuk suatu objek dalam suatu citra dapat dicirikan dengan baik oleh distribusi gradien intensitas lokal atau arah tepi, yang menurut definisi tegak lurus terhadap arah gradien. Metode HOG banyak diterapkan dalam pendeteksian objek dalam berbagai aplikasi seperti pengenalan gerakan tangan, deteksi manusia, dan penggunaan sketsa untuk mencari dan mengindeks perpustakaan gambar digital (Soler, et al., 2019).

D. Peneliti Terdahulu

Penelitian Suman Raj dan Sarfaraz Masood (2020) berjudul "*Analysis and Detection of Autism Spectrum Disorder Using Machine Learning Techniques*". Penelitian ini merupakan penelitian yang menggunakan metode *machine learning* dengan beberapa algoritma. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi dan mengobati sejak dini agar mengurangi gejala *Autism Spectrum Disorder* (ASD) untuk meningkatkan kualitas hidup orang yang menderita ASD. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa, untuk mendeteksi *Autism Spectrum Disorder* (ASD) dilakukan dengan beberapa teknik *machine learning* dan salah satunya adalah Naïve Bayes. Dataset yang digunakan menggunakan tiga kategori yaitu anak-anak, remaja, dan dewasa. Hasil yang telah didapatkan dengan menggunakan metode Naïve Bayes adalah 94,91% untuk anak-anak, 90,41% untuk remaja dan 96,22% untuk dewasa (Raj dan Masood, 2020).

Penelitian Kaushik. V, Diya. P, dan Deepa. K (2021) berjudul "*Detection of Autism Spectrum Disorder in Children Using Machine Learning Techniques*". Penelitian ini menggunakan metode *machine learning*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membantu mendiagnosa *Autism Spectrum Disorder* (ASD) pada anak-anak. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa, penelitian yang telah dilakukan mengalami keterbatasan data dari *Autism Spectrum Disorder* (ASD). Namun, penelitian ini telah memberikan wawasan yang berguna dan diharapkan dapat membantu praktisi medis dalam mendeteksi autisme pada anak-anak. Hasil akurasi yang didapatkan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti ini dengan menggunakan metode *machine learning* naïve bayes adalah sebesar 94,79% (Vakadkar, 2021).

Penelitian U Vignesh, K G Suma, R Elakya, C Vinothini, dan A M Senthil Kumar (2021) berjudul "*Classification Techniques for Behaviour study of Autism Spectrum Disorder*". Penelitian ini menggunakan metode *machine learning*. Tujuan dari penelitian ini adalah mendiagnosa dan membantu dalam mengolah obat untuk penderita *Autism Spectrum Disorder* (ASD). Berdasarkan Penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa, Hasil dari penelitian dengan menggunakan naïve bayes mendapatkan akurasi sebesar 97,27%. Peneliti berusaha untuk membuat obat yang dapat mengobati penderita ASD dan berusaha untuk mengubah perilaku penderita ASD (Vignesh, et al., 2021).

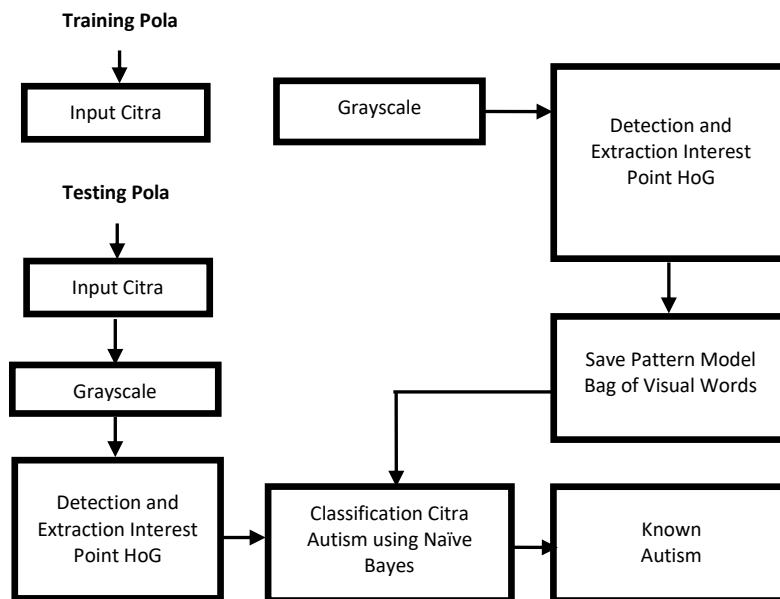
III. METODE PENELITIAN

A. Dataset

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini diambil secara langsung dari beberapa sekolah SLB disekitar wilayah kota Medan Sumatera Utara dengan menggunakan smartphone. Jumlah sampel yang digunakan sebanyak 100 sampel wajah untuk anak autis dan 100 sampel wajah untuk anak normal. Sampel dalam penelitian ini 80% digunakan sebagai pelatihan dan 20% digunakan sebagai pengujian. Masing-masing citra anak yang diambil sebagai dataset berusia 7-12 tahun.

A. Arsitektur Penelitian

Arsitektur yang dibangun dalam penelitian ini diilustrasikan pada gambar 1



Gambar 1. Arsitektur Penelitian (Muhathir et al., 2019) (Tanjung & Muhathir, 2020)

Gambar 1 Mengilustrasikan arsitektur penelitian secara umum, dalam arsitektur tersebut terdapat proses pelatihan dan proses pengujian, pada proses pelatihan citra inputan berwarna akan diubah menjadi citra keabuan untuk menghemat waktu komputasi dari tiga kanal warna menjadi 1 kanal warna, proses pembentukan grid 8 akan dilakukan pada citra keabuan sebagai dasar untuk mendeteksi stronglest feature yang terdapat pada citra wajah autis, setelah pemebentukan grid 8 pada citra dilanjutkan dengan pendeteksian stronglest feature yang ditandai dengan blob warna hijau pada citra, hasil pendeteksian stronglest feature akan di ekstraksi dengan menggunakan *Histogram of Oriented Gradient* (HoG) serta hasil ekstraksi akan di simpan dalam Bag of Visual Words sebagai model pola. Sedangkan pada proses pengujian melalui tahapan yang sama dengan tahapan yang dilewati pada saat pelatihan, hanya saja ketika pada tahapan ekstraksi HoG perolehan bobotnya akan diklasifikasi dengan menggunakan metode Naïve Bayes.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sampel Pelatihan Citra

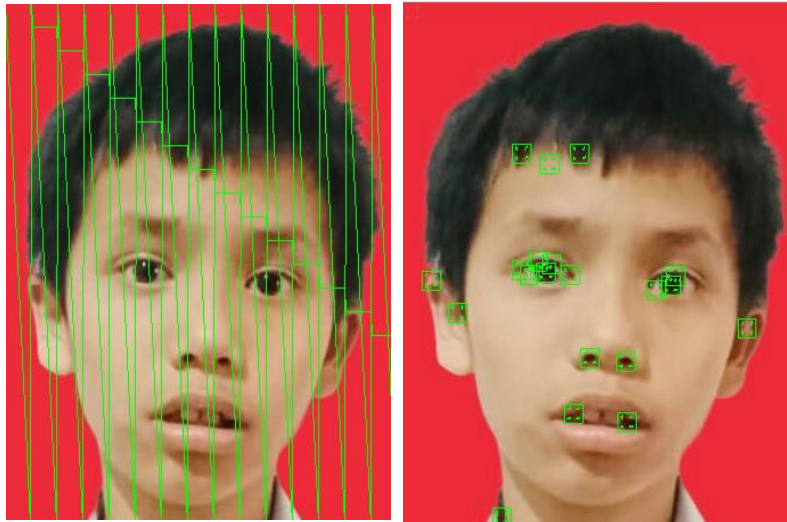
Sampel pelatihan citra yang digunakan sebanyak 200 citra, yang masing-masing 100 untuk citra anak Autism Spectrum Disorder dan 100 untuk citra anak normal. Citra menggunakan format file JPG Citra. Beberapa Sampel wajah anak autis dan anak normal yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada gambar 2.



Gambar 2. Sampel Wajah (a) Autis, (b) Normal

B. Penetapan Koordinat dan Deteksi Interest Point

Proses penetapan koordinat interest point diawali dengan pembuatan grid-grid pada gambar dengan grid step yang digunakan adalah 8, grid step berguna pengatur selang jarak koordinat x dan y awal dengan koordinat x dan y selanjutnya.



Gambar 3. (kiri) Penetapan Koordinat Interest Point 8 Grid (kanan) Hasil Deteksi Interest Point

Gambar 3 (a) merupakan hasil penetapan koordinat interest point, perpindahan koordinat interest point menyesuaikan penetapan grid step awal dengan 8 grid, Wajah anak autis terdapat pola yang unik dan berbeda-beda, gambar 3 (b) mengilustrasikan hasil deteksi interest point dengan menggunakan grid step 8 yang mewakili fitur Stronglest value daripada wajah anak autis.

C. Ukuran Kinerja

Sebuah matriks kebingungan (Confusion Matrix) digunakan untuk menggambarkan kinerja model klasifikasi pada dataset uji yang nilai sebenarnya diketahui. Ini memungkinkan visualisasi kinerja algoritma. Keakuratan metode menunjukkan seberapa akurat nilai yang diproyeksikan. Presisi mengacu pada pengulangan pengukuran, atau berapa banyak perkiraan yang benar. Penarikan kembali menentukan berapa banyak jawaban yang benar ditemukan. Skor f1 menghitung hasil rata-rata yang seimbang dengan menggabungkan presisi dan daya ingat. Persamaan di bawah ini mengilustrasikan cara menghitung nilai-nilai ini, dengan TP, TN, FP, dan FN masing-masing mewakili true positive, true negative, false positive, and false negative.

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN} \quad (2)$$

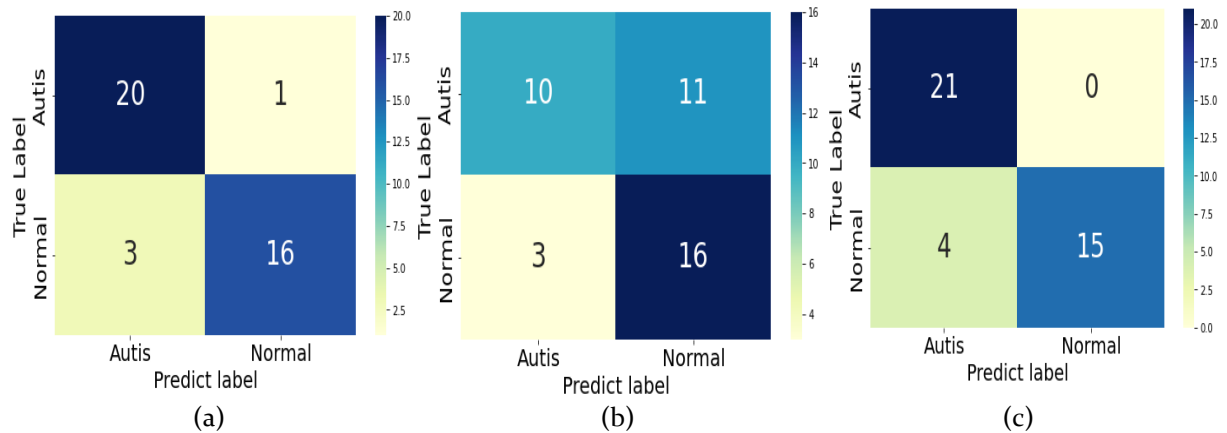
$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (3)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (4)$$

$$F1 - Score = \frac{2 \times Precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (5)$$

D. Confusion Matrix

Confusion matrix berdasarkan kumpulan data index tekstur untuk dua jenis wajah menunjukkan bahwa, dengan menggunakan variasi naïve bayes menunjukkan hasil yang berbeda-beda. Rata-rata akurasi klasifikasi wajah autis yang diperoleh dengan menggunakan Bernoulli Naïve Bayes adalah 89.72%, menggunakan Multinomial Naïve Bayes adalah 65.91% dan menggunakan Gaussian Naïve Bayes adalah 89.47%.



Gambar 4 Confusion Matrik dengan variasi Naïve Bayes (a)Bernoulli (b)Multinomial (c) Gaussian

Gambar 4-a menggunakan Bernoulli Naïve Bayes 20 wajah Autis dikenali dengan benar dan 1 lainnya salah diklasifikasi sebagai wajah Normal, 16 Wajah Normal dikenali dengan benar dan 3 lainnya salah diklasifikasi sebagai wajah Autis. Gambar 4-b menggunakan Multinomial Naïve Bayes 10 wajah Autis dikenali dengan benar dan 11 lainnya salah diklasifikasi sebagai wajah Normal, 16 Wajah Normal dikenali dengan benar dan 3 lainnya salah diklasifikasi sebagai wajah Autis. Gambar 4-c menggunakan Gaussian Naïve Bayes 21 wajah Autis dikenali dengan benar dan tidak ada yang salah diklasifikasi sebagai wajah Normal, 15 Wajah Normal dikenali dengan benar dan 4 lainnya salah diklasifikasi sebagai wajah Autis.

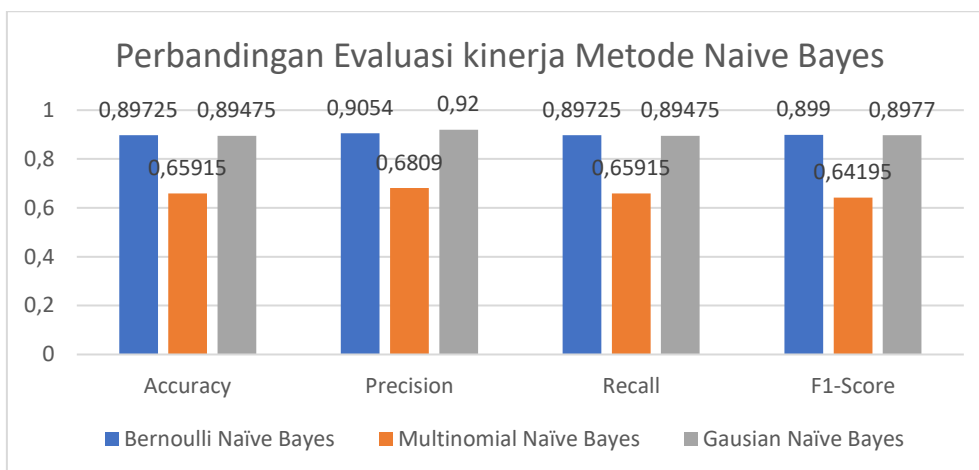
E. Matrik Evaluasi

Metrik evaluasi untuk analisis data tekstur dari dua jenis wajah anak autis dan normal menunjukkan metode Bernoulli Naïve Bayes adalah yang paling dapat diandalkan dari beberapa variasi Naïve bayes yang digunakan. *Accuracy*, *Precision*, *Recall* dan *F1-Score* tertinggi menggunakan Variasi Naïve Bayes ini, dengan nilai rata-rata 89,725%, 90,54%, 89.725%, 89.9%. Gaussian naïve Bayes berkinerja terbaik berikutnya; hasil yang paling buruk diperoleh dengan menggunakan multinomial, yang memiliki rata-rata *Accuracy*, *Precision*, *Recall* dan *F1-Score* masing-masing sebesar 65,915%, 68,09%, 65,915%, 64,195%. Perbedaan kinerja variasi metode naïve bayes untuk mengklasifikasi wajah anak autis dan anak normal semuanya dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Matrik Evaluasi

Metode	Jenis Wajah	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score
Bernoulli Naïve Bayes	Autis	0,9524	0,8696	0,9524	0,9091
	Normal	0,8421	0,9412	0,8421	0,8889
Multinomial Naïve Bayes	Autis	0,4762	0,7692	0,4762	0,5882
	Normal	0,8421	0,5926	0,8421	0,6957
Gaussian Naïve Bayes	Autis	1	0,84	1	0,913
	Normal	0,7895	1	0,7895	0,8824

Perbandingan Evaluasi Kinerja Metode naïve bayes secara keseluruhan disajikan dalam bentuk grafik lihat gambar 5, terlihat jelas dari grafik metode Bernoulli naïve mengungguli nilai *Accuracy*, *Recall* dan *F1-Score* sedangkan nilai *Precision* metode Gaussian naïve bayes lebih unggul.



Gambar 5. Perbandingan Evaluasi kinerja Metode Naive Bayes

V. SIMPULAN

Dalam penelitian ini, variasi dari metode naïve bayes digunakan secara otomatis untuk mengklasifikasikan pola wajah anak autis dan anak normal, menghasilkan confusion matrik dan evaluasi kinerja serta visualisasi data laporan klasifikasi. Dari grafik yang disajikan, ditunjukkan bahwa, dengan variasi metode naïve bayes dapat diterapkan pada klasifikasi wajah anak autis. Diantara skor untuk index evaluasi kinerja yang diperoleh, skor Bernoulli naïve bayes adalah yang tertinggi dan *Accuracy*, *Precision*, *Recall* dan *F1-Score* masing-masing, 89,725%, 90,54%, 89,725%, 89,9%. pengklasifikasi variasi metode naïve bayes ini dapat secara efektif mengklasifikasikan pola wajah anak autis. Ini memberikan dasar yang baik untuk identifikasi cerdas anak autis di masa depan.

VI. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih peneliti ucapkan kepada Universitas Medan Area yang telah mendanai penelitian ini hingga selesai, juga kepada Yayasan Inklusi Al'atfal Qusqazah yang telah mendukung penelitian ini dengan bersedia menjadi mitra pengambilan sampel anak autis. Serta ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya peneliti ucapkan kepada adik-adik yang telah bersedia pengambilan sampel wajah untuk dijadikan sampel penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Annur, H. (2018). Klasifikasi Masyarakat Miskin Menggunakan Metode Naive Bayes. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 10(2), 160-165.
- Baio, J., Wiggins, L., Christensen, D. L., Maenner, M. J., Daniels, J., Warren, Z., ... & Dowling, N. F. (2018). Prevalence of autism spectrum disorder among children aged 8 years—autism and developmental disabilities monitoring network, 11 sites, United States, 2014. *MMWR Surveillance Summaries*, 67(6), 1.
- Dalal, N., & Triggs, B. (2005, June). Histograms of oriented gradients for human detection. In *2005 IEEE computer society conference on computer vision and pattern recognition (CVPR'05)* (Vol. 1, pp. 886-893). Ieee.
- Dewi, E. S. (2021). Klasifikasi Autism Spectrum Disorder Menggunakan Algoritma Naive Bayes. *Jurnal Ilmiah Matematika*, 09, 27-35.
- Dey, L., Chakraborty, S., Biswas, A., Bose, B., & Tiwari, S. (2016). Sentiment analysis of review datasets using naive bayes and k-nn classifier. *arXiv preprint arXiv:1610.09982*.
- Fitri, S. (2014). Perbandingan Kinerja Algoritma Klasifikasi Naive Bayesian, Lazy-Ibk, Zero-R, Dan Decision Tree-J48. *Data Manajemen dan Teknologi Informasi (DASI)*, 15(1), 33.
- Guang, S., Pang, N., Deng, X., Yang, L., He, F., Wu, L., & Peng, J. (2018). Synaptopathology involved in autism spectrum disorder. *Frontiers in cellular neuroscience*, 12, 470.
- Kanner, L. (1943). Autistic disturbances of affective contact. *Nervous child*, 2(3), 217-250.

- Kripsandita, Y. (2021). *DETEKSI GANGGUAN AUTIS PADA ANAK MENGGUNAKAN METODE MODIFIED K-NEAREST NEIGHBOR* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Jember).
- Mahesh, B. (2020). Machine Learning Algorithms-A Review. *International Journal of Science and Research (IJSR)*. [Internet], 9, 381-386.
- Muhathir, M., Santoso, M. H., & Muliono, R. (2020). Analysis Naïve Bayes In Classifying Fruit by Utilizing Hog Feature Extraction. *JOURNAL OF INFORMATICS AND TELECOMMUNICATION ENGINEERING*, 4(1), 151-160. <https://doi.org/10.31289/jite.v4i1.3860>
- Muhathir, M., Theofil Tri Saputra, S., & Al-Khowarizmi, A.-K. (2020). Analysis K-Nearest Neighbors (KNN) in Identifying Tuberculosis Disease (Tb) By Utilizing Hog Feature Extraction. *Al'adzkiya International of Computer Science and Information Technology (AIoCSIT) Journal*, 1(1), 33-38.
- Muhathir, Rizal, R. A., Sihotang, J. S., & Gultom, R. (2019). Comparison of SURF and HOG extraction in classifying the blood image of malaria parasites using SVM. *2019 International Conference of Computer Science and Information Technology, ICoSNIKOM 2019*. <https://doi.org/10.1109/ICoSNIKOM48755.2019.9111647>
- Nasser, I. M., Al-Shawwa, M., & Abu-Naser, S. S. (2019). Artificial Neural Network for Diagnose Autism Spectrum Disorder. *International Journal of Academic Information Systems Research (IJAIRS)*, 3(2).
- Nassih, B., Amine, A., Ngadi, M., & Hmina, N. (2019). DCT and HOG feature sets combined with BPNN for Efficient Face Classification. *Procedia Computer Science*, 148, 116-125.
- Parikesit, A. A., Nurdiansyah, R., & Agustriawan, D. (2019). Penerapan Pendekatan Machine Learning Pada Pengembangan Basis Data Herbal Sebagai Sumber Informasi Kandidat Obat Kanker. *Journal of Agroindustrial Technology*, 29(2).
- Pariyandani, A., Wanti, E. P., & Muhathir, M. (2020). Analysis of the Naïve Bayes Method in Classifying Formalized Fish Images Using GLCM Feature Extraction. *Journal of Computer Science, Information Technology and Telecommunication Engineering (JCoSITTE)*, 1(2), 120-128. <https://doi.org/10.30596/jcositte.v1i2.5171>
- Rylaarsdam, L., & Guemez-Gamboa, A. (2019). Genetic causes and modifiers of autism spectrum disorder. *Frontiers in cellular neuroscience*, 13, 385.
- Raj, S., & Masood, S. (2020). Analysis and detection of autism spectrum disorder using machine learning techniques. *Procedia Computer Science*, 167, 994-1004.
- Saritas, M. M., & Yasar, A. (2019). Performance analysis of ANN and Naive Bayes classification algorithm for data classification. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*, 7(2), 88-91.
- Soler, J. D., Beuther, H., Rugel, M., Wang, Y., Clark, P. C., Glover, S. C. O., ... & Schilke, P. (2019). Histogram of oriented gradients: a technique for the study of molecular cloud formation. *Astronomy & Astrophysics*, 622, A166.
- Tanjung, J. P., & Muhathir, M. (2020). Classification of facial expressions using SVM and HOG. *JOURNAL OF INFORMATICS AND TELECOMMUNICATION ENGINEERING*, 3(2), 210-215. <https://doi.org/10.31289/jite.v3i2.3182>
- Vakadkar, K., Purkayastha, D., & Krishnan, D. (2021). Detection of Autism Spectrum Disorder in Children Using Machine Learning Techniques. *SN Computer Science*, 2(5), 1-9.
- Vignesh, U., Suma, K. G., Elakya, R., Vinothini, C., & Kumar, A. S. (2021, July). Classification Techniques for Behaviour study of Autism spectrum Disorder. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1964, No. 3, p. 032008). IOP Publishing.