



Universitas Negeri Medan  
Jurusan Matematika



# 2024 PROSIDING SEMINAR NASIONAL MATEMATIKA

*Transformasi, Rekonstruksi, dan integrasi keilmuan dalam pembelajaran matematika menuju era inovasi dan kolaborasi*



**Prof. Dr. Syawal Gultom, M.Pd**  
Narasumber 1



**Prof. Dr. Ferra Yanuar, M.Sc**  
Narasumber 2



**Dr. Ani Sutiani, M.Si**  
Opening Speech



**20**  
NOVEMBER

AT 9 AM

Vol 3 (2024)



Visit our website  
[semnasmatematika.com](http://semnasmatematika.com)

TRANSFORMASI, REKONSTRUKSI, DAN INTEGRASI KEILMUAN DALAM PEMBELAJARAN  
MATEMATIKA MENUJU ERA INOVASI DAN KOLABORASI

2024

CV. KES

**2024**

**PROSIDING  
SEMINAR NASIONAL  
MATEMATIKA**

**TRANSFORMASI, REKONSTRUKSI, DAN INTEGRASI  
KEILMUAN DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA MENUJU  
ERA INOVASI DAN KOLABORASI**

**Penulis**

**Peserta Prosiding Seminar Nasional  
Matematika 2024**



**Penerbit  
CV. Kencana Emas Sejahtera  
Medan  
2025**

**2024**

# **PROSIDING SEMINAR NASIONAL MATEMATIKA**

**TRANSFORMASI, REKONSTRUKSI, DAN INTEGRASI  
KEILMUAN DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA MENUJU  
ERA INOVASI DAN KOLABORASI**

©Penerbit CV. Kencana Emas Sejahtera

All right reserved

Anggota IKAPI

No.030/SUT/2019

Hak cipta dilindungi oleh Undang-undang  
Dilarang mengutip atau memperbanyak  
sebagian atau seluruh isi buku tanpa  
izin tertulis dari Penerbit

**Penulis**

**Peserta Prosiding Seminar Nasional  
Matematika 2024**

**TIM EDITOR**

Diterbitkan pertama kali oleh  
Penerbit CV. Kencana Emas Sejahtera  
Jl.Pimpinan Gg. Agama No.17 Medan  
Email [finamardiana3@gmail.com](mailto:finamardiana3@gmail.com)  
HP 082182572299 / 08973796444

Cetakan pertama, Juli 2025  
xii + 882 hlm; 21 cm x 29,7 cm  
ISBN:978-634-7059-33-8

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karuniaNya, sehingga Buku Abstrak Prosiding Seminar Nasional Matematika yang diselenggarakan Jurusan Matematika, FMIPA Universitas Negeri Medan. Kegiatan ini mengusung tema Transformasi, Rekonstruksi, dan integrasi keilmuan dalam pembelajaran matematika menuju era inovasi dan kolaborasi dengan keynote speaker Prof. Dr. Syawal Gultom, M.Pd. dan Prof. Dr. Ferra Yanuar, M.Sc. serta Dr. Ani Sutiani, M.Si. sebagai *Opening Speech*. Tujuan kegiatan ini selain menciptakan lingkungan akademik di lingkungan jurusan matematika FMIPA Universitas Negeri Medan, juga menjadi wadah untuk menyebarkan pengembangan ilmu pada bidang matematika dan rumpun ilmu yang berkaitan. Kegiatan yang dilaksanakan pada tanggal 20 November ini diikuti oleh 228 peserta seminar dan 131 pemakalah (*presenter*) yang berasal dari beberapa institusi di tingkat Nasional. Artikel yang diterima terdiri dari dikelompokkan pada 4 bidang; (1) ilmu Komputer; (2) Pendidikan matematika; (3) statistik; dan (4) Matematika. Dari 131 Full Paper yang masuk, selain diterbitkan dalam bentuk prosiding, juga akan diterbitkan pada mitra publikasi jurnal kami; (1) Jurnal Fibonacci: Jurnal Pendidikan Matematika; (2) Journal of Mathematics, Computations, and Statistics; (3) jurnal Zero: Jurnal Sains, Matematika dan Terapan dan (4) Journal of Didactic Mathematics

Kelancaran kegiatan persiapan kegiatan seminar ini telah didukung oleh jajaran pimpinan Universitas Medan, oleh karena itu Kami mengucapkan terima kasih kepada (1) Ketua Senat Universitas Negeri Medan; (2) Rektor Universitas Negeri Medan; (3) Dekan FMIPA Universitas; dan (4) ketua Jurusan Pendidikan. Kami juga mengucapkan seluruh pihak-pihak terkait yang tidak dapat kami sebutkan satu terutama Panitia Pelaksana dan partisipan dalam pelaksanaan seminar Nasional ini. Semoga prosiding Seminar Nasional Matematika ini, dapat memberikan wawasan dan melengkapi kemajuan teknologi pada bidang yang berkaitan dengan Matematika.

Medan, 7 Februari 2025  
a.n Panitia Pelaksana

**Dr. Yulita Molliq Rangkuti, S.Si, M.Sc**



# Thanks To INVITED SPEAKER

Terima kasih kami ucapkan kepada Invite Speaker



**Yulita M. Rangkuti, S.Si., M.Sc., Ph.D**



**Dr. Izwita Dewi, M.Pd**



**Dra. Nurliani Manurung, M.Pd.**



**Dra. Katrina Samosir, M.Pd**



**Kairuddin, S.Si., M.Pd.**



**Dr. Faiz Ahyaningsih, S.Si., M.Si.**

## EDITORIAL TEAM

|                         |  |
|-------------------------|--|
| <b>Pengarah</b>         | Dr. Ani Sutiani, M.Si.   |
| <b>Penanggung jawab</b> | Yulita Molliq Rangkuti, S.Si., M.Sc., Ph.D.  |
| <b>Editor</b>           | Suwanto, M.Pd.   |
| <b>Section Editor</b>   | Dinda Kartika, S.Pd., M.Si.<br>Fevi Rahmawati Suwanto, S.Pd., M.Pd.<br>Suci Frisnoiry, S.Pd., M.Pd.<br>Sisti Nadia Amalia, S.Pd., M.Stat.<br>Nurul Maulida Surbakti, M.Si.<br>Glory Indira Diana Purba, S.Si., M.Pd.   |
| <b>Reviewer</b>         | Nurhasanah Siregar, S.Pd., M.Pd.<br>Dr. Izwita Dewi, M.Pd.<br>Mangaratua M. Simanjorang, M.Pd., Ph.D.<br>Dr. KMS. Amin Fauzi, M.Pd.<br>Dr. Mulyono, M.Si.<br>Dr. Hamidah Nasution, S.Si., M.Si.<br>Didi Febrian, S.Si., M.Sc.<br>Dian Septiana, S.Pd., M.Sc.<br>Dr. Faiz Ahyaningsih, M.Si.<br>Said Iskandar Al Idrus, S.Si., M.Si.<br>Dr. Arnita<br>Sudianto Manullang, S.Si., M.Si.<br>Susiana, S.Si., M.Si. |

### **Pengarah**

Dr. Ani Sutiani, M.Si.

### **Penanggung Jawab**

Dr. Jamalum, M.Si.

Dr. Dewi Wulandari, S.Si., M.Si.

Dr. Rahmatsyah, M.Si.

### **Wakil Penanggung Jawab**

Dr. Pardomuan Sitompul, M.Si.

Dr. Lasker P Sinaga, S.Si., M.Si.

Nurhasanah Siregar, S.Pd., M.Pd.

Dr. Hamidah Nasution, S.Si., M.Si.

Said Iskandar Al Idrus, S.Si., M.Si.

Sudianto Manullang, S.Si., M.Si.

Didi Febrian, S.Si., M.Sc.

### **Ketua**

Yulita Molliq Rangkuti, S.Si., M.Sc., Ph.D.

### **Sekretaris**

Elfitra, S.Pd., M.Si.

### **Bendahara**

Arnah Ritonga, S.Si., M.Si.

### **Kesekretariatan**

Nadrah Afiati Nasution, M.Pd.

Nurul Ain Farhana, M.Si.

Imelda Wardani Rambe, M.Pd.

Dian Septiana, S.Pd., M.Sc.

### **Seksi Acara**

Ade Andriani, S.Pd., M.Si.

Dra. Nurliani Manurung, M.Pd.

Dra. Katrina Samosir, M.Pd.

Kairuddin, S.Si., M.Pd.

Ichwanul Muslim Karo Karo, M.Kom.

### **Publikasi dan Registrasi**

Sri Dewi, M.Kom.

Fanny Ramadhani, S.Kom., M.Kom.

### **Konsumsi**

Faridawaty Marpaung, S.Si., M.Si.

Marlina Setia Sinaga, S.Si., M.Si.

Erlinawaty Simanjuntak, S.Pd., M.Si.

### **Promosi dan Humas**

Dedy Kiswanto, S.Kom., M.Kom.

Tiur Malasari Siregar, S.Pd., M.Si.

Sri Lestari Manurung, S.Pd., M.Pd.

### **Dokumentasi**

Rizki Habibi, S.Pd., M.Si.

### **Logistik**

Muhammad Badzlan Darari, S.Pd., M.Pd.

Putri Harliana, S.T., M.Kom.

Philips Pasca G. Siagian, S.Pd., M.Pd.

## DAFTAR ISI

|                      |     |
|----------------------|-----|
| Kata Pengantar.....  | i   |
| Invite Speaker ..... | ii  |
| Editorial Team.....  | iii |
| Daftar Isi .....     | v   |

### Daftar Artikel

|   |    |
|---|----|
| Pembangunan Script Python untuk Menunjukkan Solusi dari Persamaan Diferensial Menggunakan Metode Extended Runge-Kutta<br><b>Khan A. J. M, Rangkuti Y. M., Nianda N., Hidayanti R.</b> .....         | 1  |
| Pengembangan LKPD Berbasis PBL Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SMP<br><b>Saragih, B. M., &amp; Fuazi, M. A</b> .....   | 12 |
| Pengambilan Keputusan Pemberian Kredit Menggunakan Metode Fuzzy Weighted Product Pada KSP3 Nias Cabang Gunungsitoli<br><b>Hutapea, T.A., &amp; Lase, K.N.</b> .....                                 | 22 |
| Peramalan Tingkat Inflasi Indonesia Menggunakan Machine Learning Dengan Metode Backpropagation Neural Network<br><b>Situngkir, K. M.</b> .....  | 31 |
| Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Berbasis Video Menggunakan Aplikasi Canva Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Matematika Peserta Didik<br><b>Siregar, A. V. &amp; Sitompul, P.</b> ..... | 41 |
| Pengembangan Aplikasi Edutainment Berbasis Game Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Spasial Matematis Siswa SMA<br><b>Syaputra, F., &amp; Siregar, T. M.</b> .....                          | 51 |
| Pengaruh Pendekatan Matematika Realistik Berbantuan GeoGebra Terhadap Kemampuan Berpikir Komputasi Peserta Didik Kelas VIII<br><b>Saragih, C. A.Z. &amp; Simanjuntak, E</b> .....                   | 61 |
| Respon Positif Model Pembelajaran PMRI Berbasis Batak Toba Untuk Meningkatkan Kemampuan HOTS<br><b>Silaban, P. J., Sinaga, B., &amp; Syahputra, E</b> .....   | 70 |
| Optimalisasi Pemahaman Konsep Matematis: Pengembangan Media E-Komik Digital Berbasis Pendekatan RME pada Siswa SMP PTPN IV Dolok Sinumbah<br><b>Limbong, D. K., &amp; Fauzi, M. A</b> .....         | 80 |
| Revolusi Pembelajaran Matematika: Pengembangan E-Modul Interaktif dengan Model SAVI untuk Siswa SMP<br><b>Purba, I. N., &amp; Hia, Y</b> .....  | 89 |



|  |     |
|--|-----|
| Perancangan Pemrograman Analisis Dinamika Penyebaran DBD dengan Modifikasi Metode Runge-Kutta Kuntzmann Berbasis Rerata Pangkat $P=1/2$<br><b>Azzaki, F. A., Sinabariba, A. A., &amp; Azzahra, D. P.</b> .....   | 96  |
| Deep Learning untuk Matematika: Pengenalan Rumus dengan Convolutional Neural Network<br><b>Tampubolon, A. P. H. S. M</b> .....   | 105 |
| Pengaruh Model Pembelajaran PBL Berbantuan Canva terhadap Hasil Belajar HOTS Materi Menggunakan Data Kelas VII<br><b>Anaiyah, N</b> .....  | 115 |
| Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe The Power of Two Terhadap Keahlian Komunikasi Matematis Siswa<br><b>Siahaan, E. E., Manurung, N., &amp; Siagian, P. P. G.</b> .....  | 122 |
| Optimasi Jumlah Produksi Toko Kuala Jaya Menggunakan Metode Branch and Bound (Studi Kasus: Toko Kuala Jaya, Pantai Labu)<br><b>Pandiangan, W. P.</b> .....   | 130 |
| Pengelompokan Pasien dengan Faktor Penyakit Jantung Menggunakan Metode Principal Component Analysis dan K Nearest Neighbors<br><b>Hutapea, B. A.</b> .....   | 139 |
| Perbandingan Proporsionalitas Metode Sainte-Laguë dan D'Hondt dalam Penentuan Alokasi Kursi Legislatif Menggunakan Indeks Least Squares<br><b>Wulandari, G. A., &amp; Sutanto</b> .....  | 148 |
| Penentuan Penerima Bantuan Langsung Tunai Dana Desa Menggunakan Metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process (AHP)<br><b>Lumbanraja, I. A., &amp; Hutapea, T. A.</b> .....  | 157 |
| Maksimalisasi Keuntungan pada UMKM Batagor dan Tahu Walik Menggunakan Metode Simpleks dan POM-QM<br><b>Maria, N. S., Marbun, M., Zendrato, M. A., Silalahi, N. D., Zandroto, N., Rizki, P., &amp; Tarigan, P.</b> .....  | 166 |
| Optimalisasi Produksi Bakpao dengan Program Linier Menggunakan Metode Simpleks pada Usaha Bakpao Jumat Berkah<br><b>Saragih, A. G., Wardana, A., Khumairah, A., Adhawina, R., Gisty, R. A., Angraini, S., &amp; Simanjuntak, E.</b> .....  | 174 |
| Pengaruh Pendekatan Matematika Realistik Berbantuan Macromedia Flash Terhadap Kemampuan Koneksi Matematis Siswa Kelas VIII SMP Negeri 1 Nibung Hangus)<br><b>Wahyuni, S., &amp; Nasution, H.</b> .....   | 180 |
| Maksimalisasi Keuntungan Dari Penjualan Freenchies Tahu.Go Outlet Tempuling Dengan Menggunakan Linear Programming Metode Simpleks dan Aplikasi Operational Research<br><b>Tarigan, G. H., Putri, I., Simanungkalit, I., Sitepu, I. D. A., Khafifah, S., Tampubolon, S. T. V., &amp; Simbolon, S. S. D.</b> ..... | 189 |



|  |     |
|--|-----|
| Pengembangan Hypoyhetical Learning Trajectory untuk Mendukung Pemahaman Konsep Luas Bangun Datar pada Siswa Kelas VII<br><b>Kasiani, P. &amp; Nasution, A. A.</b> .....  | 197 |
| Pembangunan Syntax Python berbasis Metode Runge Kutta Orde Kelima Tahap Keenam untuk Menyelesaikan Masalah Nilai Awal<br><b>Manurung, E. V., Rangkuti, Y. M., Faris, M., &amp; Lestari, D.</b> .....   | 208 |
| Pembangunan Python Script berdasarkan Metode Runge-Kutta Orde Lima berbasis pada Rata-rata Heronian untuk Menyelesaikan Model Lengan Robot yang diperkecil<br><b>Gultom, J. M., Permadi, W. W., Pohan, N. R. K., &amp; Rangkuti, Y. M.</b> ..... | 216 |
| Pembangunan syntax Python berbasis Metode Modifikasi Runge-Kutta Verner untuk menunjukkan perilaku bullying<br><b>Ramadhan, R., Rangkuti, Y. M., Paul, I., &amp; Calista, A.</b> .....   | 224 |
| Pembangunan Algoritma Runge-Kutta Fehlberg dengan Python untuk menyelesaikan Sistem Osilasi Harmonik<br><b>Fahrezi, B. A., Istiara, S., M Siregar, M. R. D., &amp; Rangkuti, Y. M.</b> .....   | 232 |
| Klasifikasi Kerusakan pada Gigi Manusia dengan Menggunakan Metode Ekstraksi Fitur Hybrid dan Algoritma KNN<br><b>Pohan, N. R. K., Fadluna, E. P., Ananda, D., &amp; Kiswanto, D.</b> .....   | 240 |
| Analisis Dinamik Sistem Reaksi Difusi Model Fitzhugh–Nagumo<br><b>Manurung, D. R. M., &amp; Sitompul, P.</b> .....   | 250 |
| Estimator Modified Jackknife untuk Mengatasi Multikolinieritas pada Regresi Poisson (Studi Kasus: Angka Kematian Bayi di Provinsi Sumatera Utara)<br><b>Nadya, F., &amp; Manulang, S.</b> .....  | 261 |
| Peran Etnomatematika Budaya Melayu Terhadap Pembelajaran Matematika di Sekolah<br><b>Wahyuni, F.</b> .....   | 273 |
| Filosofi Pembelajaran Berdifferensiasi Dalam Pembelajaran Matematika Ditinjau dari Kearifan Lokal Batak Toba<br><b>Simanjuntak, S. D. &amp; Sitepu, I.</b> .....   | 283 |
| Strategi Optimalisasi Keuntungan Usaha Jus Buah melalui Metode Simpleks<br><b>Siagian, J. A., Naibaho, J. S., Lestari, J. A., Lubis, S. I. A. R., Sidauruk, V. P., Saputra, Y. A., &amp; Simanjuntak, E.</b> .....                               | 290 |
| Model Regresi Data Panel dalam Menentukan Faktor yang Berpengaruh Terhadap Tingkat Stunting di Provinsi Sumatera Utara<br><b>Dalimunthe, I. Z., &amp; Simamora, E.</b> .....   | 296 |
| Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Geometri Menggunakan Newman Error Analysis (NEA) pada Pendekatan Matematika Realistik Di SMP Negeri 43 Medan<br><b>Wibowo, M. R. &amp; Fauzi, M. A.</b> .....                               | 304 |



|   |     |
|---|-----|
| Implementasi Metode Shannon-Runge-Kutta-Gill dalam Model SIR untuk Prediksi Penyebaran COVID-19: Pendekatan Numerik dengan Python<br><b>Hidayat, M. F., Rangkuti, Y. M., Nasution, S. A. B., &amp; Ginting, J. A. P.</b> .....  | 316 |
| Pengembangan Video Pembelajaran Matematika Berbasis Model Pembelajaran Kooperatif Tipe STAD untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa SMP Kelas VIII<br><b>Sinaga, E. P., &amp; Sitompul, P.</b> .....                          | 326 |
| Pengoptimalan Seleksi Tim PON Esports Mobile Legends Perwakilan Sumatera Utara Menggunakan Metode Algoritma Genetika dan Regresi Linear Berganda<br><b>Silitonga, R. &amp; Febrian, D.</b> .....                                | 335 |
| Optimalisasi Pemilihan Pupuk Sawit Terbaik di PTPN IV Marihat dengan Metode WASPAS<br><b>Parinduri, M.A. &amp; Sinaga, L. P.</b> .....  | 345 |
| Pengembangan E-Modul Berbasis STEAM Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Di SMP Negeri 1 Patumbak<br><b>Nasution, N. H., &amp; Samosir, K.</b> .....  | 351 |
| Penggunaan Metode Simpleks dalam Mengoptimalisasi Keuntungan Penjualan Es Kul-Kul<br><b>Waruwu, F., Andini, C. R., Simamora, D. K., Febrianti, D. A., Simamora, E. F., Tambunan, E. E., &amp; Silaban, G. S.</b> .....          | 360 |
| Pengaruh Model Pembelajaran Discovery Learning Berbantuan Geogebra terhadap Kemampuan Penalaran Matematis Siswa Kelas VIII SMPN 35 Medan<br><b>Bakara, N. E. E.</b> .....   | 367 |
| Pemodelan Waktu Keberangkatan Bus pada Angkutan antar Kota antar Provinsi Jalur Semarang- Surabaya Menggunakan Aljabar Max-Plus<br><b>Muzammil, A., &amp; Arifin, A. Z.</b> .....   | 374 |
| Pembangunan Python Berdasarkan Metode Runge-Kutta Order Keempat Berbasis Rataan Harmonik Untuk Menunjukkan Perilaku Chaotic Sistem Rossler<br><b>Tambunan, L., Sidabutar, Y. S. M., Harahap, J. &amp; Rangkuti, Y. M.</b> ..... | 380 |
| Implementasi Graf Dan Metode Webster Dalam Optimalisasi Pengaturan Lampu Lalu Lintas (Studi Kasus: Simpang Pemda Flamboyan Raya)<br><b>Manurung, Y. T. F., &amp; Hutabarat, H. D. M.</b> .....                                  | 389 |
| Etnomatematika Alat Musik Simalungun Gondang Sipitupitu<br><b>Situngkir, F. L., Gultom, S., &amp; Simanjorang, M.</b> .....   | 396 |
| Pembangunan Algoritma Metode Runge-Kutta Orde Ketiga Rataan Aritmatika untuk melihat dinamika Penyebaran penyakit Demam Berdarah<br><b>Manurung, G. K. D., Safitri, E., Sibarani, R. H. R., &amp; Rangkuti, Y. M.</b> .....     | 403 |
| Upaya Meningkatkan Kemampuan Representasi Matematis Peserta Didik Kelas VII Menggunakan Model Pembelajaran Kontekstual<br><b>Handari, I. S. &amp; Sitompul, P.</b> .....  | 413 |

|  |     |
|--|-----|
| Simulasi Monte Carlo dalam Memprediksi Distribusi Kursi DPR RI Jawa Tengah dengan Metode Sainte-Lague<br><b>Iriantini, D. S. &amp; Sutanto.</b> .....  | 421 |
| Penerapan Fuzzy Logic Tsukamoto dalam Memprediksi Jumlah Stok CPO Tahun 2024 di PTPN IV Unit Dolok Ilir<br><b>Anggriani, D. &amp; Hutapea, T. A.</b> .....   | 431 |
| Aplikasi Model ARIMA dan Modifikasinya dalam Peramalan Jumlah Penumpang di Pelabuhan Tanjung Perak<br><b>Rizal, J., Lestari, S. P., &amp; Tolok A. N.</b> .....  | 439 |
| Prediksi Harga Penutupan Saham BBCA dan BBNI dengan Algoritma K-Nearest Neighbor<br><b>Saragih, E. N.</b> .....  | 452 |
| Perbedaan Kemampuan Komunikasi Matematis Peserta didik Menggunakan Model PBL dan Model DL<br><b>Hutahaean, B. N., &amp; Widyastuti, E.</b> .....   | 461 |
| Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbantuan Articulate Storyline Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah pada Peserta Didik Kelas XI SMA<br><b>Debora, C. E., &amp; Siagian, P.</b> .....                               | 465 |
| Studi Literatur: Inovasi Pembelajaran Matematika pada Era Kolaboratif<br><b>Tania, W. P.</b> .....   | 471 |
| Efektivitas LKPD Berbantuan Classpoint untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa Kelas VIII<br><b>Cahyani, A. P. R., &amp; Siregar, T. M.</b> .....   | 479 |
| Pengembangan Media Interaktif Berbasis Android Berbantuan Articulate Storyline Untuk Meningkatkan Kemampuan Penalaran Matematis<br><b>Pane, A. W. S., &amp; Purba, G. I. D.</b> .....  | 486 |
| Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Laptop Terbaik dengan Pendekatan Gabungan AHP dan TOPSIS (Studi Kasus: FMIPA UNIMED).<br><b>Tampubolon, J.</b> .....  | 494 |
| Pembelajaran Aljabar di SMP Dengan Pendekatan Game melalui Metode Drill and Practice dalam Pengembangan Aplikasi Cymath<br><b>Lubis, R. A., Irvan, &amp; Azis, Z.</b> .....  | 505 |
| Analisis Kecanduan Game Online dengan Model SEIPTR<br><b>Carli, S. G., &amp; Sinaga, L. P.</b> .....   | 515 |
| Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Web dengan Pendekatan Problem Based Learning (PBL) pada Materi Scratch Kelas VII SMP<br><b>Ahmad, F. L., Nugroho, A. L., Anjarsari, D. D., Rahmayanti, R., &amp; Ningrum, G. D. K.</b><br>..... | 527 |



|  |     |
|--|-----|
| Upaya Meningkatkan Pemahaman Konsep Matematika pada Peserta Didik Autisme melalui Explicit Instruction dengan Media Permainan Edukatif<br><b>Agustia, A.</b> .....   | 536 |
| Analisis Perbandingan Proporsionalitas Metode Andre Sainte-Lague dan Modifikasinya pada Alokasi Kursi Pemilu Legislatif DPR RI Jawa Tengah 2024<br><b>Fourindra, D. A. &amp; Sutanto</b> .....                                       | 545 |
| Pengembangan Media Pembelajaran Web Interaktif Menggunakan Pendekatan Berdiferensiasi Pada Elemen Teknologi Informasi Dan Komunikasi Dengan Model Problem Based Learning<br><b>Alfan, M., Faisal, R., &amp; Aprilianto, P.</b> ..... | 556 |
| Penerapan Regresi Semiparametrik Spline Truncated dalam Memodelkan Angka Harapan Hidup di Sumatera Utara<br><b>Wulan, C. W. &amp; Mansyur, A.</b> .....  | 567 |
| Analisis Prediksi Saham Emas PT Aneka Tambang (Tbk) Menggunakan Long Short-Term Memory (LSTM) dan Gated Recurrent Unit (GRU)<br><b>Luxfiati, N. A., &amp; Bustamam, A.</b> .....   | 578 |
| Penerapan Algoritma Genetika Dalam Optimasi Komposisi Menu Makanan bagi Penderita Stroke<br><b>Ritonga, Y. A. &amp;Ahyaningsih, F.</b> .....   | 584 |
| Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Ekonomi di Sumatera Utara Menggunakan Regresi Data Panel<br><b>Naibaho, H. M., &amp; Khairani, N.</b> .....   | 593 |
| Peningkatan Kemampuan Komunikasi Matematis Peserta Didik Kelas X dengan Pembelajaran Berbasis Proyek Kolaboratif Berbantuan Media Canva<br><b>Saragih, G. P.</b> .....   | 601 |
| Implementasi Pembelajaran Kooperatif Tipe TGT Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Siswa SMP Islam Al-Fadhli<br><b>Cindey, T. A. M., &amp; Hasratuddin</b> .....  | 611 |
| Pengembangan E-Modul Berbasis Smart Apps Creator 3 untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Peserta Didik Kelas VIII MTs<br><b>Zain, D. &amp; Kairuddin</b> .....  | 621 |
| Analisis Kesulitan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Program Linier Berbantuan Kalkulator Grafik di Kelas XI<br><b>Elfina, H.</b> .....   | 631 |
| Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Berbasis Komik Digital Untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa Kelas VII SMP Negeri 17 Medan<br><b>Banurea, L. K., &amp; Siregar, T. M.</b> .....  | 642 |

|   |     |
|---|-----|
| Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw Terhadap Kemampuan Koneksi Matematis Siswa SMP Negeri 15 Medan<br><b>Hutagalung, A. F. S., &amp; Siregar, N.</b> .....                             | 651 |
| Pengaruh Kepercayaan Diri (Self Confidence) terhadap Hasil Belajar Matematika Siswa<br><b>Ginting, E. R., &amp; Simanjorang, M. M.</b> .....  | 662 |
| Penerapan Pembelajaran Kontekstual Berbantuan Aplikasi Desmos untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa SMA<br><b>Elfani, E.</b> .....  | 669 |
| Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Ditinjau dari Gaya Belajar yang Dibelajarkan dengan Model PBM<br><b>Sinaga, A. P., &amp; Simanullang, M. C.</b> .....                            | 679 |
| Pemetaan Tenaga Kesehatan di Provinsi Sumatera Utara Menggunakan Metode Multidimensional Scaling<br><b>Silaban, A. &amp; Susiana</b> .....  | 687 |
| Pengembangan Video Pembelajaran Matematika Menggunakan Powtoon untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa di SMP Negeri 1 Kuala<br><b>Fazriani, A., &amp; Sagala, P. N.</b> ..... | 697 |
| Penerapan Metode Adams-Bashfort-Moulton pada Persamaan Logistik dalam Memprediksi Pertumbuhan Penduduk di Provinsi Sumatera Utara<br><b>Hasibuan, Z. A. E., &amp; Ritonga, A.</b> .....               | 705 |
| Efektivitas Model Pembelajaran Discovery Learning Terhadap Kemampuan Literasi Numerasi Siswa Kelas VII Di UPT SMP Negeri 37 Medan<br><b>Talaumbanua, B. N.</b> .....                                  | 715 |
| Perbedaan Kemampuan Pemecahan Masalah Diajarkan dengan Model Pembelajaran Berbasis Masalah dan Pendidikan Matematika Realistik Indonesia<br><b>Sipayung, E. N., &amp; Napitupulu, E. E.</b> .....     | 721 |
| Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Etnomatematika Berbantuan Classpoint untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa Kelas VII<br><b>Tobing, E. L., &amp; Siregar, T. M.</b> .....     | 729 |
| Pengaruh Model Pembelajaran Numbered Head Together Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa<br><b>Yuwinda, F., &amp; Napitupulu, E. E.</b> .....  | 737 |
| Peran Pendekatan Pembelajaran Matematika Realistik melalui Budaya Melayu pada Pembelajaran Matematika<br><b>Nasution, H. H.</b> .....   | 745 |
| Meningkatkan Penalaran Matematis Siswa SMP melalui Video Animasi Berbasis Problem-Based Learning dengan Animaker<br><b>Simbolon, P., &amp; Manurung, N.</b> .....                                     | 756 |



|   |     |
|---|-----|
| Pembangunan Algoritma Metode Modifikasi Runge-Kutta Menggunakan Kombinasi Deret Lehmer dengan Python untuk Menyelesaikan Persamaan Diferensial<br><b>Ananda, D., Telaumbanua, L. Y., Nazla, K., &amp; Rangkuti, Y. M.</b> ..... | 763 |
| Pembelajaran Matematika SD Dengan Model Kontekstual Berbasis Kearifan Lokal Gotong Royong Pada Suku Batak Toba<br><b>Silalahi, T. M.</b> .....  | 773 |
| Analisis Regresi Weibull terhadap Determinan Laju Pemulihan Klinis Pasien Penderita Stroke<br><b>Harahap, S., &amp; Febrian, D.</b> .....   | 785 |
| Pengembangan Media Matematika Digital Berbasis Pendidikan Matematika Realistik Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa SMP Negeri 16 Medan<br><b>Napitupulu, S. S., &amp; Kairuddin.</b> .....            | 795 |
| The Effect of The Problem-Based Learning Model on Students' Mathematics Problem Solving Abilities<br><b>Sitinjak, W. B. C., &amp; Napitupulu, E. E.</b> .....   | 805 |
| Peran Media Komik Berbasis Budaya Lokal Tapanuli Selatan dalam Pembelajaran Matematika SD<br><b>Siregar, Y. A.</b> .....  | 813 |
| Pengembangan LKPD untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Pembelajaran Kooperatif Tipe Snowball Throwing di Kelas VIII SMP<br><b>Zuhrah, S. A.</b> .....  | 823 |
| Pembangunan Script Python untuk menunjukkan perbandingan antara Metode RK6, Metode RK4<br><b>Ulwan, M. A. N., Pratiwi, I. A., Suana, M. Z., &amp; Rangkuti, Y. M.</b> .....   | 831 |
| Penerapan Metode Naive Bayes dalam Memprediksi Kepuasan Pasien Terhadap Pelayanan Rumah Sakit (Studi Kasus: Rumah Sakit Umum Haji Medan)<br><b>Syadia, R. &amp; Kartika D.</b> .....  | 838 |
| Penerapan Rantai Markov dalam Menganalisis Tingkat Persaingan Ojek Online<br><b>Saputri, A. N., &amp; Ritonga, A.</b> .....   | 844 |
| Pembangunan Python untuk menunjukkan Keakuratan Metode Modifikasi RK4 dibandingkan dengan Metode RK Merson untuk MNA<br><b>Fadluna, E. P., Saragih, R. Z. F., Alamsyah, R., &amp; Rangkuti, Y. M.</b> .....                     | 853 |
| Penerapan Analytical Hierarchy Process dalam Menentukan Pemilihan Dompot Digital (E-Wallet) yang Terpercaya Pada Sektor UMKM di Kecamatan Percut Sei Tuan<br><b>Hartati, S., &amp; Ahyaningsih, F.</b> .....                    | 861 |
| Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Think Talk Write Terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa SMA Negeri 1 Hamparan Perak<br><b>Nabila, F., Surya, E.</b> .....  | 871 |

# Klasifikasi Kerusakan pada Gigi Manusia dengan Menggunakan Metode Ekstraksi Fitur Hybrid dan Algoritma KNN

Nur Rizkah Khoiriyah Pohan<sup>1\*</sup>, Erika Putri Fadluna<sup>2</sup>, Deswita Ananda<sup>3</sup>, Dedy Kiswanto<sup>4</sup>  
<sup>1,2,3,4</sup>.Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan,  
Medan 20221, Sumatera Utara, Indonesia  
\*Corresponding Author: nurrizkahkhoiriyahhh88@gmail.com

**Abstrak**, penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan kerusakan gigi menggunakan algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) berbasis citra digital. Dengan meningkatkan prevalensi masalah kesehatan gigi, penting untuk mengembangkan metode yang efisien dan akurat dalam diagnosis. Metode yang digunakan meliputi pengumpulan data citra gigi dari klinik, pra-pemrosesan gambar, serta ekstraksi fitur menggunakan Local Binary Patterns (LBP) dan Canny Edge Detection. Dataset terdiri dari 80 gambar yang terbagi menjadi empat kelas : gigi berlubang, gigi berplak, gigi patah dan gigi berjarak. Model KNN dilatih dengan 80% data untuk pelatihan dan diuji dengan 20% data. Hasil penelitian menunjukkan akurasi klasifikasi sebesar 93.75%, dengan nilai precision dan recall yang tinggi, terutama untuk kelas gigi jarak dan patah. Precision untuk gigi jarak dan patah mencapai 1.00, sedangkan gigi plak memiliki precision 0.86. Recall untuk semua kelas kecuali gigi karies mencapai 1.00, dengan F1-score tertinggi juga pada gigi jarak dan patah (1.00). Temuan ini menunjukkan bahwa algoritma KNN dapat menjadi alat yang efektif dalam klasifikasi kerusakan gigi, memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan system pendukung keputusan di bidang Kesehatan gigi. Penelitian ini membuka peluang untuk eksplorasi lebih lanjut dalam penerapan teknologi pengolahan citra dalam diagnosa penyakit gigi yang lebih kompleks di masa depan.

**Kata kunci:** K-Nearest Neighbors, Klasifikasi Citra Gigi, Ekstraksi Fitur

*Abstract. this research aims to classify tooth decay using digital image-based K-Nearest Neighbour (KNN) algorithm. With the increasing prevalence of dental health problems, it is important to develop efficient and accurate methods for diagnosis. The methods used include collecting dental image data from the clinic, image pre-processing, and feature extraction using Local Binary Patterns (LBP) and Canny Edge Detection. The dataset consists of 80 images divided into four classes: cavities, plaque, broken teeth and spaced teeth. The KNN model was trained with 80% of the data for training and tested with 20% of the data. The results showed a classification accuracy of 93.75%, with high precision and recall values, especially for the spaced and broken teeth classes. Precision for spaced and broken teeth reached 1.00, while plaque teeth had a precision of 0.86. Recall for all classes except caries teeth reached 1.00, with the highest F1-score also in spaced and broken teeth (1.00). These findings suggest that the KNN algorithm can be an effective tool in tooth decay classification, making a significant contribution to the development of decision support systems in the field of dental health. This research opens up opportunities for further exploration in the application of image processing technology in the diagnosis of more complex dental diseases in the future.*

**Keywords:** K-Nearest Neighbors, Dental Image Classification, Features Extraction.

---

Citation : Pohan, N. R. K., dkk. (2024). Klasifikasi Kerusakan pada Gigi Manusia dengan Menggunakan Metode Ekstraksi Fitur Hybrid dan Algoritma KNN. *Prodising Seminar Nasional Jurusan Matematika 2024*. 240 – 249

---

## PENDAHULUAN

Kesehatan gigi dan mulut, meskipun sering kali diabaikan, memiliki dampak signifikan terhadap kualitas hidup, terutama karena gigi dan mulut merupakan gerbang masuk utama bagi kuman dan bakteri yang dapat memengaruhi kesehatan organ tubuh lainnya (Prasko, 2019). Masalah-masalah seperti karies, plak, gigi patah, dan gigi berjarak tidak hanya menimbulkan

ketidaknyamanan, tetapi juga dapat mengarah pada komplikasi yang lebih serius jika tidak segera ditangani dengan tepat (Ratih, 2012). Berdasarkan data Riskesdas 2013, prevalensi penyakit gigi dan mulut di Indonesia meningkat dari 23,2% pada tahun 2007 menjadi 25,9% pada tahun 2013 (Dewi, dkk., 2024).

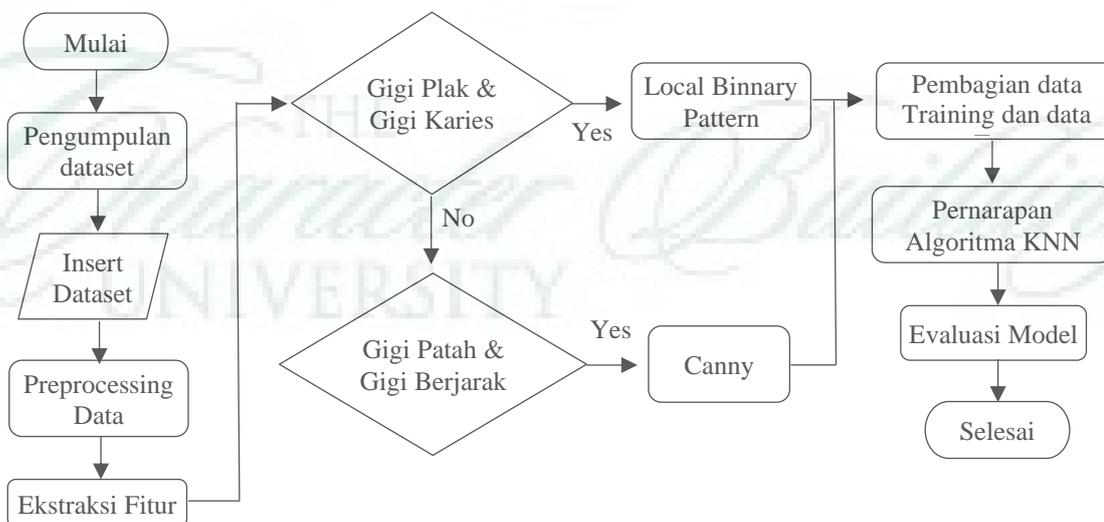
Dalam bidang ilmu komputer, teknologi pengolahan citra digital telah berkembang pesat dan memberikan solusi yang signifikan dalam upaya klasifikasi citra penyakit gigi. Pengolahan citra digital bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra agar lebih mudah diinterpretasikan oleh sistem berbasis komputer, baik untuk analisis maupun pengambilan keputusan secara otomatis (Windy, dkk., 2020; Juju, dkk., 2021). Dengan memanfaatkan teknologi ini, gambar-gambar digital gigi dapat dianalisis dan diidentifikasi secara cepat dan akurat, sehingga mendukung efisiensi dalam proses klasifikasi penyakit.

Algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) adalah salah satu metode klasifikasi yang banyak diaplikasikan dalam ilmu komputer, khususnya dalam pengenalan pola dan klasifikasi citra (Dewi, dkk., 2024). KNN bekerja dengan mencari data yang jaraknya paling dekat dengan data uji untuk menentukan kelasnya berdasarkan data pembelajaran. Keunggulan KNN terletak pada kesederhanaan dan kecepatan dalam proses pelatihan, terutama pada dataset berukuran besar. Namun, salah satu kelemahan utama metode ini adalah ketidakpastian dalam menentukan nilai K yang optimal serta keterbatasannya dalam menangani atribut data yang tidak relevan (Mutrofin, 2014).

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan algoritma KNN dalam mengklasifikasikan beberapa kerusakan pada gigi, seperti karies, gigi berlubang, gigi berjarak, dan gigi berplak berbasis citra. Dengan menggunakan metode ini, diharapkan dapat tercapai peningkatan akurasi dan efisiensi dalam proses klasifikasi citra digital gigi, yang nantinya dapat mendukung berbagai aplikasi dalam bidang ilmu komputer, seperti sistem pendukung keputusan berbasis citra.

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan utama, yaitu pengumpulan data, pra-pemrosesan data, ekstraksi fitur, pembangunan model klasifikasi, serta evaluasi dan validasi model. Setiap tahap dilakukan secara sistematis untuk memastikan hasil yang diperoleh dapat digunakan dalam mendeteksi kerusakan pada gigi berdasarkan citra gigi yang dianalisis.



Gambar 1. Flowchart Tahapan Metode Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa citra gigi yang dikumpulkan secara manual melalui kerja sama dengan dokter gigi di klinik. Proses pengambilan data dimulai dengan memotret gigi pasien menggunakan kamera digital. Prosedur pengambilan citra ini dilakukan langsung di klinik gigi oleh tenaga medis yang telah berpengalaman dalam prosedur klinis dan teknik dokumentasi medis. Data yang dikumpulkan mencakup berbagai variasi kondisi gigi pasien. Kondisi klinis yang terdokumentasi meliputi gigi berlubang (karies), gigi berplak, gigi yang patah, serta gigi berjarak (diastema). Dengan adanya variasi ini, dataset yang diperoleh menjadi lebih representatif terhadap kondisi nyata di lapangan, sehingga model yang dibangun dari data tersebut dapat memiliki performa yang baik dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan berbagai jenis kerusakan gigi. Sebanyak 80 dataset yang telah dikumpulkan dengan terdapat 4 jenis kelas, masing-masing kelas memiliki 20 gambar.

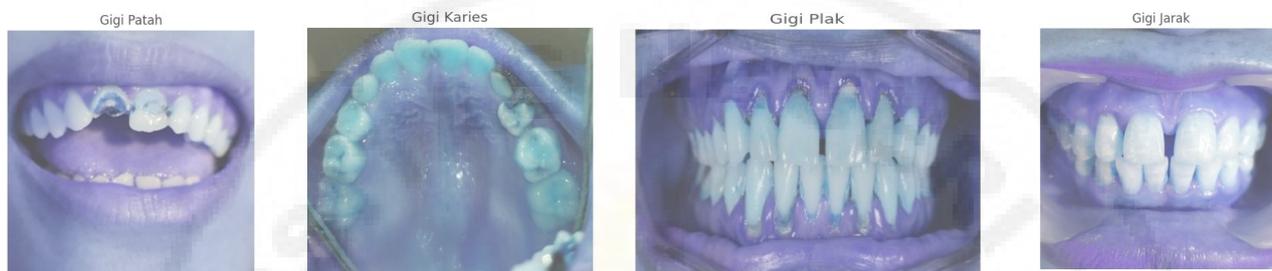


**Gambar 2.** Empat Kondisi Klinis Gigi

Pra-pemrosesan data merupakan langkah penting sebelum melakukan analisis lebih lanjut pada dataset kerusakan gigi. Proses ini berperan dalam mempersiapkan gambar sebelum klasifikasi dengan cara membaca gambar dari path yang diberikan dan mengubah ukurannya menjadi dimensi yang konsisten (900 x 900 piksel). Tujuan dari preprocessing ini adalah untuk memastikan bahwa semua gambar dalam dataset memiliki ukuran yang sama, yang penting untuk efisiensi pemrosesan dan pelatihan model. Selain itu, ukuran gambar yang lebih kecil membantu mengurangi penggunaan memori dan waktu pemrosesan. Dengan demikian, fungsi ini berkontribusi pada kualitas data dan persiapan fitur yang akan digunakan dalam klasifikasi kerusakan pada gigi menggunakan algoritma KNN.

Langkah selanjutnya adalah mendefinisikan direktori data yang berisi gambar-gambar kerusakan gigi kemudian, mengkonversi gambar ke grayscale untuk menyederhanakan data yang akan diolah. Setiap gambar berwarna diubah menjadi grayscale untuk mengurangi kompleksitas dan mempercepat proses komputasi. Dengan menggunakan gambar grayscale, fitur-fitur seperti tekstur

dan tepi menjadi lebih mudah diidentifikasi, karena perbedaan intensitas antar area dapat diobservasi lebih jelas. Konversi ke grayscale ini juga mendukung tahap segmentasi berikutnya, di mana gambar yang lebih sederhana (grayscale) memudahkan proses pemisahan objek (gigi) dari latar belakang gambar.



**Gambar 3.** Pecessing data setiap gigi

Tahapan selanjutnya adalah ekstraksi fitur. Dalam penelitian ini, ekstraksi fitur bertujuan untuk mendapatkan karakteristik unik dari gambar yang digunakan dalam proses klasifikasi kerusakan gigi. Penelitian ini, kami menerapkan dua metode untuk ekstraksi fitur, yaitu Local Binary Pattern (LBP) yang digunakan untuk menganalisis tekstur, serta Canny Edge Detection yang berfungsi untuk mendeteksi tepi atau kontur pada gambar gigi.

Local Binary Pattern (LBP) merupakan suatu metode yang efisien dalam menganalisis tekstur citra, termasuk dalam konteks kerusakan gigi. Metode ini bekerja dengan cara memberikan label pada piksel dengan melakukan thresholding pada setiap piksel tetangga sebagai nilai tengah dan mengubah hasilnya menjadi nilai 0 atau 1 (biner). Jika nilai piksel pusat lebih tinggi, maka akan dihasilkan nilai 1, sedangkan jika lebih rendah, akan dihasilkan nilai 0. Proses ini menghasilkan representasi biner yang mencerminkan pola lokal di sekitar piksel pusat, yang kemudian diolah menjadi deskriptor histogram yang menunjukkan frekuensi kemunculan pola tekstur dalam citra. Secara matematis thresholding ditunjukkan oleh Persamaan 1, dan Persamaan 2 untuk menghitung nilai biner dari hasil thresholding menjadi angka desimal, dimana  $P$ =banyaknya piksel tetangga;  $R$ = nilai jarak atau radius;  $g_c$ = nilai dari piksel  $x$  dan  $y$ ;  $g_p$ = nilai piksel tetangga;  $x_c, y_c$ =koordinat pusat.

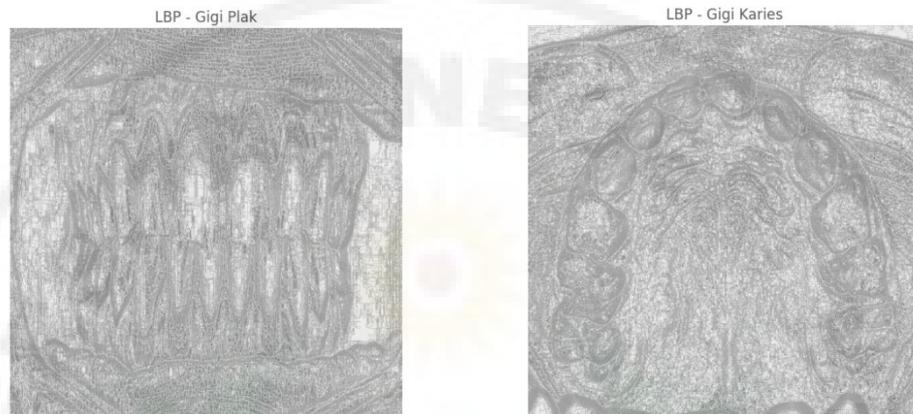
$$s(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases} \tag{1}$$

$$LBP_{p,r}(x_c, y) = \sum_{p=0}^{p-1} S(g_p - g_c)2^p \tag{2}$$

Dalam penelitian ini, LBP diterapkan untuk mengekstrak tekstur permukaan gigi sebagai indikator penting dalam mengidentifikasi kondisi seperti karies dan plak. Melalui histogram LBP, perubahan tekstur pada area gigi yang mengalami kerusakan dapat diidentifikasi, seperti pola yang tidak teratur pada karies atau permukaan yang kasar akibat plak. LBP memungkinkan perbedaan antara gigi yang sehat dan yang mengalami kerusakan berdasarkan variasi pola tekstur ini, menjadikannya alat yang tidak hanya efektif tetapi juga adaptif terhadap variasi tekstur yang kecil. Dengan pendekatan ini, LBP menjadi metode yang sangat relevan untuk klasifikasi kerusakan gigi, membantu dalam mendeteksi pembusukan atau penipisan enamel yang sangat penting dalam diagnosis dan perawatan gigi.

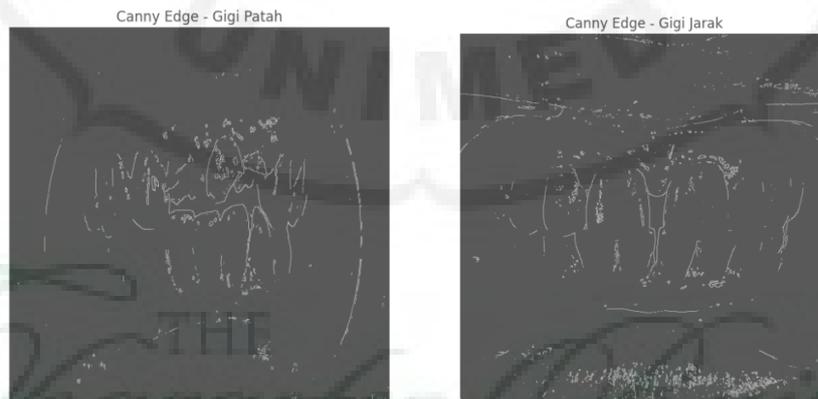
Ekstraksi fitur menggunakan metode Canny Edge Detection merupakan salah satu teknik untuk mendeteksi tepi pada citra. Metode ini sering digunakan dalam pemrosesan gambar dan visi komputer, karena dikenal dapat menghasilkan tepian yang tajam dan presisi. Ekstraksi fitur Canny Edge fokus pada deteksi tepi dalam gambar gigi. Dengan mengkonversi gambar menjadi grayscale,

proses ini mengidentifikasi batasan dan kontur objek dengan menganalisis perubahan intensitas piksel. Informasi tentang tepi yang dihasilkan memberikan wawasan penting mengenai struktur gigi dan kerusakannya, yang krusial untuk analisis lebih lanjut.



**Gambar 4.** Ekstraksi Fitur LBP Gigi Karies dan Gigi Berplak

Pada tahap ini, fitur yang diekstraksi dikelompokkan berdasarkan label yang relevan dengan kondisi gigi. Gambar dengan label tertentu, seperti Gigi Plak atau Gigi Karies, dievaluasi untuk mendapatkan fitur LBP, sementara gambar dengan label lain, seperti Gigi Patah atau Gigi Jarak, diekstraksi untuk fitur Canny. Pendekatan ini memastikan bahwa masing-masing jenis kerusakan gigi memiliki fitur yang khusus untuk analisis yang lebih tepat. Setelah fitur diekstraksi, tahap terakhir adalah menggabungkan semua fitur dan label menjadi dua kumpulan data terpisah. Ini memungkinkan penyusunan dataset yang terstruktur, siap untuk pelatihan model klasifikasi. Dengan cara ini, informasi mengenai karakteristik gigi dan kondisi kerusakannya dipersiapkan untuk digunakan dalam analisis lebih lanjut dan pengembangan model klasifikasi.



**Gambar 5.** Ekstraksi Fitur *Canny Edge Detection* Gigi Patah dan Gigi Berjarak

Pembagian data uji dan data latih adalah langkah penting dalam proses pelatihan model machine learning. Data latih adalah subset dari keseluruhan dataset yang digunakan untuk melatih model, memungkinkan model untuk belajar pola dan karakteristik dari data tersebut. Sebaliknya, data uji adalah subset yang terpisah dari data latih dan digunakan untuk menguji seberapa baik model dapat melakukan generalisasi pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya.

Tujuan dari pembagian ini adalah untuk menghindari overfitting, di mana model belajar terlalu banyak dari data latih hingga tidak dapat menerapkan pengetahuan tersebut pada data baru. Pada penelitian ini, proses pembagian data menjadi data latih dan data uji dilakukan dengan menggunakan fungsi `train_test_split` dari pustaka `sklearn`. Variabel X berisi fitur-fitur yang telah diekstraksi dari

gambar gigi, sementara  $y$  berisi label yang sesuai dengan fitur tersebut. Dengan menggunakan parameter  $test\_size = 0.2$ , 20% dari data akan dialokasikan sebagai data uji, sementara 80% sisanya akan digunakan sebagai data latih. Parameter  $random\_state = 42$  memastikan bahwa pembagian data ini dapat direproduksi, sehingga hasilnya konsisten setiap kali kode dijalankan.

Proses selanjutnya adalah mengimplementasikan model K-Nearest Neighbors (KNN). KNN (K-Nearest Neighbors) adalah algoritma klasifikasi yang sederhana namun efektif, yang bekerja berdasarkan prinsip kedekatan. Dalam algoritma ini, setelah model dilatih menggunakan data latih, ketika diberikan contoh baru yang ingin diklasifikasikan, model akan mencari  $k$  tetangga terdekat dari data latih berdasarkan metrik jarak (biasanya jarak Euclidean). Prosesnya meliputi langkah-langkah berikut; (1) untuk setiap contoh yang ingin diklasifikasikan, algoritma menghitung jarak antara contoh tersebut dan setiap contoh dalam dataset latih; (2) algoritma kemudian memilih  $k$  contoh terdekat. Nilai  $k$  harus ditentukan sebelumnya dan dapat mempengaruhi hasil klasifikasi; nilai  $k$  yang kecil dapat membuat model sensitif terhadap noise, sementara nilai  $k$  yang besar dapat mengaburkan kelas yang lebih minoritas; (3) kelas mayoritas dari  $k$  tetangga terdekat digunakan untuk menentukan kelas dari contoh yang ingin diklasifikasikan. Dengan kata lain, jika sebagian besar dari  $k$  tetangga terdekat termasuk dalam kelas tertentu, contoh baru tersebut akan diklasifikasikan ke dalam kelas itu. KNN tidak memerlukan proses pelatihan yang rumit, karena tidak membangun model eksplisit, tetapi memerlukan penyimpanan seluruh dataset latih untuk melakukan klasifikasi. Oleh karena itu, meskipun cepat dan mudah diimplementasikan, KNN bisa menjadi tidak efisien untuk dataset yang sangat besar.

Setelah model dilatih, langkah selanjutnya adalah menguji model menggunakan data pengujian. Pada tahap ini, model akan melakukan prediksi dengan menentukan kelas dari data pengujian berdasarkan tetangga terdekat yang ada dalam dataset pelatihan. Setelah proses prediksi selesai, evaluasi kinerja model dilakukan untuk menilai seberapa baik model tersebut bekerja.

Untuk tujuan ini, berbagai metrik digunakan, seperti akurasi, yang mengukur proporsi prediksi yang benar, presisi yang menunjukkan ketepatan prediksi positif, recall yang mengukur kemampuan model dalam menemukan semua contoh positif, serta F1-score yang memberikan gambaran keseimbangan antara presisi dan recall. Dengan menggunakan metrik-metrik ini, kita dapat memperoleh pemahaman yang lebih baik mengenai efektivitas model dan area mana yang mungkin memerlukan perbaikan lebih lanjut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian hasil dari jurnal ini, diperoleh akurasi model K-Nearest Neighbors (KNN) sebesar 93.75%. Angka ini menunjukkan bahwa model berhasil mengklasifikasikan gambar kerusakan gigi dengan benar dalam 93.75% dari total sampel yang diuji. Rincian lebih lanjut dapat dilihat dari Akurasi Algoritma KNN dan Confusion Matriks yang memberikan wawasan mendalam tentang kinerja model pada masing-masing kelas kerusakan gigi, yaitu Gigi Jarak, Gigi Karies, Gigi Patah, dan Gigi Plak.

### *Akurasi Algoritma KNN*

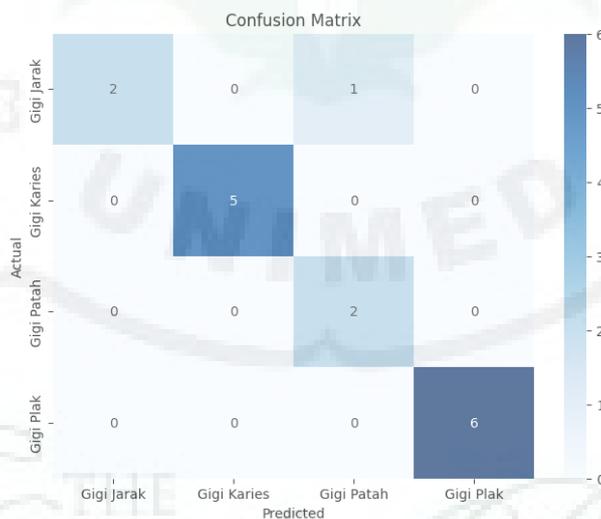
Precision menunjukkan proporsi prediksi yang benar pada setiap kelas. Nilai precision untuk Gigi Jarak dan Gigi Patah adalah 1.00, menandakan bahwa setiap kali model memprediksi kelas tersebut, prediksinya selalu benar. Untuk Gigi Karies, precision juga mencapai 1.00, sedangkan Gigi Plak memiliki precision sebesar 0.86. Artinya, sebagian kecil dari prediksi Gigi Plak sebenarnya

adalah kelas lain. Recall mengukur seberapa baik model dalam mengidentifikasi seluruh sampel dari setiap kelas. Gigi Jarak, Gigi Patah, dan Gigi Plak semuanya mencapai recall 1.00, yang berarti model berhasil mendeteksi semua sampel dari kelas-kelas ini dengan tepat. Namun, recall untuk Gigi Karies hanya mencapai 0.80, yang menunjukkan bahwa ada beberapa sampel Gigi Karies yang tidak terdeteksi dengan baik

|              | precision | recall | f1-score | support |
|--------------|-----------|--------|----------|---------|
| Gigi Jarak   | 1.00      | 1.00   | 1.00     | 3       |
| Gigi Karies  | 1.00      | 0.80   | 0.89     | 5       |
| Gigi Patah   | 1.00      | 1.00   | 1.00     | 2       |
| Gigi Plak    | 0.86      | 1.00   | 0.92     | 6       |
| accuracy     |           |        | 0.94     | 16      |
| macro avg    | 0.96      | 0.95   | 0.95     | 16      |
| weighted avg | 0.95      | 0.94   | 0.94     | 16      |

Gambar 6. Akurasi Algoritma KNN

.F1-score, yang merupakan rata-rata harmonis dari precision dan recall, memberikan gambaran yang seimbang. Skor tertinggi untuk F1 adalah 1.00, yang tercapai oleh Gigi Jarak dan Gigi Patah, menunjukkan performa model yang sempurna untuk kedua kategori tersebut. Sementara itu, Gigi Plak memiliki F1-score sebesar 0.92, dan Gigi Karies mencapai 0.89. Rata-rata makro (macro avg) dan tertimbang (weighted avg) menunjukkan performa keseluruhan model tanpa bias dan dengan memperhatikan frekuensi tiap kelas. Nilai-nilai ini mendekati 0.94 dan 0.95, menunjukkan performa keseluruhan yang kuat.



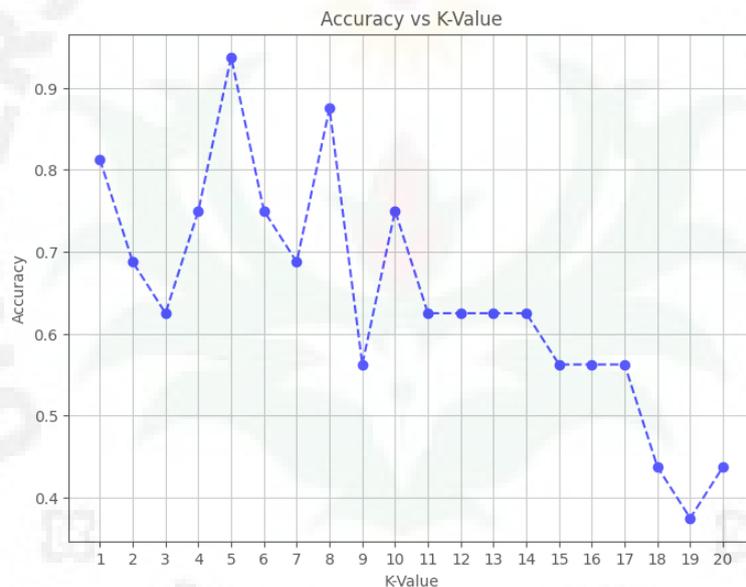
Gambar 7. Confusion Matrix

Confusion matrix di atas menunjukkan performa model klasifikasi untuk mendeteksi empat kelas, yaitu Gigi Jarak, Gigi Karies, Gigi Patah, dan Gigi Plak. Dalam confusion matrix, baris mewakili kategori aktual dari data, sementara kolom menunjukkan prediksi yang dihasilkan oleh model. Setiap angka dalam matriks menunjukkan jumlah sampel yang diklasifikasikan ke dalam kategori tertentu, baik secara benar maupun salah. Pada kelas Gigi Jarak, ada dua sampel Gigi Jarak yang diklasifikasikan dengan benar, namun terdapat satu sampel yang salah diprediksi sebagai Gigi Patah. Ini menunjukkan bahwa model cukup baik dalam mendeteksi Gigi Jarak, meskipun masih terdapat satu kesalahan prediksi.

Pada kelas Gigi Karies, model sepenuhnya akurat dalam mendeteksi Gigi Karies, dengan lima sampel diklasifikasikan dengan benar dan tidak ada kesalahan prediksi. Warna biru tua pada sel ini

mengindikasikan performa yang sangat baik. Pada kelas Gigi Patah, terdapat dua sampel Gigi Patah yang berhasil diklasifikasikan dengan benar tanpa kesalahan. Namun, warna yang lebih terang dibandingkan Gigi Karies menunjukkan jumlah sampel yang lebih sedikit. Pada kelas Gigi Plak, model mengklasifikasikan enam sampel Gigi Plak dengan benar, tanpa ada kesalahan. Ini juga ditunjukkan oleh warna biru tua yang mencerminkan akurasi tinggi untuk kategori ini.

Model menunjukkan performa yang kuat dalam mendeteksi Gigi Karies, Gigi Patah, dan Gigi Plak, dengan prediksi yang benar pada semua sampel dalam kategori tersebut. Satu-satunya kesalahan terjadi pada kategori Gigi Jarak, di mana satu sampel salah diklasifikasikan sebagai Gigi Patah. Meskipun kesalahan ini kecil, hal tersebut menunjukkan potensi area untuk perbaikan dalam mengidentifikasi kondisi Gigi Jarak lebih akurat.



**Gambar 8.** Grafik hubungan nilai K dengan akurasi

Gambar diatas menunjukkan tampilan grafik yang menggambarkan hubungan antara nilai K dan akurasi model K-Nearest Neighbors (KNN). Ini adalah cara untuk mengevaluasi bagaimana kinerja model KNN berubah dengan memilih jumlah tetangga terdekat yang berbeda untuk mempengaruhi klasifikasi. Pada sumbu horizontal (X), memiliki nilai K, yang mewakili jumlah tetangga terdekat yang digunakan oleh model untuk melakukan prediksi. Nilai K yang lebih kecil berarti model hanya melihat sedikit tetangga dalam memutuskan klasifikasi, sedangkan nilai K yang lebih besar berarti model mempertimbangkan lebih banyak tetangga. Pada sumbu vertikal (Y), memiliki akurasi yang menunjukkan seberapa baik model KNN membuat prediksi yang benar untuk dataset pengujian. Akurasi dihitung sebagai persentase jumlah prediksi yang benar dibandingkan dengan total prediksi.

Berdasarkan grafik ini, kita bisa melihat beberapa pola yang penting adalah Awal dengan K kecil ( $K = 1$  hingga  $K = 3$ ): Akurasi model cukup bervariasi pada tahap awal. Pada  $K = 1$ , akurasi sudah mendekati 80%, namun turun sedikit pada  $K = 2$ . Ini menunjukkan bahwa model mengalami ketidakstabilan dalam memilih jumlah tetangga yang optimal di awal. Puncak akurasi pada  $K = 5$ : Ketika nilai K mencapai 5, grafik menunjukkan bahwa model KNN mencapai akurasi tertinggi, sekitar 95%. Ini menunjukkan bahwa pada titik ini, model memiliki keseimbangan yang baik antara overfitting dan underfitting. Nilai  $K = 5$  memungkinkan model untuk mempertimbangkan cukup banyak tetangga tanpa terlalu terpengaruh oleh outlier atau data noise. Kemudian penurunan setelah  $K = 5$ : Setelah mencapai puncaknya pada  $K = 5$ , akurasi mulai menurun secara bertahap. Fluktuasi

tetap ada pada beberapa nilai  $K$  yang lebih kecil, seperti pada  $K = 7$  dan  $K = 9$ , di mana akurasi sempat naik lagi, namun tren umumnya menunjukkan bahwa akurasi menurun seiring bertambahnya  $K$ .

Akurasi stabil di sekitar  $K = 10$  hingga  $K = 14$ : Di sekitar nilai  $K$  ini, akurasi stabil pada kisaran 65%-70%, meskipun tidak sebaik pada  $K = 5$ , menunjukkan bahwa model tidak sepenuhnya kehilangan akurasi pada titik ini, tetapi mulai cenderung ke arah underfitting, di mana model tidak lagi menangkap pola-pola kompleks dalam data. Penurunan tajam setelah  $K = 14$ : Pada  $K$  lebih dari 14, terlihat jelas bahwa akurasi model menurun drastis. Pada  $K = 19$ , akurasi jatuh hingga sekitar 40%. Ini menunjukkan bahwa ketika model KNN menggunakan terlalu banyak tetangga ( $K$  yang terlalu besar), model kehilangan kemampuan untuk membuat prediksi yang akurat, karena prediksi menjadi terlalu dipengaruhi oleh tetangga-tetangga yang lebih jauh, yang mungkin tidak relevan atau kurang sesuai.

Secara keseluruhan, grafik ini menggambarkan bahwa memilih nilai  $K$  yang tepat sangat penting dalam algoritma KNN. Terlalu kecil nilai  $K$  bisa membuat model terlalu sensitif terhadap data pelatihan (overfitting), sedangkan nilai  $K$  yang terlalu besar bisa menyebabkan model menjadi terlalu umum dan kehilangan detail penting (underfitting). Dalam kasus ini,  $K=5$  tampaknya menjadi nilai optimal yang memberikan akurasi tertinggi, dengan keseimbangan yang baik antara tetangga yang cukup relevan dan stabilitas dalam prediksi.

## KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan model K-Nearest Neighbors (KNN) untuk mengklasifikasikan citra kerusakan gigi yang dibagi menjadi empat kelas: gigi berlubang (karies), gigi berlak, gigi patah, dan gigi berjarak. Dataset yang digunakan terdiri dari 80 gambar gigi yang diambil melalui kamera digital di klinik gigi. Proses ekstraksi fitur melibatkan metode Local Binary Patterns (LBP) dan Canny Edge Detection, yang memberikan representasi komprehensif dari karakteristik visual kerusakan gigi. Hasil evaluasi model menunjukkan akurasi keseluruhan sebesar 93,75%, yang menunjukkan bahwa model dapat mengklasifikasikan sekitar 94 dari setiap 100 gambar dengan benar. Metrik evaluasi lainnya, seperti precision, recall, dan f1-score, menunjukkan performa yang sangat baik, terutama untuk kelas gigi patah dan gigi berjarak dengan precision dan recall mencapai 100%. Namun, terdapat tantangan dalam klasifikasi kelas gigi karies, yang memiliki recall terendah sebesar 80%. Penelitian ini menunjukkan bahwa model K-Nearest Neighbors (KNN) yang dikembangkan berhasil mengklasifikasikan citra kerusakan gigi dengan akurasi tinggi, meskipun tantangan masih ada dalam mendeteksi gigi karies. Dengan hasil yang menjanjikan, penelitian ini membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dalam sistem diagnosis otomatis yang dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam perawatan kesehatan gigi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian artikel ini.

## DAFTAR PUSTAKA

N. H. &. Prasko, "Efektivitas Penyuluhan Kesehatan Gigi Dengan Menggunakan Media Busy Book Terhadap Tingkat Pengetahuan Kesehatan Gigi Dan Mulut," *Jurnal Kesehatan Gigi*, pp. 51-55, 2019.

## Prosiding Seminar Nasional Jurusan Matematika

Transformasi, Rekonstruksi, dan Integrasi Keilmuan dalam Pembelajaran Matematika Menuju Era Inovasi dan Kolaborasi Medan, 20 November 2024

- Sri Dewi N, Achmad F & Victor M.P, "Klasifikasi Citra Penyakit Gigi Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor," *Jurnal Publikasi Sistem Informasi dan Telekomunikasi*, pp. 197-209, 2024.
- Windy A.I, Imam C, & Fitra A.B, "Klasifikasi Penyakit Dental caries Menggunakan Algoritma Modified K-Nearest Neighbor," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, pp. 1499-1506, 2020.
- Juju J, Yupianti, & Devi S, "Pengolahan Citra Digital Untuk Identitas Objek Menggunakan Metode Hierarchical Agglomerative Clustering," *Jurnal Sains dan Teknologi*, pp. 148-156, 2021.
- Supiyandi, W. E. Judistira, S. Nurliani, R. S. Darmono and I. Putri, "Penerapan Deep Learning dalam Analisis Citri Gigi," *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial*, vol. 2, no. 4, pp. 117-128, Oktober 2024.
- H. A. D. Fasnuari, H. Yuana and M. T. Chulkamdi, "Penerapan Algoritma K-Nearest Neighbor (K-Nn) Untuk Klasifikasi Penyakit Diabetes Melitus Studi Kasus : Warga Desa Jatitengah," *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, vol. 16, no. 2, p. 133 – 142, 2022.
- Q. A'yuniyah and M. Reza, "Penerapan Algoritma K-Nearest Neighbor Untuk Klasifikasi Jurusan Siswa Di Sma Negeri 15 Pekanbaru," *Indonesian Journal of Informatic Research and Software Engineering*, vol. 3, no. 1, pp. 39-45, 2023.
- Saluky and Y. Marine, "PENERAPAN ALGORITMA CANNY UNTUK DETEKSI TEPI MENGGUNAKAN PYTHON DAN OPENCV," *SMART TECHNO*, vol. 5, no. 1, p. 1 – 7, 2023.
- M. E. A. Rivan, S. Devella and J. Saputra, "Pengenalan Iris Dengan Normalisasi Menggunakan LBP dan RBF," *Jurnal CoreIT*, vol. 6, no. 2, pp. 122-127, 2020.
- F. Khairunnisa, M. G. Suryanata and J. Prayudha, "Pengolahan Citra Untuk Mendeteksi Tepi Citra Gigi Berlubang Menggunakan Metode Canny," *JURNAL SISTEM INFORMASI TGD*, vol. 3, no. 2, pp. 320-329, 2024.
- D. Retnoningrum, A. W. Widodo and M. A. Rahman, "Ekstraksi Ciri Pada Telapak Tangan Dengan Metode Local Binary Pattern," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, pp. 2611-2618, 2019.
- Diantarakita, A. W. Widodo and M. A. Rahman, "Ekstraksi Ciri Pada Klasifikasi Tipe Kulit Wajah Menggunakan Metode Local Binary Pattern," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, pp. 7938-7945, 2019.