

**Penggabungan Fitur Local Binary Pattern (LBP) dan Ridge
Density dalam Klasifikasi Gender Berdasarkan Sidik Jari
Menggunakan Support Vector Machine**

Skripsi



oleh:

Dedi Yanto
71200593

PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

2023

**Penggabungan Fitur Local Binary Pattern (LBP) dan Ridge
Density dalam Klasifikasi Gender Berdasarkan Sidik Jari
Menggunakan Support Vector Machine**

Skripsi



Diajukan kepada Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana
Sebagai Salah Satu Syarat dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Komputer

Disusun oleh

Dedi Yanto
71200593

PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2023

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

**Penggabungan Fitur Local Binary Pattern (LBP) dan Ridge Density dalam
Klasifikasi Gender Berdasarkan Sidik Jari Menggunakan Support Vector
Machine**

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi kesarjanaan di lingkungan Universitas Kristen Duta Wacana maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jika dikemudian hari didapati bahwa hasil skripsi ini adalah hasil plagiasi atau tiruan dari skripsi lain, saya bersedia dikenai sanksi yakni pencabutan gelar kesarjanaan saya.

Yogyakarta, 30 Juli 2024



Dedi Yanto
71200593

DUTA WACANA

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : PENGABUNGAN FITUR LOCAL BINARY
PATTERN (LBP) DAN RIDGE DENSITY DALAM
KLASIFIKASI GENDER BERDASARKAN SIDIK
JARI MENGGUNAKAN SUPPORT VECTOR
MACHINE
Nama Mahasiswa : DEDI YANTO
N I M : 71200593
Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)
Kode : TI0366
Semester : Genap
Tahun Akademik : 2023/2024

Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 4 Juni 2024

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Sri Suwarno, Dr. Ir. M.Eng.

Yuan Eukio, S.Kom., M.Cs.

DUTA WACANA

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI/TESIS/DISERTASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Kristen Duta Wacana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dedi Yanto
NIM : 71200593
Program studi : Teknologi Informasi
Fakultas : Informatika
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Kristen Duta Wacana **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Penggabungan Fitur Local Binary Pattern (LBP) dan Ridge
Density dalam Klasifikasi Gender Berdasarkan Sidik Jari
Menggunakan Support Vector Machine

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Kristen Duta Wacana berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Yogyakarta
Pada Tanggal : 8 Agustus 2024

Yang menyatakan



(Dedi Yanto)

NIM.71200593

HALAMAN PENGESAHAN

**Penggabungan Fitur Local Binary Pattern (LBP) dan Ridge Density dalam
Klasifikasi Gender Berdasarkan Sidik Jari Menggunakan Support Vector
Machine**

Oleh: Dedi Yanto / 71200593

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi
Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Komputer
pada tanggal 20 Juni 2024

Yogyakarta, _____
Mengesahkan,

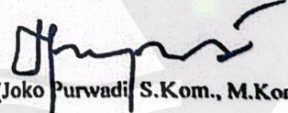
Dewan Penguji:

1. Sri Suwarno, Dr. Ir. M.Eng.
2. Yuan Lukito, S.Kom., M.Cs.
3. Gani Indriyanta, Ir. M.T.
4. Restyandito, S.Kom., MSIS, Ph.D.

Dekan

Ketua Program Studi


(Restyandito, S.Kom., MSIS, Ph.D.)


(Joko Purwadi, S.Kom., M.Kom.)



Karya sederhana ini dipersembahkan

kepada Tuhan, Keluarga Tercinta,

dan Kedua Orang Tua



Jadi jika seorang tahu bagaimana ia harus berbuah baik, tetapi ia tidak melakukannya, ia berdosa. Dosa Kelalaian

Yakobus 4:17

Bukan hal-hal yang akan terjadi yang membuat kita khawatir, tetapi pandangan kita terhadapnya

Epictetus



Jangan biarkan kekhawatiran akan hari esok merenggut kebahagiaan yang dapat diciptakan hari ini

Dedi Yanto

Those who now smile upon and embrace, should affront and stab, each other, if manners did not interpose

Lord Chesterfield

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan yang maha kasih, karena atas segala rahmat, bimbingan, dan bantuan-Nya maka akhirnya Skripsi dengan judul Penggabungan Fitur Local Binary Pattern (LBP) dan Ridge Density dalam Klasifikasi Gender Berdasarkan Sidik Jari Menggunakan Support Vector Machine ini telah selesai disusun.

Penulis memperoleh banyak bantuan dari kerja sama baik secara moral maupun spiritual dalam penulisan Skripsi ini, untuk itu tak lupa penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan yang maha kasih,
2. Orang tua penulis, yang selalu mendukung, dan berdoa untuk perjalanan penulis menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Restyandito, S. Kom, M. SIS, Ph. D. selaku Dekan Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana.
4. Bapak Joko Purwadi, S.Kom., M.Kom. selaku Kaprodi Informatika Universitas Kristen Duta Wacana
5. Dr.,Ir. Sri Suwarno, M.Eng selaku Dosen Pembimbing 1, yang telah memberikan ilmunya dan dengan penuh kesabaran membimbing penulis,
6. Yuan Lukito, S.Kom., M.Cs selaku Dosen Pembimbing 2 yang berperan aktif dan penting dalam memberikan arahan, bantuan, bimbingan, dukungan, dan nasehat dalam penulisan skripsi.
7. Atika Furwati Yolanda selaku pacar saya yang sudah menjadi support system dan pemberi semangat selama mengerjakan skripsi
8. William Hong selaku teman baik yang sudah membantu dan menemani selama mengerjakan skripsi
9. Lain-lain yang telah mendukung moral, spiritual, dan dana untuk belajar selama ini.

Laporan proposal/skripsi ini tentunya tidak lepas dari segala kekurangan dan kelemahan, untuk itu segala kritikan dan saran yang bersifat membangun guna

kesempurnaan skripsi ini sangat diharapkan. Semoga proposal/skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca semua dan lebih khusus lagi bagi pengembangan ilmu komputer dan teknologi informasi.



Daftar Isi

KATA PENGANTAR	vii
Daftar Isi.....	1
INTISARI.....	3
ABSTRACT.....	3
BAB I	5
PENDAHULUAN	5
1.1. Latar Belakang Masalah.....	5
1.2. Perumusan Masalah	6
1.3. Batasan Masalah.....	6
1.4. Tujuan Penelitian	6
1.5. Manfaat Penelitian	6
1.6. Metodologi Penelitian	7
1.7. Sistematika Penulisan	7
BAB II.....	9
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	9
2.1 Tinjauan Pustaka	9
2.2 Dasar Teori.....	12
BAB III	30
METODOLOGI PENELITIAN.....	30
3.1 Objek Penelitian	30
3.2 Analisis Kebutuhan Sistem	30
3.3 Perancangan Penelitian	31
BAB IV	41
IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM.....	41
4.1 Implementasi sistem.....	41
4.1.1 Preprocessing Citra	41
4.1.2 Ekstraksi Fitur Citra	46
4.1.3 Penggabungan Fitur	54

4.1.4	Pembuatan Model SVM.....	56
4.2	Analisis Sistem.....	58
4.2.1	Pengujian terhadap 4730 sidik jari laki-laki dan 1230 sidik jari wanita	58
4.2.2	Pengujian terhadap 1230 sidik jari laki-laki dan 1230 sidik jari wanita	61
4.2.3	Pengujian terhadap 4770 sidik jari laki-laki dan 4770 sidik jari wanita	86
4.2.4	Kesimpulan menyeluruh dari ketiga percobaan.....	113
Bab V		115
Kesimpulan		115
5.1 Kesimpulan		115
5.2 Saran.....		116
DAFTAR PUSTAKA		117
LAMPIRAN A KODE SUMBER PROGRAM.....		121
LAMPIRAN B KARTU KONSULTASI DOESEN 1.....		130
LAMPIRAN C KARTU KONSULTASI DOESEN 2.....		131

INTISARI

Penggabungan Fitur Local Binary Pattern (LBP) dan Ridge Density dalam Klasifikasi Gender Berdasarkan Sidik Jari Menggunakan Support Vector Machine

Oleh

Dedi Yanto

71200617

Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan gender berdasarkan sidik jari dengan menggabungkan fitur Local Binary Pattern (LBP) dan Ridge Density menggunakan Support Vector Machine (SVM). Metode pre-processing citra yang digunakan meliputi pengurangan noise, binarisasi, penghalusan citra, dan skeletonisasi. Setelah pre-processing, fitur LBP dan Ridge Density diekstraksi dari citra sidik jari untuk digunakan dalam proses klasifikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model SVM dengan penggabungan fitur LBP dan Ridge Density berhasil mencapai akurasi tertinggi sebesar 87%. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa metode yang diusulkan efektif dalam mengklasifikasikan gender berdasarkan sidik jari, dan penggabungan kedua fitur tersebut memberikan hasil yang signifikan dalam meningkatkan akurasi klasifikasi.

Kata Kunci: Local Binary Pattern, Ridge Density, Support Vector Machine, Sidik Jari, Klasifikasi Gender

ABSTRACT

Penggabungan Fitur Local Binary Pattern (LBP) dan Ridge Density dalam Klasifikasi Gender Berdasarkan Sidik Jari Menggunakan Support Vector Machine

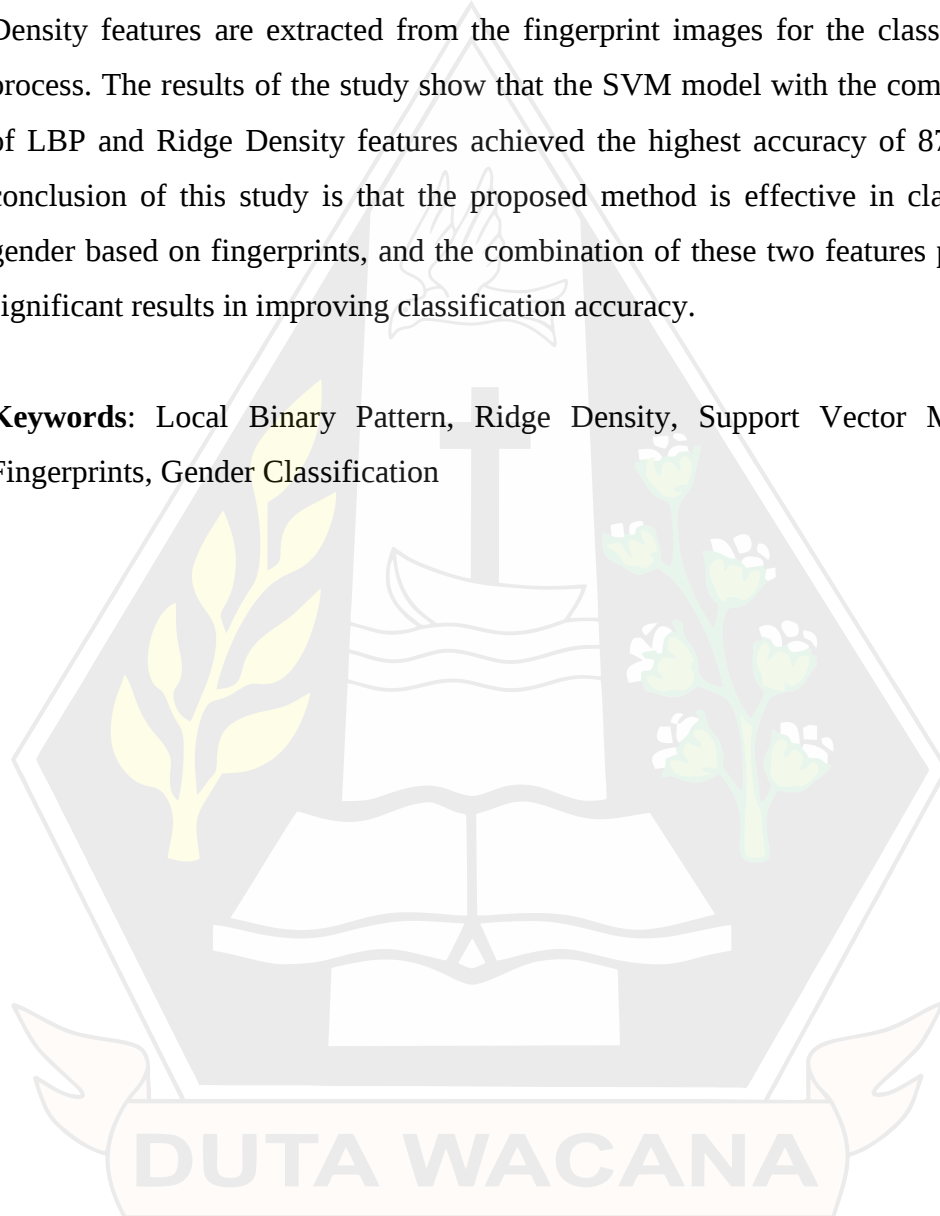
By

Dedi Yanto

71200593

This study aims to classify gender based on fingerprints by combining Local Binary Pattern (LBP) and Ridge Density features using Support Vector Machine (SVM). The image pre-processing methods used include noise reduction, binarization, image smoothing, and skeletonization. After pre-processing, LBP and Ridge Density features are extracted from the fingerprint images for the classification process. The results of the study show that the SVM model with the combination of LBP and Ridge Density features achieved the highest accuracy of 87%. The conclusion of this study is that the proposed method is effective in classifying gender based on fingerprints, and the combination of these two features provides significant results in improving classification accuracy.

Keywords: Local Binary Pattern, Ridge Density, Support Vector Machine, Fingerprints, Gender Classification



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji bagaimana sidik jari manusia dapat digunakan untuk mengidentifikasi gender seseorang. Alur kulit sidik jari memiliki karakteristik khusus yang dapat membedakan gender seseorang. Se jauh pengetahuan penulis hubungan antara pola sidik jari dan gender seseorang masih dalam tahap penelitian dan banyak peneliti yang telah melakukan dengan berbagai metode. Penelitian ini merupakan lanjutan penelitian dari (Suwarno, 2022) yang meneliti bagaimana hubungan antara ketebalan ridge terhadap gender pada seorang individu. Proses pengidentifikasi gender pada penelitian ini dilakukan dengan membangun sebuah model *machine learning*. Model yang dibangun dilatih untuk dapat memprediksi gender berdasarkan dataset sidik jari sekunder.

Proses untuk melakukan pengklasifikasian gender berdasarkan sidik jari sangat bergantung pada ekstraksi fitur yang dilakukan pada gambar sidik jari. Proses ekstraksi fitur ini dilakukan pertama kali untuk mengenali pola yang ada didalam gambar sidik jari yang diproses, sehingga kualitas gambar sidik jari menjadi hal yang sangat krusial. Pada penelitian ini, peneliti menggabungkan ekstraksi fitur pada metode ekstraksi Local Binary Pattern (LBP) dan fitur ridge density untuk melakukan klasifikasi gender dengan mengukur performa klasifikasi menggunakan algoritma Support Vector Machine (SVM).

Se jauh yang penulis ketahui saat ini belum ada penelitian yang menggabungkan fitur yang didapatkan dari ekstraksi LBP dan ridge density dalam pengklasifikasian gender pada sidik jari. Metode ekstraksi ini dipilih karena memiliki karakteristik unik yang dapat membantu dalam klasifikasi gender. Ekstraksi LBP berfokus pada pola tekstur di dalam gambar sidik jari dan ekstraksi ridge density berfokus pada pola geometris di dalam gambar sidik jari. Dalam konteks pengklasifikasian gender, perbedaan dalam pola-pola ini dapat mengandung informasi penting yang membedakan antara sidik jari pria dan wanita.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan yang sudah dijelaskan pada latarbelakang, rumusan masalah yang dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil akurasi yang dihasilkan dengan menggabungkan fitur ekstraksi Local Binary Pattern (LBP) dan ridge density dalam klasifikasi gender berdasarkan sidik jari?

1.3. Batasan Masalah

Batasan Masalah dari penelitian “Penggabungan Fitur Local Binary Pattern (LBP) dan Ridge Density dalam Klasifikasi Gender Berdasarkan Sidik Jari Menggunakan Support Vector Machine” dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Database gambar sidik jari yang dipakai hanya menggunakan dataset dari Sokoto Conventry Fingerprint Dataset (SOCOFing) yang tersedia pada platform kaggle
2. Penelitian menggunakan 4770 sidik jari laki-laki dan 4770 sidik jari perempuan dalam dataset Sokoto Conventry Fingerprint Dataset (SOCOFing) dari total 54000 sidik jari pada dataset tersebut.

1.4. Tujuan Penelitian

Berikut ini adalah tujuan dari penelitian ini:

1. Menganalisis akurasi metode ekstraksi fitur LBP dan *ridge density* dalam klasifikasi gender berdasarkan sidik jari
2. Menghasilkan luaran sistem klasifikasi gender dengan memaksimalkan fitur LBP dan *ridge density* yang akurat

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang diperoleh dari dilakukannya penelitian ini, antara lain:

1. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi pada pengembangan teknologi klasifikasi gender berdasarkan sidik jari
2. Penelitian ini dapat membantu meningkatkan akurasi identifikasi gender berdasarkan sidik jari dengan menggabungkan ekstraksi fitur LBP dan *ridge density*
3. Penelitian ini dapat menjadi dasar untuk penelitian lanjutan dalam pengembangan metode ekstraksi fitur untuk pengenalan gender berdasarkan sidik jari
4. Hasil penelitian ini dapat berguna bagi tim forensik dalam identifikasi pelaku kejahatan yang tidak diketahui atau mengidentifikasi mayat yang tidak dikenal
5. Penelitian ini dapat memiliki dampak dalam penelitian sosial terkait perbedaan gender dan karakteristik fisik pada sidik jari

1.6. Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu sebagai berikut:

1. Tahap Pengumpulan Data

Tahap ini mengumpulkan citra sidik jari yang terdapat didalam dataset, citra sidik jari asli pria dan wanita disimpan pada satu folder untuk diproses nantinya

2. Tahap Implementasi Model

Tahap implementasi model terdiri dari 3 langkah diantaranya adalah *pre-processing* citra sidik jari, ekstraksi fitur citra sidik jari, dan pelatihan model klasifikasi

3. Tahap Evaluasi Model

Tahap evaluasi model dilakukan untuk menguji seberapa tinggi tingkat akurasi klasifikasi yang dihasilkan oleh model.

1.7. Sistematika Penulisan

Laporan/Proposal skripsi ini disusun dengan sistematika bagian pertama, terdiri dari empat bab: Bab 1 yaitu Pendahuluan yang berisi tentang latar belakang

masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan pernyataan keaslian disertasi. Bab 2 yaitu Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori yang berisi tinjauan pustaka tentang penelitian-penelitian terkait, dan berbagai tinjauan pustaka spesifik, yaitu tentang *image pre-processing*, *feature extraction*, ekstraksi fitur LBP, ekstraksi fitur ridge density, algoritma support vector machine dan teknik evaluasi model. Bab 3 yaitu Metodologi Penelitian membahas tentang objek penelitian, analisis kebutuhan sistem, dan perancangan penelitian. BAB IV Implementasi dan Analisis Sistem pada bab ini berisi hasil dan evaluasi dari sistem yang telah dilakukan. BAB V Kesimpulan dan Saran pada bab ini berisi hasil penelitian yang menjadi pedoman dalam pembuatan kesimpulan dan saran untuk pengembangan selanjutnya.



Bab V

Kesimpulan

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat beberapa kesimpulan yang dapat diambil yaitu sebagai berikut:

1. Banyaknya sampel data pada setiap kelas sangat mempengaruhi akurasi model secara signifikan dan memberikan hasil yang berarti dalam memperkaya pembelajaran model. Hal ini terlihat pada hasil percobaan 1 hingga percobaan 3, di mana nilai metrik evaluasi terus mengalami peningkatan seiring dengan penambahan sampel data pada setiap kelas.
2. Menyeimbangkan jumlah sampel antara kelas wanita dan pria sangat penting untuk menghindari bias dan meningkatkan kemampuan model dalam mengenali pola dari kedua kelas. Hal ini terbukti ketika model pada percobaan pertama tidak mampu mengenali sampel dari kelas wanita karena terjadi perbedaan jumlah sampel sebesar 79,5%. Namun, pada percobaan 2 dan 3, dengan menyeimbangkan jumlah sampel, model mampu mengenali sampel dari kelas wanita dengan baik. Hal ini menunjukkan bahwa keseimbangan data sangat penting untuk menghindari bias dan meningkatkan kemampuan model dalam mengenali pola dari semua kelas.
3. Menggunakan dataset yang lebih besar atau melakukan augmentasi data dapat membantu model untuk belajar lebih baik dan meningkatkan kemampuannya dalam menggeneralisasi data baru. Hal ini terbukti pada percobaan 2, di mana model hanya mampu mencapai rata-rata akurasi tertinggi sebesar 69%. Namun, pada percobaan 3, setelah dilakukan penambahan data augmentasi dari folder "altered easy", akurasi yang dihasilkan meningkat signifikan sebesar 18%.
4. Menggunakan kombinasi fitur yang lebih lengkap (LBP, ridge density, dan lokasi jari) memberikan performa terbaik. Jumlah dan jenis fitur vektor yang digunakan sangat mempengaruhi kinerja model. Hal ini

karena kombinasi fitur ini memberikan informasi yang lebih kaya dan komprehensif kepada model, sehingga model dapat belajar dengan lebih baik dan mengenali pola dengan lebih akurat. Percobaan 2 dan 3 menunjukkan dengan jelas dampak pemilihan fitur. Pada kedua percobaan tersebut, kombinasi fitur ridge density dan lokasi jari, yang menghasilkan vektor fitur paling sedikit, menghasilkan nilai metrik evaluasi terendah. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah dan jenis fitur vektor yang digunakan sangat mempengaruhi kinerja model.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh oleh peneliti selama melakukan penelitian ini, terdapat beberapa saran yang dapat diikuti untuk meningkatkan hasil peforma dari model, antara lain adalah sebagai berikut:

1. Dapat menambahkan sample data tiap kelas dari dataset lainnya untuk memastikan variasi pola dapat dikenali dengan baik oleh model saat dilatih dengan jumlah data yang besar dan seimbang
2. Memastikan jika jumlah sample data antara kelas pria dan wanita seimbang.
3. Dapat melakukan augmentasi data untuk meningkatkan jumlah dan variasi data yang tersedia
4. Disarankan untuk menggunakan dataset yang seimbang antara kelas pria dan kelas wanita minimal sebanyak 4770 data untuk tiap kelas
5. Menambahkan fitur baru untuk menghasilkan pola yang lebih unik untuk setiap sidik jari

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, M. F., Kusriani, & Kurniawan, M. P. (2022). LOCAL BINARY PATTERN UNTUK EKTRAKSI TEKSTUR GAMBAR WAJAH MENGGUNAKAN MASKER DAN TANPA MASKER. *Technologia*, 1. Retrieved from <https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/JIT/article/view/6275>
- Abdullah, S. F., Rahman, A. F., & Abas, Z. A. (2015). CLASSIFICATION OF GENDER BY USING FINGERPRINT RIDGE DENSITY IN NORTHERN PART OF MALAYSIA. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 3. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/290495401_Classification_of_gender_by_using_fingerprint_ridge_density_in_northern_part_of_Malaysia
- Andrés, A. S., Barea, J. A., Rivaldería, N., Rodríguez, C. A., & Redomero, E. G. (2018). Impact of aging on fingerprint ridge density: Anthropometry and forensic implications in sex inference. *Science & Justice*, 1. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/324934309_Impact_of_aging_on_fingerprint_ridge_density_Anthropometry_and_forensic_implications_in_sex_inference
- Asamoah, D., Oppong, E. O., Oppong, S. O., & Danso, J. (2018). Measuring the Performance of Image Contrast Enhancement Technique. *International Journal of Computer Applications*, 5.
- Burkov, A. (2019). *The Hundred-Page Machine Learning Book*. Andriy Burkov.
- ÇEVİK, A., KURTOĞLU, A. E., & BİLGEHAN, M. (2015). SUPPORT VECTOR MACHINES IN STRUCTURAL ENGINEERING: A REVIEW. *JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING AND MANAGEMENT*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/274265161_Support_vector_machines_in_structural_engineering_A_review
- Chauhan, A., & Shukla, S. (2017). Feasibility of Ridge Density: A Comparative Study of Fingerprint Ridge Densities among Different Indian Population.

- Journal of Forensic Sciences & Criminal Investigation*. Retrieved from <https://juniperpublishers.com/jfsci/pdf/JFSCI.MS.ID.555654.pdf>
- Gornale, S. S., M, B., & R, K. (2017). fingerprint based gender classification using local binary patterns. *International Journal of Computational Intelligence Research*. Retrieved from https://www.ripublication.com/ijcir17/ijcirv13n2_09.pdf
- Hambal, A. M., Pei, D. Z., & Ishabailu, F. L. (2015). Image Noise Reduction and Filtering Techniques . *International Journal of Science and Research (IJSR)* , 1.
- Khouma, O., Diop, I., Fall, P. A., Ndiaye, M. L., & Farssi, S. M. (2019). Novel Classification Method of Spikes Morphology in EEG Signal Using Machine Learning. *Second International Conference on Intelligent Computing in Data Sciences (ICDS 2018)*, 3-5. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/331308937_Novel_Classification_Method_of_Spikes_Morphology_in_EEG_Signal_Using_Machine_Learning
- Kruthi, Patil, A., & Gornale, S. (2019). Fusion of Local Binary Pattern and Local Phase Quantization features set for Gender Classification using Fingerprints. *International Journal of Computer Sciences and Engineering*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/331703416_Fusion_of_Local_Binary_Pattern_and_Local_Phase_Quantization_features_set_for_Gender_Classification_using_Fingerprints
- Kumar, N., & Verma, P. (2012). FINGERPRINT IMAGE ENHANCEMENT AND MINUTIA. *International Journal of Engineering Sciences & Emerging Technologies*.
- Lubanraja, F. R., Fitri, E., Ardiansyah, Junaidi, A., & Prabowo, R. (2021). Abstract Classification Using Support Vector Machine Algorithm (Case Study: Abstract in a Computer Science Journal). *Journal of Physics: Conference Series*, 9. Retrieved from <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1751/1/012042/pdf>

- Prakasa, E. (2015). Ekstraksi Ciri Tekstur dengan Menggunakan Local Binary Pattern. *Pusat Penelitian Informatika, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (INKOM)*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/305152373_Texture_Feature_Extraction_by_Using_Local_Binary_Pattern
- Retnoningrum, D., Widodo, A. W., & Rahman, A. M. (2019). Ekstraksi Ciri Pada Telapak Tangan Dengan Metode Local Binary Pattern (LBP). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. Retrieved from <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/4772/2207>
- Saddami, K., Munadi, K., Yuwaldi, A., & Arnia, F. (2019). Improvement of binarization performance using local otsu thresholding. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 3. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Khairun-Saddami/publication/328715979_Improvement_of_Binarization_Performance_using_Local_Otsu_Thresholding/links/5e7c6a4b92851caef49da0c7/Improvement-of-Binarization-Performance-using-Local-Otsu-Thresholding.pdf
- Salau, A. O., & Jain, S. (2019). Feature Extraction: A Survey of the Types, Techniques, Applications. *IEEE*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/338366329_Feature_Extraction_A_Survey_of_the_Types_Techniques_Applications
- Salsabila, H., Rachmawati, E., & Sthevanie, F. (2021). Klasifikasi Gender Berdasarkan Citra Wajah Menggunakan Metode Local Binary Pattern dan K-Nearest Neighbor. *Jurnal Tugas Akhir Fakultas Informatika*, 1. Retrieved from <https://repository.telkomuniversity.ac.id/pustaka/167771/klasifikasi-gender-berdasarkan-citra-wajah-menggunakan-metode-local-binary-pattern-dan-k-nearest-neighbor.html>
- Sharma, A., & Chawla, M. (2016). Fingerprint matching Using Minutiae Extraction Techniques. *Journal of Advances in Electrical Devices*, 2-4. Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/230495427.pdf>

- Sharma, R., & Abrol, P. (2020). Image Feature Extraction Techniques. *International Journal of Scientific and Technical Advancements (IJSTA)*, 1. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/350975404_Image_feature_extraction_techniques
- Shehu, Y. I., Garcia, A. R., Palade, V., & James, A. (2022). Sokoto Coventry Fingerprint Dataset. *arxiv*.
- Suwarno, S. (2022). Penentuan Fitur Gender Pemilik Sidik Jari Berbasis Ketebalan Ridge. *Seminar Nasional Teknik Elektro Informatika dan Sistem Informasi*.
- Yuwono, B. (2010). IMAGE SMOOTHING MENGGUNAKAN MEAN FILTERING, MEDIAN FILTERING, MODUS FILTERING DAN GAUSSIAN FILTERING. *TELEMATIKA*, 2. Retrieved from <http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/telematika/article/view/416/377>
- Zhang, X., Ren, Y., Zhen, G., Shan, Y., & Chu, C. (2023). A color image contrast enhancement method. *PLOS ONE*, 1.

