

**PERANCANGAN SISTEM BIOMETRIK TELINGA
BERBASIS TEKSTUR GLCM MENGGUNAKAN METODE
*SUPPORT VECTOR MACHINE***

SKRIPSI



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER DAN DESAIN
UNIVERSITAS NUSA PUTRA
SUKABUMI
AGUSTUS 2024**

**PERANCANGAN SISTEM BIOMETRIK TELINGA BERBASIS
TEKSTUR GLCM MENGGUNAKAN METODE *SUPPORT*
*VECTOR MACHINE***

SKRIPSI

Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Dalam Menempuh

Gelar Sarjana Teknik Elektro



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER DAN DESAIN
UNIVERSITAS NUSA PUTRA
SUKABUMI
AGUSTUS 2024**

PERNYATAAN PENULIS

Judul : PERANCANGAN SISTEM BIOMETRIK TELINGA
BERBASIS TEKSTUR GLCM MENGGUKAN METODE
SUPPORT VECTOR MACHINE
Nama : RANTI WAHYUNI
NIM : 20200120061

Saya menyatakan dan bertanggungjawab dengan sebenarnya bahwa Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing-masing telah saya jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak yang mengklaim bahwa Skripsi ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bukti-bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk dibatalkan gelar Sarjana Teknik Saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut.



RANTI WAHYUNI

Penulis

PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : PERANCANGAN SISTEM BIOMETRIK TELINGA
BERBASIS TEKSTUR GLCM MENGGUKAN METODE
SUPPORT VECTOR MACHINE
Nama : RANTI WAHYUNI
NIM : 20200120061

Skripsi ini telah diujikan dan dipertahankan di depan Dewan Penguji pada Sidang Skripsi tanggal 28 Agustus 2024 Menurut pandangan kami, Skripsi ini memadai dari segi kualitas untuk tujuan penganugerahan gelar Sarjana Teknik (S.T).

Sukabumi, 28 Agustus 2024

Pembimbing I

Pembimbing II

Muchtar Ali Setyo Yudono, S.T., M.T. Alun Sujjada, S.Kom., M.T.
NIDN. 0426019502 NIDN. 0718108001



Ketua Penguji

Plt. Ketua Program Studi Teknik Elektro

Ir. Marina Artiyasa, S.T., M.T., IPM.
NIDN. 0403127308

Ir. Anggy Pradiftha Junfitharana, S.Pd., M.T.
NIDN. 0425068502

PLH. Dekan Fakultas Teknik, Komputer dan Desain

Ir. Paikun, S.T., M.T., IPM., ASEAN. Eng.
NIDN. 0402037401

ABSTRAK

Di era teknologi saat ini yang terus berkembang, membangun sistem keamanan yang dapat diandalkan untuk manusia membutuhkan inovasi. Untuk melindungi data pribadi, data privasi, dan izin akses yang dapat membahayakan jika orang lain dapat mengaksesnya. Biometrik pada tubuh manusia terus dikembangkan untuk melindungi sistem dari pencurian atau pemalsuan akses. Telinga menjadi salah satu ciri biometrik yang menarik perhatian para peneliti dalam bidang pengenalan visi komputer, sehingga penelitian ini membahas perancangan sistem biometrik telinga berbasis tekstur *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) menggunakan *Support Vector Machine* (SVM). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem identifikasi biometrik telinga yang dapat mengenali individu berdasarkan ciri unik telinga. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengolahan citra, yang mencakup beberapa tahap penting, seperti pra-pengolahan citra untuk meningkatkan kualitas gambar, segmentasi untuk memisahkan area telinga dari latar belakang, serta ekstraksi fitur menggunakan *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) untuk mendapatkan informasi tekstur pada citra telinga. Tahapan terakhir klasifikasi dilakukan dengan algoritma *Support Vector Machine* (SVM) yang dikenal efektif dalam pengenalan pola. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dirancang mampu mencapai akurasi rerata sebesar 76% hingga 80%, dengan sensitivitas rerata 80% dan spesifisitas yang tinggi mencapai 94% pada berbagai skenario pengujian. Rerata pengenalan untuk masing-masing individu menunjukkan hasil yang bervariasi, di mana individu pertama dan kelima mencapai akurasi 100%, individu kedua 95%, individu ketiga 85%, dan individu keempat 95%. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa sistem biometrik telinga berbasis tekstur yang dikembangkan dapat menjadi alternatif yang efektif dalam identifikasi individu. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar untuk pengembangan lebih lanjut dalam teknologi biometrik, serta membuka peluang untuk penelitian lanjutan pada sistem keamanan.

Kata Kunci: Biometrik, Telinga, Pengolahan Citra, GLCM, *Support Vector Machine* (SVM)

ABSTRACT

In today's era of ever-evolving technology, building a reliable security system for humans requires innovation. to protect personal data, privacy data, and access permissions that can be dangerous if others can access them. Biometrics on the human body continue to be developed to protect the system from theft or access forgery. The ear is one of the biometric characteristics that attracts the attention of researchers in the field of computer vision recognition, so this study discusses the design of an ear biometric system based on Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) texture using Support Vector Machine (SVM). This study aims to develop an ear biometric identification system that can recognize individuals based on the unique characteristics of the ear. The method used in this study is image processing, which includes several important stages, such as image pre-processing to improve image quality, segmentation to separate the ear area from the background, and feature extraction using Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) to obtain texture information on the ear image. The final stage of classification is carried out using the Support Vector Machine (SVM) algorithm which is known to be effective in pattern recognition. The results of the study showed that the designed system was able to achieve an average accuracy of 76% to 80%, with an average sensitivity of 80% and a high specificity of 94% in various test scenarios. The average recognition for each individual showed varying results, where the first and fifth individuals achieved 100% accuracy, the second individual 95%, the third individual 85%, and the fourth individual 95%. The conclusion of this study is that the developed texture-based ear biometric system can be an effective alternative in individual identification. This research is expected to be the basis for further development in biometric technology, as well as opening up opportunities for further research on security systems.

Keywords: Biometrics, Ear, Image Processing, GLCM, Support Vector Machine (SVM)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perancangan Sistem Biometrik Telinga Berbasis Tekstur GLCM Menggunakan Metode *Support Vector Machine*”. Adapun skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Universitas Nusa Putra Sukabumi.

Berbagai pihak telah banyak membimbing, membantu, dan memberikan arahan selama penyusunan skripsi ini. Sehubungan dengan itu penulis secara tulus ingin menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Nusa Putra Sukabumi Bapak Dr. H. Kurniawan, S.T., M.Si., M.M.
2. Dekan Fakultas Teknik, Komputer, dan Desain Universitas Nusa Putra Sukabumi Bapak Ir. Paikun, S.T., M.T., IPM., ASEAN. Eng.
3. Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Nusa Putra Sukabumi Bapak Ir. Anggy Pradiftha Junfitharana, S.Pd., M.T.
4. Dosen Pembimbing I Bapak Muchtar Ali Setyo Yudono, S.T., M.T. yang telah sabar dan banyak memberikan arahan, bimbingan, dan motivasi kepada peneliti dalam menyelesaikan penelitian ini.
5. Dosen Pembimbing II Bapak Alun Sujjada, S.Kom., M.T. yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan motivasi kepada peneliti dalam menyelesaikan penelitian ini.
6. Ayahanda tercinta bapak Aas panutanku, cinta pertamaku sekaligus menjadi sosok yang menginspirasi bagi penulis. Terimakasih atas tiap tetes keringat dalam setiap langkah mencari nafkah untuk memenuhi kebutuhan finansial penulis selama ini, nasehat yang selalu di berikan kepada penulis serta ribuan doa yang telah dilangitkan untuk keberhasilan dalam menggapai cita-cita penulis, dan penulis mempersembahkan gelar ini untuknya.
7. Ibunda tercinta ibu Nasah surgaku sekaligus menjadi inspirasi bagi penulis untuk menjadi sosok perempuan yang kuat dan sabar. Terimakasih untuk semua kasih sayang, semangat, dukungan, ridha, serta ribuan doa-doanya

yang selalu di panjatkan di setiap sholatnya demi keberhasilan dan kesuksesan penulis dalam mewujudkan harapan dan cita-citanya.

8. Kakak-kakak tercinta Liana sari, Fitri yani Astuti dan Dewi suryani. Terimakasih untuk dukungan dan doa kepada penulis selama ini, walaupun mereka tidak pernah merasakan hangatnya bangku kuliah namun mereka selalu memberikan semangat dan motivasi tiada henti sehingga penulis dapat menyelesaikan studinya sampai sarjana.
9. Kepada Ivano kumaran yang telah hadir dan juga selalu kebersamaian penulis selama ini. Terimakasih telah menjadi bagian penting di perjalanan hidup penulis dan berkontribusi banyak dalam penulisan skripsi ini, memberi dukungan, semangat, tenaga, pikiran maupun waktu serta selalu mendengarkan keluh kesah penulis, sehingga skripsi ini dapat di selesaikan.
10. Kepada seluruh Teman-teman penulis baik teman selama di asrama dan juga teman di jurusan yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu persatu. Terimakasih selalu memberikan dukungan dan semangat kepada penulis dalam penyelesaian skripsi.
11. Kepada diri saya sendiri Ranti wahyuni. Mengapresiasi sebesar-besarnya karna telah berhasil bertanggung jawab untuk menyelesaikan apa yang telah dimulai, terimakasih karna terus berusaha dan tidak menyerah, dan senantiasa menikmati setiap prosesnya yang tidak mudah. Terimakasih sudah bertahan dan berhasil melewati semua prosesnya.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak sekali kekurangan, maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat dijadikan sebagai pembelajaran untuk perbaikan kedepannya baik bagi penulis maupun pembaca.

Sukabumi, 28 Agustus 2024

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik UNIVERSITAS NUSA PUTRA, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ranti Wahyuni
Nim 20200120061
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembanagn ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nusa Putra **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

PERANCANGAN SISTEM BIOMETRIK TELINGA BERBASIS TEKSTUR
GLCM MENGGUKAN METODE *SUPPORT VECTOR MACHINE*

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Nusa Putra berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Sukabumi

Pada tanggal : 28 Agustus 2024

Yang menyatakan,

(Ranti wahyuni)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENULIS	ii
PENGESAHAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR	vi
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	4
1.4. Batasan Masalah.....	4
1.5. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Penelitian Terkait	6
2.2. Peluang Keterbaruan	14
2.3. Biometrik.....	14
2.4. Biometrik Telinga.....	15
2.5. Pengolahan Citra Digital	16
2.6.1. Citra Berwarna	16
2.6.2. Citra Berskala Keabuan	18
2.6.3. Citra Biner.....	18
2.6.4. Tapis Gaussian	19
2.6.5. Operasi Pengambangan.....	19
2.6.6. Deteksi Tepi	20

2.7. Ekstraksi Ciri GLCM.....	22
2.7.1. Ekstraksi Ciri Orde 1	23
2.7.2. Ekstraksi Ciri Orde 2	24
2.8. Klasifikasi Algoritma <i>Support Vector Machine</i> (SVM).....	27
2.8.1. Bentuk Dasar <i>Support Vector Machine</i> (SVM)	28
2.8.2. <i>Soft Margin</i>	30
2.9. Perancangan Analisis Hasil	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	34
3.1. Alur Penelitian.....	34
3.2. Perancangan Sistem.....	35
3.2.1. Akuisisi Data.....	36
3.2.2. Pra-Pengolahan.....	37
3.2.3. Segmentasi	37
3.2.4. Ekstraksi Ciri.....	38
3.2.5. Klasifikasi	41
3.3. Spesifikasi Perangkat.....	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	44
4.1. Hasil Akuisi Data	44
4.2. Hasil Pengolahan Citra.....	45
4.3. Hasil klasifikasi <i>Support Vector Machine</i> (SVM).....	49
4.3.1 Hasil Pelatihan	49
4.3.2 Hasil Pengujian	51
4.4. Analisa Hasil Efektivitas Sistem	52
4.4.1 Analisis Hasil dan Efektifitas Sistem Pada Seluruh Skenario.....	55
BAB V KESIMPULAN.....	59
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN	70
BIODATA MAHASISWA.....	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Biometrik.....	15
Gambar 2.2 Bagian Telinga.....	16
Gambar 2.3 Warna RGB pada ruang 3D.....	17
Gambar 2.4 Jenis Citra	18
Gambar 2.5 Citra Hasil <i>Thresholding</i>	19
Gambar 2.6 Deteksi Tepi <i>Canny</i> Pada Citra Songket	20
Gambar 2.7 Citra Histogram <i>Grayscale</i>	23
Gambar 2.8 Arah Kookurensi GLCM.....	25
Gambar 2.9 Metode SVM	27
Gambar 3.1 Diagram Alir Alur Penelitian.....	34
Gambar 3.2 Diagram Alir Sistem Identifikasi	35
Gambar 3.3 Akuisisi Data	36
Gambar 3.5 Diagram Alir Proses Pra-Pengolahan	37
Gambar 3.6 Diagram Alir Proses Segmentasi dan Ekstraksi Ciri	38
Gambar 3.7 Diagram Alir Metode GLCM Orde Dua.....	40
Gambar 3.8 Diagram Alir Proses Klasifikasi pada Sistem Identifikasi.....	42
Gambar 4.1 Basis Data Penelitian Identifikasi Telinga.....	44
Gambar 4.2 Citra Hasil Pra-Pengolahan	45
Gambar 4.3 Citra Hasil Segmentasi	47
Gambar 4.4 Perbandingan Hasil Pelatihan Antara Hasil Keluaran Dengan Target Pada Skenario ketiga.....	50
Gambar 4.5 Perbandingan Hasil Pengujian Antara Hasil Keluaran Dengan Target Pada Skenario ketiga.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Daftar Penelitian Terkait	7
Tabel 2.2 Contoh Penyusunan Warna dengan Kombinasi RGB.....	17
Tabel 2.3 <i>Confusion Matrix</i>	32
Tabel 3.1 Skenario pengujian	39
Tabel 4.1 Hasil Ekstraksi Ciri GLCM Skenario 1.....	48
Tabel 4.2 Hasil Ekstraksi Ciri GLCM Skenario 2.....	48
Tabel 4.3 Hasil Ekstraksi Ciri GLCM Skenario 3.....	48
Tabel 4.4 Hasil Identifikasi Biometrik Telinga Pada Skenario Ketiga	53
Tabel 4.5 Hasil Akurasi Identifikasi Biometrik Telinga Pada Setiap Kelas Berdasarkan Skenario ke-1 Sampai Skenario ke-3.....	55
Tabel 4.6 Hasil Sensitivitas Identifikasi Biometrik Telinga Pada Setiap Kelas Berdasarkan Skenario ke-1 Sampai Skenario ke-3.....	56
Tabel 4.7 Hasil Spesifisitas Identifikasi Biometrik Telinga Pada Setiap Kelas Berdasarkan Skenario ke-1 Sampai Skenario ke-3.....	56



BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini menyajikan latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian dan sistematika penulisan dari penelitian

1.1. Latar Belakang Masalah

Di era teknologi saat ini, membangun sistem keamanan yang dapat diandalkan untuk manusia membutuhkan inovasi. Keamanan digital dimaksudkan untuk melindungi data pribadi, data privasi, dan izin akses yang dapat membahayakan jika orang lain dapat mengaksesnya. Biometrik pada tubuh manusia terus dikembangkan untuk melindungi sistem dari pencurian atau pemalsuan akses[1].

Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi biometrik telah diterapkan secara luas untuk berbagai aplikasi keamanan dan identifikasi, seperti biometrik wajah, telinga, iris, pembuluh darah tangan, dan sidik jari. Namun, setiap jenis biometrik ini memiliki tantangan khusus yang perlu diatasi untuk memastikan keandalan dan keamanan penggunaannya. Misalnya, biometrik wajah sering menghadapi masalah perubahan penampilan akibat usia, ekspresi wajah, atau kondisi pencahayaan yang berbeda [2]. Biometrik telinga dapat dipengaruhi oleh rendahnya resolusi gambar dan pencahayaan, serta oklusi yang disebabkan oleh aksesoris seperti rambut dan anting [3]. Biometrik iris menghadapi tantangan dalam pengambilan gambar berkualitas tinggi, terutama dalam kondisi pencahayaan rendah, fokus, noise, resolusi, artefak kompresi [4]. Sementara itu, biometrik pembuluh darah tangan dan sidik jari dapat mengalami masalah terkait dengan kerusakan kulit atau gangguan fisik pada permukaan tangan dan ketika minutia tidak terlihat jelas pada area sidik jari yang sangat kecil yang tidak benar-benar ditangkap oleh kamera [5]. Akibat dari tantangan-tantangan ini meliputi peningkatan risiko kesalahan identifikasi dan pelanggaran keamanan.

Telinga telah menjadi salah satu ciri biometrik yang menarik perhatian para peneliti dalam bidang pengenalan visi komputer dalam beberapa tahun terakhir.

Karena bentuk dan struktur telinga yang berbeda pada setiap orang, biometrik telinga adalah alat yang dapat diandalkan untuk mengidentifikasi manusia [6], [7]. Biometrik pada tubuh manusia merupakan sistem keamanan yang paling efektif karena memiliki karakteristik yang unik dan sulit untuk ditiru. Parameter keunikan biometrik telinga terletak pada kontur, penampilan, dan perilaku biometrik telinga paling individual dibandingkan dengan cirrus, menjadikannya sistem keamanan yang paling canggih [8], [9].

Identifikasi biometrik sangat efektif dengan pengenalan telinga. Telinga juga bermanfaat untuk mempelajari asimetri klinis, koneksi genetik, dan pengenalan jenis kelamin. Metode ini memiliki kemampuan untuk mengatasi masalah yang sering terjadi dengan metode biometrik lainnya [10]. Seiring bertambahnya usia, bentuk telinga tetap sama dan tidak banyak berubah. Telinga tidak dipengaruhi oleh ekspresi wajah dan tetap berada di tengah kepala, sehingga latar belakang dapat diprediksi dengan mudah [11]–[13]. Studi medis telah menunjukkan bahwa ada perubahan nyata dalam bentuk telinga dari usia empat bulan hingga delapan tahun dan setelah usia tujuh puluh tahun. Namun, selama usia delapan hingga tujuh puluh tahun, bentuk telinga cenderung tetap stabil tanpa perubahan yang signifikan [14], [15].

Tujuan pengolahan citra pada gambar telinga adalah untuk meningkatkan kualitas gambar sehingga dapat dideteksi oleh mesin dan dikenali oleh manusia [16]. Berbagai metode pengenalan gambar biometrik berbasis visi komputer melibatkan proses seperti pra-pengolahan, segmentasi, ekstraksi ciri, dan identifikasi. Tujuan pra-pengolahan adalah untuk mengidentifikasi bagian telinga yang akan dideteksi [17] dan meningkatkan kualitas gambar [18]. Segmentasi adalah untuk mengetahui letak daun telinga [19] dan menemukan area yang homogen pada gambar [20]. Tahap di mana komputer mengidentifikasi dan mengambil berbagai fitur dari suatu gambar untuk analisis [21], [22]. Tahap identifikasi melibatkan mencocokkan gambar dengan database yang telah disiapkan [23], [24].

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh S. Nikose and H. K. Meena pada tahun 2020 yang berjudul “*Ear-biometrics for human identification*” [3] pada penelitian tersebut menggunakan database telinga yang dikumpulkan oleh USTB

(Universitas Sains dan Teknologi), Beijing. Pengujian dilakukan menggunakan 3 data set, USTB1: menggunakan 60 subjek, 180 gambar pada telinga kanannya, USTB2: menggunakan 77 Subjek, 308 gambar, dan USTB3: 79 subjek 786 gambar pada telinga dan wajah. Ekstraksi ciri dilakukan menggunakan *Convolutional Neural Networks* (CNN) dengan klasifikasi menggunakan *softmax classifier* dan menghasilkan nilai akurasi 93,345% untuk USTB *Database1* dan 91,281% untuk USTB *Database3*.

Berdasarkan permasalahan yang ada maka diperlukan sebuah sistem biometrik Telinga untuk mengidentifikasi biometrik dengan tingkat akurasi yang lebih baik dan optimal pada penggunaannya. menggunakan sistem pengolahan citra, yang terdiri dari beberapa tahapan pra-pengolahan, segmentasi, ekstraksi ciri, dan identifikasi. Pada penelitian ini mengimplementasikan sistem identifikasi biometrik Telinga menggunakan citra telinga kanan laki-laki, ekstraksi ciri dilakukan dengan GLCM dan klasifikasi menggunakan algoritma *Support Vector Machine* (SVM) dengan menggunakan kernel *Radial Basis Function* (RBF). Kernel RBF atau Gaussian kernel pada SVM dipilih karena kemampuannya untuk menangani data yang tidak linier dengan memetakan data ke dalam ruang dimensi yang lebih tinggi. Seperti pada penelitian “*Classification of tweets data based on polarity using improved RBF kernel of SVM*” [25] mendapatkan nilai akurasi 98.8%. Dengan ini diharapkan sistem pada penelitian ini mampu mendapatkan hasil akurasi yang terbaik.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah yang ada, maka dapat dirumuskan permasalahan yang dihadapi, yaitu:

1. Bagaimana ekstraksi ciri biometrik Telinga berdasarkan metode GLCM?
2. Bagaimana membuat sistem identifikasi biometrik menggunakan metode *Support Vector Machine* (SVM)-RBF?
3. Bagaimana tingkat akurasi metode *Support Vector Machine* (SVM) untuk identifikasi biometrik Telinga?

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan ekstraksi ciri tekstur GLCM pada biometrik Telinga.
2. Membuat sistem identifikasi biometrik Telinga menggunakan metode klasifikasi *Support Vector Machine* (SVM)-RBF.
3. Mengukur tingkat akurasi metode klasifikasi *Support Vector Machine* (SVM) pada identifikasi biometrik telinga.

Manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah dapat menghasilkan sistem pengenalan identifikasi biometrik Telinga yang dapat digunakan dengan baik dan memiliki tingkat akurasi yang tinggi dari penelitian sebelumnya. Sehingga, diharapkan penelitian ini dapat dijadikan sebagai rujukan untuk penelitian selanjutnya.

1.4. Batasan Masalah

Agar penyusunan penelitian ini tidak terlalu melebar dari inti penelitian yang akan dilakukan, maka pada penelitian ini dilakukan pembatasan masalah seperti:

1. Data citra telinga diambil menggunakan kamera *smartphone* Xiaomi Redmi Note 9 Pro pada rentang jarak 15 cm sampai 25cm. Citra yang diambil terdapat bentuk daun telinga utuh yang terdapat bagian tragus, heliks, dan tuberkulum. Menggunakan citra telinga kanan tanpa aksesori dari 5 individu laki-laki dengan total 224 citra, di mana individu pertama memiliki 47 citra, individu kedua memiliki 29 citra, individu ketiga memiliki 42 citra, individu keempat memiliki 53 citra, dan individu kelima memiliki 53 citra.
2. Ekstraksi ciri yang digunakan adalah GLCM.
3. Identifikasi biometrik telinga menggunakan metode algoritma *Support Vector Machine* (SVM)-RBF.

1.5. Sistematika Penulisan

Penelitian ini terbagi kedalam 5 bab dari Pendahuluan, tinjauan pustaka metodologi penelitian, jadwal pelaksanaan dan kesimpulan, isi dari setiap bab tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Pada bab ini menyajikan latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan membahas tentang kajian pustaka berdasarkan penelitian terdahulu, dan beberapa dasar teori biometrik, biometrik Telinga, pengolahan citra digital, ekstraksi ciri GLCM, dan klasifikasi dengan algoritma *Support Vector Machine* (SVM).

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi Pembahasan analisis kebutuhan dari perancangan dan model proses perangkat lunak sistem, sebagai pedoman dalam membangun sistem.

BAB IV: JADWAL PELAKSANAAN

Bab ini berisi tentang rencana jadwal pengerjaan penelitian ini agar dalam proses pengerjaannya dapat diselesaikan dengan efektif dan efisien.

BAB V: KESIMPULAN

Bab ini berisi kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil literatur yang telah dipelajari, untuk membuat sistem identifikasi berdasarkan biometrik Telinga.

BAB V

KESIMPULAN

Bab ini berisi kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil literatur yang telah dipelajari, untuk membuat sistem identifikasi berdasarkan biometrik Telinga.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis hasil efektivitas sistem identifikasi biometrik telinga berbasis tekstur menggunakan *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) untuk ekstraksi fitur dan algoritma *Support Vector Machine* (SVM), maka dapat diambil kesimpulan:

1. Ekstraksi fitur menggunakan *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) yang dilakukan dengan menggabungkan orde pertama dan kedua dengan parameter Entropi, ASM, Kontras, Korelasi, dan IDM. Uji coba dilakukan dalam tiga skenario berbeda, di mana sudut orientasi citra digabungkan, yaitu 0° , 45° , 90° , dan 135° . Setiap individu menunjukkan perubahan signifikan dalam nilai citra yang dihasilkan dari skenario yang berbeda, yang pada akhirnya mempengaruhi tingkat akurasi yang dicapai.
2. Metode SVM (*Support Vector Machine*) digunakan dengan menggunakan kernel *Gaussian* atau *Radial Basis Function* (RBF). Dengan *soft margin*, yang memungkinkan model untuk mengatasi data yang tidak dapat dipisahkan secara sempurna. Model SVM ini menunjukkan hasil pelatihan yang sangat baik dengan akurasi keseluruhan sebesar 98,9%, dan hasil pengujian menunjukkan kinerja yang cukup baik dengan total akurasi sekitar 80%, menandakan kemampuannya dalam mengklasifikasikan sebagian besar sampel dengan tepat.
3. Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem identifikasi biometrik telinga yang menunjukkan kinerja sangat baik, dengan rerata persentase keberhasilan dari tiga skenario pengujian menggunakan *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) adalah 76%. Keberhasilan per individu bervariasi: individu 1 mencapai 100%, individu 2 mencapai 30%, individu 3 mencapai 100%, individu 4 mencapai 50%, dan individu 5 mencapai 100%. Skenario pengujian

ketiga menghasilkan nilai tertinggi, dengan akurasi mencapai 80%, yang kemudian digunakan sebagai dasar dalam pengembangan sistem biometrik telinga menggunakan *Support Vector Machine* (SVM). Rerata sensitivitas yang diperoleh dari lima skenario pengujian adalah sebagai berikut: 100% untuk individu 1, 30% untuk individu 2, 100% untuk individu 3, 50% untuk individu 4, dan 100% untuk individu 5. Sementara itu, rerata spesifisitas adalah 100% untuk individu 1, 90% untuk individu 2, 85% untuk individu 3, 95% untuk individu 4, dan 100% untuk individu 5. Persentase keberhasilan ini menunjukkan bahwa sistem memiliki performa yang baik dalam mengidentifikasi biometrik telinga pada individu 1 hingga 5. Namun, untuk meningkatkan akurasi dan ketahanan sistem, perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut dengan menambahkan data biometrik lainnya. Sudut orientasi (θ) dan parameter yang digunakan terbukti memiliki pengaruh signifikan terhadap akurasi sistem.

5.2 Saran

Berdasarkan pembahasan sebelumnya, diharapkan adanya penelitian lebih lanjut yang mampu mengatasi kelemahan yang telah diidentifikasi dan memperluas pengembangan dari penelitian ini. Untuk itu, penulis mengajukan saran berikut.

1. Disarankan untuk melakukan pengujian sistem identifikasi biometrik telinga dalam konteks keamanan yang lebih realistis, termasuk pengujian dengan citra yang diambil dari berbagai sumber.
2. Untuk meningkatkan akurasi sistem, penting untuk mengumpulkan data citra telinga dengan kualitas tinggi dan dalam kondisi pencahayaan yang bervariasi. Penelitian lebih lanjut dapat fokus pada teknik pengambilan gambar yang lebih baik dan penggunaan perangkat yang lebih canggih untuk mendapatkan citra yang lebih jelas.
3. Melakukan studi kasus keamanan yang nyata untuk menguji efektivitas sistem dalam situasi yang melibatkan bukti biometrik telinga. Hal ini dapat memberikan wawasan lebih lanjut tentang penerapan sistem dalam praktik keamanan dan tantangan yang mungkin dihadapi.
4. Mengingat kurang cocok dan epektif kedua kombinasi metode GLCM dan SVM untuk objek telinga, disarankan untuk mengeksplorasi metode ekstraksi

fitur dan klasifikasi alternatif yang mungkin lebih sesuai untuk meningkatkan akurasi dan efektivitas sistem identifikasi biometrik telinga.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. I. Putra, M. Ali, S. Yudono, and A. Sujjada, "Perbandingan Ciri Parameter Tapis Gabor untuk Otentikasi Dorsal Hand Vein Menggunakan Artificial Neural Network," *J. Sist. Inf. dan Komput.*, vol. 12, no. 3, pp. 440–446, 2023.
- [2] D. S. Trigueros, L. Meng, and M. Hartnett, "Face Recognition: From Traditional to Deep Learning Methods," no. July, 2018, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1811.00116>
- [3] S. Nikose and H. K. Meena, "Ear-biometrics for human identification," in *Proceedings - 2020 Advanced Computing and Communication Technologies for High Performance Applications, ACCTHPA 2020*, Cochin: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2020, pp. 8–13. doi: 10.1109/ACCTHPA49271.2020.9213190.
- [4] M. Jenadeleh, M. Pedersen, and D. Saupe, "Blind quality assessment of iris images acquired in visible light for biometric recognition," *Sensors (Switzerland)*, vol. 20, no. 5, pp. 1–22, 2020, doi: 10.3390/s20051308.
- [5] B. C. Yadav, S. Merugu, and K. Jain, *Iccce 2018*, vol. 500, no. January. Springer Singapore, 2019. doi: 10.1007/978-981-13-0212-1.
- [6] V. T. Hoang, "EarVN1.0: A new large-scale ear images dataset in the wild," *Data Br.*, vol. 27, p. 104630, 2019, doi: 10.1016/j.dib.2019.104630.
- [7] O. Aiadi, B. Khaldi, and C. Saadeddine, "MDFNet: an unsupervised lightweight network for ear print recognition," *J. Ambient Intell. Humaniz. Comput.*, vol. 14, no. 10, pp. 13773–13786, 2023, doi: 10.1007/s12652-022-04028-z.
- [8] I. Kumaran *et al.*, "Pengenalan Wajah Menggunakan Pendekatan Berbasis Pengukuran dan Metode Segmentasi dalam Berbagai Posisi dan Pencahayaan," *Fidel. J. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 1, pp. 5–8, 2021, doi: 10.52005/fidelity.v3i1.85.
- [9] H. Mehraj and A. H. Mir, "Human Recognition using Ear based Deep Learning Features," *2020 Int. Conf. Emerg. Smart Comput. Informatics, ESCI 2020*, pp. 357–360, 2020, doi: 10.1109/ESCI48226.2020.9167641.
- [10] M. Mursalin, M. Ahmed, and P. Haskell-Dowland, "Biometric Security: A

- Novel Ear Recognition Approach Using a 3D Morphable Ear Model,” *Sensors*, vol. 22, no. 22, 2022, doi: 10.3390/s22228988.
- [11] R. N. Othman, F. Alizadeh, and A. Sutherland, “A Novel Approach for Occluded Ear Recognition Based on Shape Context,” *ICOASE 2018 - Int. Conf. Adv. Sci. Eng.*, pp. 93–98, 2018, doi: 10.1109/ICOASE.2018.8548856.
- [12] S. Mahto, T. Arakawa, and T. Koshinaka, “Ear acoustic biometrics using inaudible signals and its application to continuous user authentication,” *Eur. Signal Process. Conf.*, vol. 2018-Septe, pp. 1407–1411, 2018, doi: 10.23919/EUSIPCO.2018.8553015.
- [13] S. Makaju, S. Chaudhary, and K. Iyer, “Evaluation of morphological variations of external ear between the nepalese and Indian students of a medical college,” *J. Nepal Med. Assoc.*, vol. 56, no. 214, pp. 936–939, 2018, doi: 10.31729/jnma.3912.
- [14] A. Pramanik, A. Gorai, S. Sarkar, and P. Gupta, “A novel feature extraction-based human identification approach using 2D ear biometric,” *Proc. 2018 IEEE Appl. Signal Process. Conf. ASPCON 2018*, pp. 168–172, 2018, doi: 10.1109/ASPCON.2018.8748842.
- [15] S. Ramos-Cooper, E. Gomez-Nieto, and G. Camara-Chavez, “VGGFace-Ear: An Extended Dataset for Unconstrained Ear Recognition†,” *Sensors*, vol. 22, no. 5, pp. 1–21, 2022, doi: 10.3390/s22051752.
- [16] R. Munarto and M. A. S. Yudono, “Klasifikasi Katarak Objek Optic Disc Citra Fundus Retina Menggunakan Support Vector Machine,” *J. Ilm. Setrum Artic. Press*, vol. 8, no. 1, pp. 84–95, 2019.
- [17] S. B. Alagarsamy and M. Kalpana, “Ear Biometric Detection Using Edge-Map Generation Technique,” *2019 Int. Conf. Clean Energy Energy Effic. Electron. Circuit Sustain. Dev. INCCES 2019*, pp. 1–4, 2019, doi: 10.1109/INCCES47820.2019.9167717.
- [18] M. A. S. Yudono, R. R. Isnanto, and A. Triwiyatno, “Comparison of Cataract Classification System Based on Retinal Blood Vessels Objects and Retinal Optic Disc Using Backpropagation Neural Network,” *Int. J. Innov. Eng. Technol.*, vol. 18, no. 2, pp. 1–8, 2021, doi: 10.13140/RG.2.2.16638.46408.
- [19] A. Kohlakala and J. Coetzer, “Ear-based biometric authentication through

- the detection of prominent contours,” *SAIEE Africa Res. J.*, vol. 112, no. 2, pp. 89–98, 2021, doi: 10.23919/saiee.2021.9432897.
- [20] A. D. W. M. Sidik *et al.*, “Menerapkan K-Means Clustering untuk Segmentasi Gambar Database Berwarna,” *Fidel. J. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 3, pp. 57–61, 2022, doi: 10.52005/fidelity.v2i3.116.
- [21] H. Nguyen-Quoc and V. T. Hoang, “Gender recognition based on ear images: A comparative experimental study,” *2020 3rd Int. Semin. Res. Inf. Technol. Intell. Syst. ISRITI 2020*, pp. 451–456, 2020, doi: 10.1109/ISRITI51436.2020.9315366.
- [22] R. Munarto, M. A. S. Yudono, and E. Permata, “Automatic Cataract Classification System Using Neural Network Algorithm Backpropagation,” *Proceeding - 2020 2nd Int. Conf. Ind. Electr. Electron. ICIEE 2020*, pp. 101–106, 2020, doi: 10.1109/ICIEE49813.2020.9277441.
- [23] K. Meng, Z. Huang, X. Wang, and K. Wang, “Multimodal Biometric Verification Using Sparse Representation Based Classification,” *2018 3rd IEEE Int. Conf. Image, Vis. Comput. ICIVC 2018*, pp. 26–31, 2018, doi: 10.1109/ICIVC.2018.8492886.
- [24] P. P. Sarangi, M. Panda, S. Mishra, and B. S. P. Mishra, “Multimodal biometric recognition using human ear and profile face: An improved approach,” *Mach. Learn. Biometrics Concepts, Algorithms Appl.*, pp. 47–63, 2022, doi: 10.1016/B978-0-323-85209-8.00003-1.
- [25] A. P. Gopi, R. N. S. Jyothi, V. L. Narayana, and K. S. Sandeep, “Classification of tweets data based on polarity using improved RBF kernel of SVM,” *Int. J. Inf. Technol.*, vol. 15, no. 2, pp. 965–980, 2023, doi: 10.1007/s41870-019-00409-4.
- [26] T. Nanaware, S. Nandargi, K. Parag, and C. Rawat, “EAR BIOMETRIC TECHNIQUES : A,” vol. 6, no. 5, pp. 102–106, 2019.
- [27] A. Kavipriya and A. Muthukumar, *Human Age Estimation based on Ear Biometrics using KNN*. Krishnankoil: 2019 IEEE International Conference on Clean Energy and Energy Efficient Electronics Circuit for Sustainable Development (INCCES), 2019. doi: 10.1109/INCCES47820.2019.9167706.
- [28] M. Alva, A. Srinivasaraghavan, and K. Sonawane, “A Review on

- Techniques for Ear Biometrics,” in *Proceedings of 2019 3rd IEEE International Conference on Electrical, Computer and Communication Technologies, ICECCT 2019*, 2019. doi: 10.1109/ICECCT.2019.8869450.
- [29] S. K. Goel and M. Meduri, “Ear Biometric System using GLCM Algorithm,” *Int. J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 9, no. 10, pp. 68–76, 2017, doi: 10.5815/ijitcs.2017.10.07.
- [30] I. Omara, G. Ma, and E. Song, “LDM-DAGSVM: Learning distance metric via DAG support vector machine for ear recognition problem,” in *IJCB 2020 - IEEE/IAPR International Joint Conference on Biometrics*, Houston: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Sep. 2020. doi: 10.1109/IJCB48548.2020.9304871.
- [31] R. Ahila Priyadharshini, S. Arivazhagan, and M. Arun, “A deep learning approach for person identification using ear biometrics,” *Appl. Intell.*, vol. 51, no. 4, pp. 2161–2172, 2021, doi: 10.1007/s10489-020-01995-8.
- [32] A. Supriyanto, R. Rizal Isnanto, and O. D. Nurhayati, “Robusta Coffee Leaf Disease Classifications Using SVM Method and GLCM Feature Extraction,” *J. Nas. Tek. Elektro Dan Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 4, pp. 241–248, 2023.
- [33] Francis Matheos Sarimole and R. Ridad Diadi, “Klasifikasi Jenis Jamur Menggunakan Ekstraksi Fitur Glcm Dan K-Nearest Neighbor (Knn),” *J. Inform. Teknol. dan Sains*, vol. 4, no. 3, pp. 286–290, 2022, doi: 10.51401/jinteks.v4i3.1996.
- [34] M. Muhathir, M. H. Santoso, and D. A. Larasati, “Wayang Image Classification Using SVM Method and GLCM Feature Extraction,” *J. Informatics Telecommun. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 373–382, 2021, doi: 10.31289/jite.v4i2.4524.
- [35] N. Neneng, A. S. Puspaningrum, and A. A. Aldino, “Perbandingan Hasil Klasifikasi Jenis Daging Menggunakan Ekstraksi Ciri Tekstur Gray Level Co-occurrence Matrices (GLCM) Dan Local Binary Pattern (LBP),” *Smatika J.*, vol. 11, no. 01, pp. 48–52, 2021, doi: 10.32664/smatika.v11i01.572.
- [36] F. D. Adinata and J. Arifin, “Klasifikasi Jenis Kelamin Wajah Bermasker Menggunakan Algoritma Supervised Learning,” *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 6, no. 1, p. 229, 2022, doi: 10.30865/mib.v6i1.3377.

- [37] E. Suryati, Styawati, and A. A. Aldino, "Analisis Sentimen Transportasi Online Menggunakan Ekstraksi Fitur Model Word2vec Text Embedding Dan Algoritma Support Vector Machine (SVM)," *J. Teknol. Dan Sist. Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 96–106, 2023, [Online]. Available: <https://doi.org/10.33365/jtsi.v4i1.2445>
- [38] A. A. Andarinny, C. E. Widodo, and K. Adi, "Perancangan sistem identifikasi biometrik jari tangan menggunakan Laplacian of Gaussian dan ekstraksi kontur," *Youngster Phys. J.*, vol. 6, no. 4, pp. 304–314, 2017.
- [39] F. N. Febriani, A. L. Prasasti, and R. Latuconsina, "Sistem Pengenalan Pembuluh Darah Jari Manusia Menggunakan Metode Local Line Binary Pattern (Llbp)," *e-Proceeding Eng.*, vol. 7, no. 2, pp. 4987–4994, 2020.
- [40] "IET Biometrics - 2020 - Conti - A multimodal retina-iris biometric system using the Levenshtein distance for spatial.pdf."
- [41] F. Pontoh, H. V. F. Kainde, and Y. V. Akay, "Teknik pengenalan pembuluh darah punggung tangan berbasis fitur local binary pattern," *J. Widya*, vol. 2, no. 2, pp. 198–203, 2021, doi: 10.54593/awl.v2i2.15.
- [42] R. Setiawan, "Sistem Identifikasi Sidik Jari Pada Dinas Kepolisian Wilayah Sidoarjo Dengan Kombinasi Metode Galton Henry Dan Transformasi Fourier," *Kurawal - J. Teknol. Inf. dan Ind.*, vol. 4, no. 1, pp. 31–42, 2021, doi: 10.33479/kurawal.v4i1.401.
- [43] L. Ghoulmi, A. Draa, and S. Chikhi, "An efficient feature selection scheme based on genetic algorithm for ear biometrics authentication," *12th Int. Symp. Program. Syst. ISPS 2015*, no. November, pp. 234–238, 2015, doi: 10.1109/ISPS.2015.7244991.
- [44] J. Andika, "Tugas Akhir," 175.45.187.195, p. 31124, 2024, [Online]. Available: [ftp://175.45.187.195/Titipan-Files/BAHAN WISUDA PERIODE V 18 MEI 2013/FULLTEKS/PD/lovita meika savitri \(0710710019\).pdf](ftp://175.45.187.195/Titipan-Files/BAHAN WISUDA PERIODE V 18 MEI 2013/FULLTEKS/PD/lovita meika savitri (0710710019).pdf)
- [45] B. Colao and A. Khachemoune, "Mohs micrographic surgery challenges and new technologies to optimize care of cutaneous malignancies of the ear," *Arch. Dermatol. Res.*, vol. 316, no. 6, p. 320, Jun. 2024, doi: 10.1007/s00403-024-03127-5.

- [46] P. Nurtantio Andono, T. Sutojo, and Muljono, *Pengolahan Citra Digital*, 1st ed. Yogyakarta: Andi, 2017.
- [47] J. Jumadi, Y. Yupianti, and D. Sartika, "Pengolahan Citra Digital Untuk Identifikasi Objek Menggunakan Metode Hierarchical Agglomerative Clustering," *JST (Jurnal Sains dan Teknol.*, vol. 10, no. 2, pp. 148–156, 2021, doi: 10.23887/jstundiksha.v10i2.33636.
- [48] D. Putra and Westriningsih, *Pengolahan citra digital*, 1st ed. Yogyakarta, 2010.
- [49] A. S. Abdul Kadir, "Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra," no. January 2013, pp. 1–468, 2013, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/236673073_Teori_dan_Aplikasi_Pengolahan_Citra#fullTextFileContent
- [50] C. Relf, *Image Acquisition and Processing with LabVIEW*. 2003. doi: 10.1201/9780203487303.
- [51] T. ul Haq and T. Shah, "12×12 S-box Design and its Application to RGB Image Encryption," *Optik (Stuttg.)*, vol. 217, p. 164922, May 2020, doi: 10.1016/j.ijleo.2020.164922.
- [52] O. Marques, *Practical Image and Video Processing Using MATLAB*, vol. 01. Canada: John Wiley & Sons, 2011.
- [53] A. Fauzi, "Pengurangan Derau (Noise) pada Citra Paper Dokumen menggunakan Metode Gaussian Filter dan Median Filter," *KAKIFIKOM (Kumpulan Artik. Karya Ilm. Fak. Ilmu Komputer)*, vol. 04, no. 01, pp. 7–15, 2022, doi: 10.54367/kakifikom.v4i1.1871.
- [54] F. Sugandi, "Implementasi Metode Gaussian Filtering Dalam Mengurangi Noise Pada Pengolahan Citra Digital," *Int. Res. Big-Data Comput. Technol. I-Robot*, vol. 7, no. 2, pp. 21–26, 2023, doi: 10.53514/ir.v7i2.237.
- [55] M. F. Cahyadi, S. Syahputra, and M. A. Syari, "Penerapan Metode Thresholding Pada Proses Transformasi Citra Digital," *Educ. J. Ilmu Pendidik. dan Pengajaran*, vol. 1, no. 3, pp. 319–346, 2023, doi: 10.56114/edu.v1i3.422.
- [56] S. Bhahri and Rachmat, "Transformasi Citra Biner Menggunakan," *J. Sist. Inf. dan Teknol. Inf.*, vol. 7, no. 2, pp. 195–203, 2018.

- [57] L. Townsend, K. Brunetti, and A. Hofer, "Threshold Concepts and Information Literacy," *portal Libr. Acad.*, vol. 11, pp. 853–869, Jul. 2011, doi: 10.1353/pla.2011.0030.
- [58] D. T. Panjaitan, "Perbandingan Thresholding Metode Otsu dengan Thresholding dengan Perataan Histogram untuk Menghasilkan Citra Biner Berinformasi Tinggi".
- [59] H. Pangaribuan, "Optimalisasi Deteksi Tepi Dengan Metode Segmentasi Citra," *Inf. Syst. Dev.*, vol. 4, no. 1, pp. 30–38, 2019.
- [60] W. Supriyatin, "Perbandingan Metode Sobel, Prewitt, Robert dan Canny pada Deteksi Tepi Objek Bergerak," *Ilk. J. Ilm.*, vol. 12, no. 2, pp. 112–120, 2020, doi: 10.33096/ilkom.v12i2.541.112-120.
- [61] M. A. Hasan and D. Y. Liliana, "Pengenalan Motif Songket Palembang Menggunakan Deteksi Tepi Canny, PCA dan KNN," *Multinetics*, vol. 6, no. 1, pp. 1–7, 2020, doi: 10.32722/multinetics.v6i1.2700.
- [62] R. A. Saputra, M. A. Rayadin, and W. O. I. Febryanti, "Perbandingan Efisiensi Deteksi Tepi Roberts, Prewitt, dan Canny untuk Identifikasi Kartu Mahasiswa," *J. Inform.*, vol. 10, no. 2, pp. 136–142, 2023, doi: 10.31294/inf.v10i2.16726.
- [63] K. T. Suhanto and G. Gasim, "Identifikasi Kadar Ikan Pada Pempek Dengan Fitur LBP Dan Metode Pengenalan SVM," *J. Algoritm.*, vol. 3, no. 1, pp. 91–98, 2022, doi: 10.35957/algoritme.v3i1.3363.
- [64] K. Riset *et al.*, "KLASIFIKASI KATARAK MENGGUNAKAN NEURAL NETWORK BACKPROPAGATION," 2017.
- [65] H. R. Fajrin, H. A. Nugroho, and I. Soesanti, "Ekstraksi Ciri Berbasis Wavelet Dan Glcm Untuk Deteksi Dini Kanker Payudara Pada Citra Mammogram," *Snst*, pp. 47–52, 2015.
- [66] Obey Al Farobi, "Implementasi Metode Support Vector Machine (Svm) Untuk Mengetahui Respon Masyarakat Indonesia Terhadap Implementasi Metode Support Vector Machine (Svm) Untuk Mengetahui Respon Masyarakat Indonesia Terhadap," *Repository.Uinjkt.Ac.Id*, p. 82, 2021, [Online]. Available: <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/65151%0Ahttps://r>

epository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/65151/1/OBEY AL
FAROBI-FST.pdf

- [67] M. A. T. Siregar and G. Gasim, “Identifikasi Cacat Pada Kayu Menggunakan Fitur Glcm Dengan Metode Svm,” *J. Algoritm.*, vol. 3, no. 1, pp. 22–32, 2022, doi: 10.35957/algoritme.v3i1.2970.
- [68] N. Fitriyah, B. Warsito, and D. A. I. Maruddani, “Analisis Sentimen Gojek Pada Media Sosial Twitter Dengan Klasifikasi Support Vector Machine (Svm,” *J. Gaussian*, vol. 9, no. 3, pp. 376–390, 2020, doi: 10.14710/j.gauss.v9i3.28932.
- [69] A. Samsul, “Klasifikasi Penyakit Retinopati Diabetik Berdasarkan Objek Eksudat Berbasis Tekstur Tapis Gabor Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik,” Universitas Nusa Putra, Sukabumi, 2022.
- [70] I. P. Wahyu, “Perancangan Pengenalan Biometrik Pembuluh Darah Punggung Tangan Menggunakan Tapis Gabor Dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik,” Universitas Nusa Putra, Sukabumi, 2023.
- [71] A. L. I. S. Y. MUCHTAR, “Perancangan Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik Untuk Klasifikasi Katarak Berbasis Tekstur Menggunakan Tapis Gabor Berdasarkan Objek Optic Disc Citra Fundus Retina,” Universitas Diponegoro, Semarang, 2021.

