

IDENTIFIKASI PERSONAL MELALUI IRIS MATA DENGAN MENGUNAKAN METODE *COMPOUND LOCAL BINARY PATTERN* DAN *KLASIFIKASI SUPPORT VECTOR MACHINE*

PERSONAL IDENTIFICATION BASED ON COMPOUND LOCAL BINARY PATTERN AND SUPPORT VECTOR MACHINE ON IRIS MATCHING

Gloria Shekinah Florensia Wahid¹, Rita Purnamasari, S.T., M.T.², Sofia Saidah, S.T., M.T.³

^{1,2,3}. Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Bandung

¹gloriawahid@student.telkomuniversity.ac.id, ²ritapurnamasari@telkomuniversity.ac.id

³sofiasaidahsfi@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Seseorang dapat dikenali berdasarkan identitas maupun ciri-cirinya. Biometrik merupakan sebuah metode dari identifikasi dalam mengenali seseorang berdasarkan karakteristik alami yang didalamnya termasuk karakteristik fisiologis sebagai basisnya. Salah satu karakteristik fisiologis yang dapat dikembangkan dalam mengidentifikasi seseorang adalah dengan iris mata. Pada dasarnya, iris mata yang dimiliki setiap orang keunikan maupun perbedaan yang rinci serta kekonsistenan yang tinggi hingga bertahun-tahun tanpa adanya pembedahan yang menimbulkan kerusakan. Pada penelitian ini digunakan metode *Compound Local Binary Pattern* (CLBP) sebagai ekstraksi ciri dan *Support Vector Machine* (SVM) sebagai metoda klasifikasi iris mata tersebut serta menggunakan klasifikasi *K-Nearest Neighbor* sebagai pembanding. Pada tugas akhir ini telah dilakukan perancangan sistem identifikasi personal dengan citra masukan yaitu iris mata berupa citra digital. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah menghasilkan akurasi tertinggi pada mata kiri sebesar 89,7143% dengan parameter penggunaan enam ciri statistik pada ekstraksi ciri orde pertama, serta fungsi kernel *gaussian* serta dibandingkan dengan menggunakan SVM dengan hasil akurasi sebesar 90%. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, sistem yang telah dibuat mampu mengidentifikasi seseorang melalui iris mata.

Kata Kunci: Biometrik, Iris identification, CLBP, SVM, KNN

Abstract

A person can be identified based on his identity and characteristics. Biometrics is a method of identifying people based on natural characteristics which include physiological characteristics as a basis. One of the physiological characteristics that can be developed in identifying a person is with the iris. Basically, the iris of each person is unique as well as detailed and high consistency differences for years without any surgery that causes damage. In this study a *Compound Local Binary Pattern* (CLBP) method was used as feature extraction and *Support Vector Machine* (SVM) as the iris classification method and used the *K-Nearest Neighbor* classification as a comparison. In this final project, a personal identification system has been carried out with an input image, namely iris in the form of a digital image. The results obtained from this study were to produce the highest accuracy in the left eye at 89.7143% with parameters using six statistical features for first-order feature extraction, as well as *gaussian* kernel functions and compared to using KNN with an accuracy of 90%. From the results of the research that has been done, the system that has been made is able to identify someone through the iris.

Keywords: Biometric, Iris identification, CLBP, SVM, KNN

1. Pendahuluan

Biometrik merupakan salah satu sistem identifikasi yang optimal dan berkaitan dengan teknologi yang digunakan untuk menganalisa karakteristik fisik maupun perilaku individu [1]. Dewasa ini, biometrik menjadi hal yang lebih unggul dibandingkan dengan identifikasi personal dengan kunci rahasia kriptografi dan juga kata sandi [2]. Salah satu karakteristik dalam biometrik adalah karakteristik fisiologis. Karakteristik fisiologis ini mencakup ciri fisik seperti, siluet tangan, ciri khas wajah, pola iris, sidik jari, serta retina mata [3]. Identifikasi iris dianggap merupakan salah satu metode identifikasi biometrik yang stabil maupun ideal karena letaknya yang terproteksi oleh kornea dan juga telah ditemukan fakta bahwa iris mata setiap individu mengandung tekstur yang unik dan berbeda serta sifatnya yang cenderung tidak berubah [2][4]. Iris mata juga dapat mendeteksi kadar kolestrol seseorang [5][6]. Selain itu, mata kiri dan mata kanan seseorang memiliki pola yang unik. Pola iris yang unik ini juga berlaku bagi individu yang kembar identik [7]. Pada penelitian sebelumnya, identifikasi personal

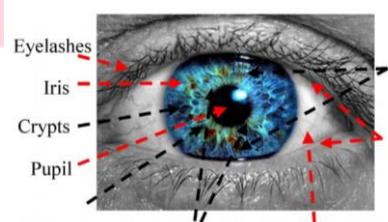
melalui pola iris mata ini menggunakan metode Local Binary Pattern (LBP), Independent Component Analysis (ICA), Principal Component Analysis (PCA) sebagai ekstraksi cirinya dan K-Nearest Neighbor (KNN) sebagai pengklasifikasiannya. Namun, pada tugas akhir ini metode yang digunakan adalah Compound Local Binary Pattern (CLBP) dan Support Vector Machine (SVM) sebagai pengklasifikasiannya serta metode Local Binary Pattern (LBP) untuk ekstraksi ciri dan classifier K-Nearest Neighbor (KNN) sebagai pembandingnya.

Metode CLBP merupakan teknik ekstraksi fitur lokal yang mempertimbangkan tata ruang hubungan antara nilai-nilai piksel yang akan dikodekan serta metode ini memberikan tingkat pengenalan lebih baik dibandingkan teknik LBP. Hal ini dapat dilihat pada penelitian sebelumnya dalam sistem pengenalan individu melalui iris mata dengan menggunakan metode Compound Local Binary Pattern (CLBP) serta Neural Network sebagai classifier-nya. Hasil akurasi dari penelitian yang dilakukan sebelumnya adalah 96% [7]. *Classifier SVM* merupakan salah satu metode klasifikasi dalam pattern recognition yang memetakan suatu data pada konsep pengenalan pola khususnya mengklasifikasi ciri sesuai hyperplane terbaik.

2. Dasar Teori

2.1 Iris Mata

Iris atau selaput pelangi merupakan jaringan berwarna dan melingkar menyerupai cincin yang berada di sekitar daerah pupil serta memiliki pola yang khas dan dapat dijadikan sebagai basis dalam sistem biometrik jufar memiliki tekstur yang amat rinci dan unik untuk setiap orang.



Gambar 1. Anatomi Mata [7].

Keuntungan dari pemakaian iris untuk sistem identifikasi yang dapat diandalkan adalah sebagai berikut [8]

1. Iris terisolasi dan terlindung dari lingkungan luar.
2. Pada iris tidak mungkin dilakukan operasi untuk modifikasi tanpa menyebabkan cacat pada mata.
3. Iris memiliki tanggapan fisiologis terhadap cahaya, yang memungkinkan pengujian alami terhadap kemungkinan adanya penipuan serta penggunaan lensa mata palsu dan lain sebagainya.

2.2 Citra Digital

Citra adalah gambar pada bidang dua dimensi. Citra yang dihasilkan dari representasi oleh fungsi malar (kontinu) menjadi nilai-nilai diskrit yang disebut digitalisasi merupakan digital [9].

2.2.1 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital adalah pemrosesan citra dua atau tiga dimensi dengan menggunakan komputer dan juga termasuk gambar dua dimensi dan gambar yang diekspresikan masing-masing terdiri dari gambar digital pada set piksel komputer [10]. Operasi pada pengolahan citra memiliki banyak ragam, namun secara umum dapat diklasifikasikan sebagai berikut, antara lain perbaikan kualitas citra, pemugaran citra, pemampatan citra, segmentasi citra, pengorakan citra dan rekonstruksi citra.

2.2.2 Jenis-jenis Citra Digital

Terdapat beberapa jenis citra digital yang sering digunakan, antara lain citra biner, citra grayscale serta citra warna, antara lain [11];

- a. Citra Biner (Monokrom)
Citra biner merupakan warna yang terdiri dari hitam dan putih. Dalam menyimpan kedua warna ini dibutuhkan 1 bit di memori
- b. Citra *Grayscale* (Skala Keabuan)
Pada citra grayscale ini, banyaknya warna pada citra tergantung jumlah bit yang disediakan di memori untuk menampung kebutuhan warna ini. Semakin besar jumlah bit yang disediakan di memori, semakin halus gradasi warna yang terbentuk
- c. Citra Warna (*True color*)
Setiap piksel pada citra warna mewakili warna yang merupakan kombinasi dari 3 warna dasar (RGB = Red Green Blue). Setiap warna dasar menggunakan penyimpanan 8 bit = 1 byte, yang berarti setiap warna mempunyai gradasi sebanyak 255 warna.

2.2.3 Elemen-elemen Citra Digital

Ada beberapa elemen-elemen yang terdapat pada citra digital, antara lain kecerahan, kontras, kontur, warna, bentuk dan tekstur [11].

2.3 Ekstraksi Ciri Orde Pertama

Ekstraksi ciri orde pertama merupakan metode pengambilan ciri yang didasarkan pada karakteristik histogram citra. Histogram menunjukkan probabilitas kemunculan nilai derajat keabuan piksel pada suatu citra. Dari nilai-nilai pada histogram yang dihasilkan, dapat dihitung beberapa parameter ciri orde pertama, antara lain adalah [12]:

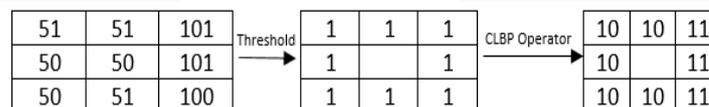
1. Mean (μ)
Menunjukkan ukuran dispersi dari suatu citra
2. Standar Deviasi (σ)
Ukuran variasi atau dispersi dari nilai-nilai data.
3. Variance (σ^2)
Menunjukkan variasi elemen pada histogram dari suatu citra
4. Skewness (α_3)
Menunjukkan tingkat kecondongan relatif kurva histogram dari suatu citra.
5. Kurtosis (α_4)
Menunjukkan tingkat keruncingan relatif kurva histogram dari suatu citra.
6. Entropy (H)
Menunjukkan ukuran ketidakaturan bentuk dari suatu citra.

2.4 Compound Local Binary Pattern (CLBP)

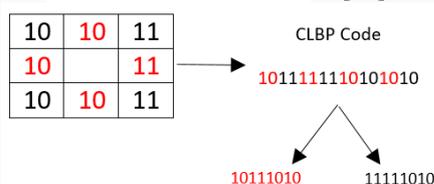
Compound Local Binary Pattern merupakan teknik ini jarang digunakan untuk identifikasi dengan iris mata. Salah satu penelitian yang menerapkan teknik ini adalah Identifikasi personal melalui iris mata menggunakan CLBP dan Neural Network sebagai klasifikasinya [7]. Teknik ini menggunakan bit 2P kode ke piksel pusat berdasarkan nilai abu-abu yang terbentuk dari P tetangga [7]. Jika pada LBP, kode dihitung dengan membandingkan piksel gambar dengan piksel tetangga [13].

$$Z(ip, ic) = \begin{cases} 00 & ip - ic < 0 \quad (|ip - ic| \leq Xavg) \\ 01 & ip - ic < 0 \quad (|ip - ic| > Xavg) \\ 10 & ip - ic \geq 0 \quad (|ip - ic| \leq Xavg) \\ 11 & otherwise \end{cases} \quad (1)$$

Dari persamaan di atas, $Xavg$ merupakan nilai magnitude rata-rata antara pusat dan skala keabuan yang berdekatan. Teknik ini menetapkan 1 bit jika besarnya perbedaan antara piksel pusat dan tetangga lebih dibandingkan dengan $Xavg$. ip mewakili nilai abu-abu piksel tetangga dan pusat. ic mewakili nilai abu-abu piksel pusat [7].



Gambar 2. Teknik CLBP [14].



Gambar 3. Pembagian Dua Sub-CLBP [14].

Setelah menerapkan operator CLBP pada semua piksel gambar dan memisahkan semua pola CLBP 16-bit menjadi pola sub-CLBP yang sesuai, didapatkan dua sub-8-bit kode biner untuk setiap piksel gambar. Jadi, gambar direpresentasikan dari pengkodean untuk kedua sub-CLBP. Histogram dihasilkan dari kedua sub-CLBP yang dikodekan kemudian digabungkan untuk membentuk spasial gabungan histogram. Histogram pada CLBP ini berfungsi sebagai representasi fitur untuk iris mata. Histogram dari kedua sub-CLBP kemudian digabungkan untuk diproses pengenalan seseorang melalui iris mata [14].

2.6 Support Vector Machine (SVM)

Support Vector Machine merupakan pengklasifikasian biner yang secara optimal memisahkan dua kelas data. Terdapat dua aspek penting terhadap pengembangan SVM sebagai *classifier* [15]. Untuk diskusi tentang SVM lebih detail dapat dilihat pada Gambar 2.9 yang menunjukkan klasifikasi biner secara terpisah tanpa kemungkinan data yang miss-classification. Diberikan data x dan y menjadi satu set fitur input vektor dan label kelas secara bergantian. Pasangan vektor fitur input dan label kelas dapat direpresentasikan sebagai tupel $\{x_i, y_i\}$, dimana $i = 1, 2, \dots, N$ dan $y = \pm 1$. Pada kasus linear yang dipisahkan, ada hyperplane yang memisahkan dan mendefinisikan batas antara kelas 1 (dilabeli sebagai $y = 1$) dan kelas 2 (diberi label $y = -1$).

2. 6. 1 Kernel Trick

Kernel *trick* adalah salah satu cara yang dapat membantu untuk memudahkan dalam melakukan klasifikasi dalam bentuk non linear, cukup hanya memahami atau mengetahui fungsi kernel apa yang cocok digunakan dalam kasus non linear yang kita hadapi [15].

Ada beberapa fungsi kernel yang umum digunakan yaitu:

- Kernel linier
- Polynomial
- Radial Basis Function/Gaussian

2. 7 K-Nearest Neighbor (KNN)

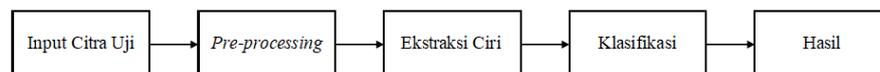
K-NN merupakan algoritma non-parametrik dan dapat digunakan untuk klasifikasi dan regresi dalam aplikasi pengenalan pola. K-NN juga merupakan salah satu algoritma paling sederhana dalam pembelajaran mesin yang berarti juga bahwa ini membutuhkan waktu yang lebih sedikit jika dibanding dengan pengklasifikasi lainnya [16].

Menentukan jarak dari sebuah titik ke sampel yang terdekat dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu [17]:

- Euclidean Distance**
Euclidean Distance merupakan perhitungan antara jarak dua titik yang dituliskan pada persamaan berikut:
- City Block Distance**
City Block Distance merupakan perhitungan jarak antara dua titik dari jumlah perbedaan nilai mutlak koordinat kartesian yang dituliskan pada persamaan berikut:
- Cosine Distance**
Cosine Distance dihitung dengan 1 dikurangi nilai \cos dari sudut antara dua titik yang didefinisikan sebagai berikut:
- Correlation Distance**
Dalam *Correlation Distance*, titik-titik dianggap sebagai barisan nilai, jarak antar nilai x_i dan x_j dengan rumus sebagai berikut:

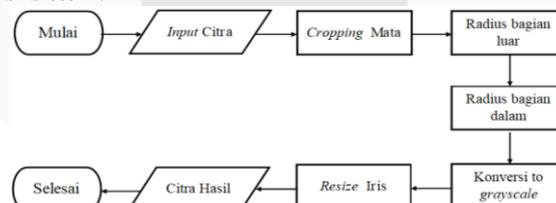
2.8 Perancangan Sistem

Pada penelitian tugas akhir ini, perancangan desain sistem dari identifikasi personal melalui iris mata. Hasil yang ingin dicapai dari penelitian tugas akhir ini adalah sebuah sistem yang dapat mengidentifikasi personal melalui iris mata dengan metode CLBP sebagai ekstraksi ciri dan SVM sebagai klasifikasinya serta hasil yang telah diperoleh kemudian dibandingkan dengan identifikasi personal dengan iris mata menggunakan CLBP sebagai ekstraksi ciri dan K-NN sebagai *classifier*-nya.



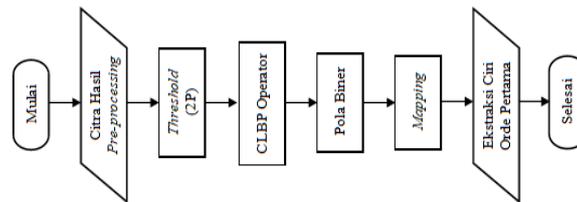
Gambar 3. Blok Diagram Sistem.

Input dari citra uji iris mata diambil dengan menggunakan kamera digital, kemudian pada tahap *pre-processing* proses akan dilakukan proses *cropping* dan *resize* citra yang dapat dilihat pada Gambar... Tahap selanjutnya, yaitu ekstraksi ciri dengan menggunakan *Compound Local Binary Pattern* (CLBP). Citra akan diekstraksi dengan menggunakan parameter yang ada kemudian akan dilakukan proses pengklasifikasian menggunakan SVM untuk didapatkan hasil dari performansi sistem.



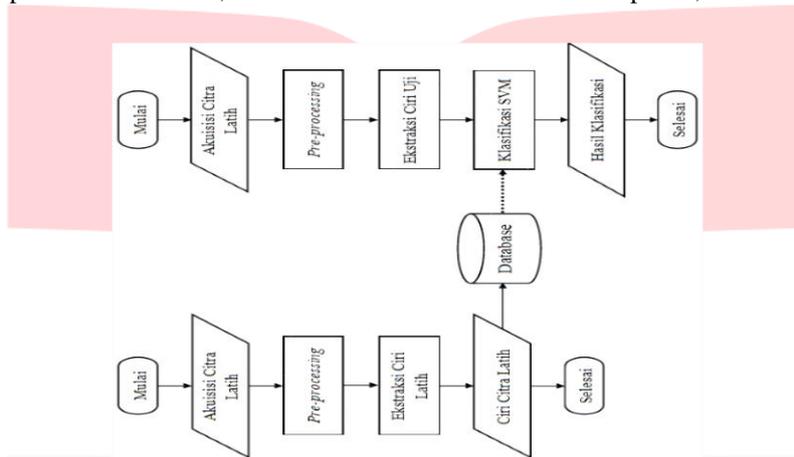
Gambar 4. Tahap Pre-processing.

Setelah proses *pre-processing* dilanjutkan dengan ekstraksi ciri dengan CLBP serta menggunakan ekstraksi ciri statistik orde satu.



Gambar 5. Diagram alir ekstraksi ciri (CLBP).

Citra input yang telah diekstraksi dengan parameter ciri statistik tersebut selanjutnya akan diklasifikasi untuk dikenali dan dilihat hasil performansi sistem menggunakan SVM. Ketika hasil akhir dari citra input yang diproses selesai, maka sistem tersebut dibandingkan dengan menggunakan klasifikasi pembandingan, yaitu KNN dengan melihat parameter performansi sistem, antara lain akurasi dan waktu komputasi, sistem tersebut kemudian dibandingkan.



Gambar 6. Diagram Alir Klasifikasi.

3. Pembahasan

Pengujian sistem yang dilakukan dari penelitian ini berdasarkan beberapa parameter yang diperoleh selama proses sistem. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan keluaran hasil citra iris mata individu untuk dikenali. Untuk mendapatkan keluaran tersebut dilakukan dengan menggunakan empat skenario.

3.1 Pengujian Pengaruh Ukuran Citra dan Jenis SVM Multi-Kelas

Pengujian sistem dilakukan dengan menggunakan parameter *resize* terhadap citra tersebut. Ukuran citra yang digunakan adalah 16x16, 32x32 dan 64x64 dengan menggunakan enam parameter statistik, yaitu *mean*, *standar deviasi*, *kurtosis*, *skewness*, *varian* dan *entropy* serta menggunakan SVM Multikelas OAA dan OAO. Hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Performansi Pengujian Pengaruh Ukuran Citra pada Mata Kanan dan Kiri.

Size	Mata Kanan				Mata Kiri			
	Akurasi (%)		Waktu Komputasi (s)		Akurasi (%)		Waktu Komputasi (s)	
	OAA	OAO	OAA	OAO	OAA	OAO	OAA	OAO
16x16	86,6667	86,9565	73,885	649,53	88,5714	88,8571	66,64	649,635
32x32	88,1159	88,1159	107,87	704,445	89,7143	89,7143	115,15	684,53
64x64	88,0957	88,0855	446,215	994,91	88,8571	88,8571	386,435	848,015

Pada Tabel 3.1 dapat dilihat hasil pengujian mata kiri dan mata kanan pada saat menggunakan ukuran citra 32x32 serta SVM OAA menghasilkan akurasi paling baik digunakan dibanding ukuran 16x16 dan 64x64. Untuk SVM OAO, hasil dari akurasi pada ukuran citra 32x32 sama dengan SVM OAA sebesar 88,1159%, namun dibutuhkan waktu komputasi yang jauh lebih besar dibandingkan dengan SVM OAA. Sedangkan untuk waktu komputasi pada ukuran 16x16 untuk SVM OAA dan OAO lebih kecil namun tingkat keakuratannya tidak lebih baik dari *size* 32x32

3. 2 Pengujian Pengaruh Fungsi Kernel

Pada pengujian sistem ini, penulis membandingkan hasil performansi sistem yang didapat dengan parameter fungsi kernel, yaitu *gaussian*, *linear* dan *polynomial* dengan ukuran citra 32 x 32 yang direpresentasikan pada tabel 3.2.

Tabel 2. Hasil Pengujian dengan Parameter Fungsi Kernel.

Fungsi Kernel	MATA KANAN		MATA KIRI	
	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)
Gaussian	88,1159	74,655	89,7143	72,45
Linear	1,7391	87,045	2	76,09
Polynomial	1,4493	72,38	1,4286	70,245

Pada Tabel 3.2 dapat dilihat bahwa fungsi kernel yang digunakan untuk mendapatkan akurasi paling baik pada mata kanan dan mata kiri adalah *gaussian* dengan akurasi pada mata kanan sebesar 88,1159% dan pada mata kiri sebesar 89,7143% sedangkan nilai akurasi dan waktu komputasi pada fungsi kernel *linear* dan *polynomial* menghasilkan perbedaan yang signifikan dan sangat kecil dibanding dengan *gaussian*.

3.3 Pengujian Pengaruh Parameter Ciri Statistik

Pada tahap pengujian sistem ini, penulis melakukan pengujian sistem untuk memperoleh nilai akurasi dan waktu komputasi terhadap pengaruh parameter ciri statistik orde pertama. Ciri statistik yang digunakan adalah *mean*, *variance*, *standard deviasi*, *kurtosis*, *skewness* dan *entropy* dengan ukuran citra 32x32, jenis fungsi kernel *gaussian* serta SVM multi-kelas OAA. Hasil pengujian direpresentasikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian dengan menggunakan Parameter Ciri Statistik Orde satu.

Ciri Statis	Mata Kanan		Ciri Statis	Mata Kiri	
	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)		Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)
Kurtosis	88,12%	101,885	Kurtosis	89,14%	89,985
Mean	88,70%	91,77	Kurtosis	89,43%	95,97
Kurtosis			Variance		
Kurtosis	88,41%	92,925	Kurtosis	89,43%	89,565
Variance			Variance		
Entropy			Entropy		
Standar Deviasi	88,41%	146,405	Mean	89,43%	89,075
Skewness			Variance		
Kurtosis			Standar Deviasi		
Entropy			Kurtosis		
Mean	88,12%	62,93	Mean	89,43%	58,94
Standar Deviasi			Standar Deviasi		
Kurtosis			Kurtosis		
Variance			Variance		
Entropy			Entropy		
Mean	88,12%	107,87	Mean	89,71%	115,15
Standar Deviasi			Standar Deviasi		
Skewness			Skewness		
Kurtosis			Kurtosis		
Variance			Variance		
Entropy	Entropy				

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada Tabel 4.8 dapat dilihat bahwa dengan menggunakan enam ciri statistik, yang menghasilkan akurasi paling baik adalah mata kanan dengan akurasi sebesar 89,71%. Jika dilihat perbedaan waktu yang diperlukan antara mata kiri dan mata kanan menggunakan enam ciri statis tersebut tidak terlalu signifikan.

3.4 Pengujian dengan Klasifikasi Pemandangan (KNN)

Berdasarkan Tabel 4.9, dapat dilihat bahwa hasil akurasi terbaik dihasilkan dengan menggunakan klasifikasi K-NN serta memerlukan waktu yang lebih sedikit dibanding menggunakan klasifikasi SVM.

Tabel 4. Perbandingan Penggunaan Klasifikasi SVM multi-kelas OAA dengan K-NN terhadap Parameter Performansi.

Klasifikasi	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)
KNN (K = 1)	90	52,185
SVM OAA	89,7143	115,15

Dari Tabel 3.4 dapat disimpulkan bahwa hasil akurasi terbaik dari performansi sistem adalah dengan menggunakan klasifikasi KNN dengan jarak *euclidean* dan nilai K=1. Hal ini dikarenakan jarak ketetanggaan antar dua titik lebih maksimal dibanding dengan ketika data yang akan diklasifikasi menemukan hyperlane terbaik.

3.4 Pengujian dengan Klasifikasi Pemandangan (KNN)

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian sistem yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem pengujian yang dihasilkan mampu mengidentifikasi seseorang melalui iris mata dengan menggunakan metode *Compound Local Binary Pattern* dan klasifikasi *Support Vector Machine*.
2. Mengetahui parameter yang dapat memberikan hasil performansi sistem terbaik, antara lain *resize 32x32*, penggunaan enam ciri statis, SVM Multi-kelas OAA serta fungsi kernel *gaussian*.
3. Dari pengujian mata kiri dan kanan, hasil akurasi terbaik diperoleh pada mata kiri dengan *resize 32x32*, menggunakan fungsi kernel *gaussian* dan SVM multi-kelas *one-against-all* yang berarti performansi yang dihasilkan pada mata kiri lebih baik dari mata kanan dengan akurasi sebesar 89,7143% dan waktu komputasi yang dibutuhkan sebesar 115,15 detik.
4. Hasil dari performansi sistem dengan menggunakan klasifikasi *K-Nearest Neighbor* lebih baik dibandingkan dengan menggunakan klasifikasi *Support Vector Machine*.

Daftar Referensi

- [1] A. A. Andarinny, C. E. Widodo and K. Adi, "Perancangan sistem identifikasi biometrik jari tangan menggunakan Laplacian of Gaussian dan ekstraksi kontur," *Youngster Physics Journal*, pp. 304-314, Oktober 2017.
- [2] E. G. Kristanto, R. Elisa and S. Wangko, "Identifikasi Iris : Opsi Identifikasi Biometrik," *Jurnal Biomedik*, vol. 5, pp. S7-11, November 2013.
- [3] R. R. Isnanto and B. Setiyono, "Identifikasi Iris Mata Menggunakan Tapis Gabor Wavelet dan Jaringan Syaraf Tiruan Learning Vector Quantization (LVQ)," *TEKNIK*, vol. 30, no. 1, pp. 19-24, 2009.
- [4] L. Novamizanti, J. Rahardjo and I. I. Tritoasmoro, "Identifikasi Pola Iris Mata Menggunakan Dekomposisi Transformasi Wavelet dan Levenshtein Distance," *IT Telkom*, 2009.
- [5] M. A. Siddik, L. Novamizanti and I. N. A. Ramatryana, "Deteksi Level Kolestrol melalui Citra Mata Berbasis HOG dan ANN," *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, vol. 7, no. 2, 2019.
- [6] S. Andana, L. Novamizanti and I. N. A. Ramatryana, "Measurement of Cholesterol Conditions of Eye Image Using Fuzzy Local Binary Pattern (FLBP) dan Linear Regression," in *IEEE International Conference on Signals and Systems (ICSigSys)*, 2019.
- [7] P. G. D. G. a. A. D. Krishna Devi, "An Effective Feature Extraction Approach for Iris Recognition System," *Indian Journal of Science and Technology*, vol. 9 (47), 2016.
- [8] A. D. Hartanto, R. R. Isnanto and A. Hidayatno, "Pengenalan Citra Iris Mata Menggunakan Alihragam Wavelet Daubechies Orde 4," *TRANSMISI*, pp. 145-149, 2010.
- [9] R. Munir, *Pengolahan Citra Digital*, Bandung: Penerbit INFORMATIKA, 2004.
- [10] K. A. A, D. Z. M. Abood and D. R. Sharhan, "Identification of the person through the iris of the eye," *European Journal of Material Sciences*, vol. 3, pp. 14-35, March 2016.
- [11] T. Sutoyo, E. Mulyanto, V. Suhartono, O. D. Nurhayati and WJjanarto, *Teori Pengolahan Citra Digital*, 1st ed., B. R. W, Ed., Yogyakarta: Penerbit ANDI, 2009, p. 21.
- [12] U. Ahmad, *Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pemrogramannya*, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2005.
- [13] N. S. S and D. A. M. patil, "Iris Recognition using LBP with Classifiers-KNN and NB," *International Journal of Science and Research (IJSR)*, vol. 4, no. 1, January 2015.
- [14] F. Ahmed, E. Hossain, H. Bari and A. Shihavuddin, "Compound Local Binary Pattern (CLBP) for Robust Facial Expression Recognition," *IEEE International Symposium on Computational Intelligence and Informatics*, pp. 391-395, 2011.

- [15] Hasimah and M. J. E. Salami, "Iris Recognition System Using Support Vector Machines," *Biometric Systems*, pp. 169-182, 2011.
- [16] E. ACAR, "Extraction of texture features from local iris areas by GLCM and iris recognition system based on K-NN," *European Journal of Technic (EJT)*, vol. 6, no. 1, pp. 44-52, 2016.
- [17] M. Elgamal and N. Al-biqami, "An Efficient Feature Extraction Method for Iris Recognition Based on Wavelet Transformation," *International Journal of Computer and Information Technology*, 2013.

