

Ekstraksi Ciri Pada Telapak Tangan Dengan Metode *Local Binary Pattern* (LBP)

Dwi Retnoningrum¹, Agus Wahyu Widodo², Muh. Arif Rahman³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹dwiretnoningrum3@gmail.com, ²a_wahyu_w@ub.ac.id, ³m_arif@ub.ac.id

Abstrak

Ekstraksi ciri dapat dilakukan pada objek dalam bentuk citra dengan menggunakan beberapa fitur. Ekstraksi ciri dapat dipadukan dengan ilmu biometrik. Biometrik merupakan karakteristik fisik atau biologi dan tingkah laku yang unik serta terukur. Identifikasi biometrik dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan keamanan maupun menghindari penggunaan identitas palsu. Dalam penelitian ini, menggunakan telapak tangan sebagai objek penelitian dikarenakan telapak tangan memiliki fitur unik yang berbeda pada setiap individu. Selain fitur unik, luas permukaan telapak tangan menjadi salah satu pertimbangan penulis dalam menentukan objek penelitian. Luas permukaan telapak tangan lebih besar jika dibandingkan dengan luas permukaan salah satu jari. Salah satu metode yang dapat dimanfaatkan dalam proses identifikasi adalah metode ekstraksi ciri LBP (*Local Binary Pattern*) yang menerapkan jarak ketetanggaan dan jumlah tetangga yang dibandingkan. Dimulai dengan tahapan *Pre-processing* yaitu tahap persiapan citra berwarna yang akan dirubah menjadi citra keabuan kemudian dilanjutkan dengan proses *regioning* atau proses pembagian citra menjadi beberapa *region*. Dilanjutkan dengan tahap ekstraksi ciri dengan metode LBP. Hasil akurasi tertinggi yang diperoleh dari penelitian ini sebesar 92,31% dengan jarak ketetanggaan bernilai 2, jumlah tetangga yang dibandingkan = 8, jumlah *region* sebesar 16 dan jumlah pembagian *height* = 4 dan *width* = 4.

Kata kunci: ekstraksi ciri, biometrik, LBP, telapak tangan.

Abstract

Feature extraction can be done on an objects in the form of images using several features. Feature extraction can be combined with the science of biometrics. Biometrics are unique dan measurable physical or biological characteristics. Biometric identification can be used to improve security dan avoid using fake identities. In this case, uses the palm of the object of research because palm has unique features that are different for each individual. In addition to unique features, the palm surface area is one of the authors' considerations in determining the object of research. The surface area of the palm is greater than the surface area of one finger. One method that can be utilized in the identification process is the LBP (Local Binary Pattern) feature extraction method that applies neighboring distances dan the number of neighbors compared. It starts with the Pre-processing stage or the preparation stage of the color image which will be transformed into a gray image dan then followed by a regioning process or image sharing process into several sub-regions. Followed by feature extraction stages with the LBP method. The highest accuracy results obtained from this study amounted to 92.31% with neighboring distance 2, number of neighbors compared = 8, number of regions = 16 dan number of shares height = 4 dan width = 4.

Keywords: feature extraction, biometric, LBP, palm.

1. PENDAHULUAN

Sistem pengenalan individu merupakan sebuah sistem yang digunakan untuk mengenali atau mengetahui identitas individu (*user authentication*). *User authentication* sendiri

merupakan sistem keamanan informasi yang melindungi data dan hak cipta atas informasi yang mereka miliki (Dharavath, Talukdar dan Laskar, 2013). Pada awalnya sistem tersebut masih menggunakan kata sandi yang memiliki kekurangan dimana pengguna sering lupa kata

sandinya dan kata sandi tersebut mudah ditebak oleh orang lain sehingga timbul masalah baru. Contoh masalah tersebut diantaranya adalah pencurian identitas, penggunaan identitas palsu, pelanggaran privasi, penipuan dan masalah-masalah lain yang merugikan orang lain (Bhattacharyya et al., 2009). Dengan demikian pengenalan individu berbasis biometrik diperkenalkan untuk mengatasi masalah tersebut.

Identifikasi biometrik muncul karena sebagai sarana yang kuat untuk mengenali identitas seseorang secara otomatis (Zhang et al., 2003). Biometrik adalah ilmu pengetahuan yang dapat mengenali identitas individu berdasarkan ciri kimia, fisik ataupun perilaku individu tersebut (Jain, Nandakumar dan Nagar, 2008). Sistem Biometrik memanfaatkan fitur seperti suara, iris, sidik jari, telapak tangan, wajah dan lain lain (Han, Guo dan Zhang, 2008). Fitur tersebut bersifat unik dari lahir hingga meninggal dan tidak ada yang memiliki bentuk yang sama meskipun pada orang kembar (Ahmed, 2015).

Fitur biometrik yang digunakan sebagai objek penelitian ini yaitu telapak tangan. Telapak tangan digunakan karena memiliki permukaan yang lebih luas apabila dibandingkan dengan jari tangan. Selain luas permukaan, telapak tangan juga memiliki hasil biometrik yang lebih stabil (Basya et al., 2012). Salah satu proses dalam identifikasi biometrik adalah ekstraksi ciri yang dapat dilakukan pada objek dalam bentuk citra dengan menggunakan beberapa fitur. Fitur-fitur tersebut dapat menjadi parameter yang nantinya akan digunakan untuk membedakan individu satu dengan individu lainnya.

Dalam penelitian ini penulis menggunakan ekstraksi ciri berupa tekstur karena dianggap cocok dengan objek telapak tangan. Selain itu tekstur merupakan fitur dari citra yang sangat kuat untuk *computer vision* dan pengenalan pola (Abdesselam, 2013). Setiap objek di dunia nyata mempunyai tekstur yang berbeda (Abdesselam, 2013). Sejumlah besar teknik yang dirancang yaitu untuk mendeskripsikan, mengklasifikasikan serta mengambil fitur. Ekstraksi fitur dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai metode seperti LBP, *Haar Wavelet*, GLCM dan lain-lain.

Metode ekstraksi ciri yang digunakan adalah metode *Local Binary Pattern* (LBP) karena dianggap sebagai metode yang telah terbukti efektif untuk ekstraksi tekstur serta

invarian terhadap pencahayaan yang berbeda (Ojala, Pietikäinen dan Harwood, 1996). Pada sistem pengenalan wajah dengan menggunakan metode LBP berjalan dengan baik dan memiliki tingkat akurasi sebesar 100% (Mujib, Hidayatno dan Prakoso, 2018). Sama halnya penelitian yang dilakukan untuk pengenalan *finger vein* menggunakan *Local Binary Pattern* memiliki tingkat akurasi sebesar 90% (Sari dan Saputra, 2017). Disamping metode ekstraksi ciri pengenalan individu membutuhkan sebuah metode klasifikasi. Klasifikasi yang digunakan yaitu K-NN.

2. LANDASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Telapak Tangan

Telapak tangan adalah permukaan bagian dalam tangan yang terletak di antara pergelangan tangan dan jari-jari. Telapak tangan adalah biometrik yang dapat diandalkan dan memiliki sifat unik dimana telapak tangan dapat ditangkap oleh perangkat beresolusi rendah serta mengandung fitur tambahan seperti garis utama (*principal lines*), kerutan (*wrinkle*), dan *ridge* (Manegopale, 2014). Oleh sebab itu telapak tangan sangat cocok untuk mengidentifikasi atau memverifikasi individu.

2.2 Biometrik

Biometric merupakan karakteristik fisik (biologi) serta tingkah laku yang unik dan terukur (Dharavath, Talukdar dan Laskar, 2013). Dikatakan unik karena tidak akan ada pola fisik dari seseorang yang sama dari lahir hingga meninggal, meskipun pada orang kembar identik (Ahmed, 2015). *Biometric recognition* dianggap lebih aman dari pada metode autentikasi tradisional karena tanda tangan seseorang dapat dengan mudah lupa dan ditiru (Ali et al., 2016).

2.3 Ekstraksi Tekstur

Ekstraksi ciri tekstur dapat menggunakan ciri statistik orde pertama atau orde dua. Orde pertama didasarkan pada karakteristik histogram citra dan pada umumnya digunakan untuk membedakan tekstur makrostruktur (perulangan periodik pada pola lokal). Orde dua digunakan untuk membedakan tekstur mikrostruktur (pola *local* dan perulangan yang bersifat random dan tidak jelas). Ciri yang telah didapat kemudian digunakan sebagai parameter atau nilai masukan untuk membedakan antara

objek satu dengan yang lainnya menggunakan metode klasifikasi.

2.4 Grayscale

Grayscale atau citra keabuan hanya memiliki satu nilai yang merepresentasikan nilai red, green, blue. Derajat citra keabuan memiliki 8 bit nilai biner atau skala 0-255, dimana nilai 0 berwarna hitam dan 255 berwarna putih. Konversi citra dari warna RGB (Red, Green, Blue) menjadi citra keabuan ditunjukkan pada Persamaan 1.

$$gray = (0.299xR) + (0.587xG) + (0.114xB) \quad (1)$$

Keterangan:

- R = nilai citra pada layer red
- G = nilai citra pada layer green
- B = nilai citra pada layer blue

2.5 Local Binary Pattern (LBP)

Metode Local Binary Pattern pertama kali diperkenalkan oleh Ojala et al. Menurut Ojala et al. Local Binary Pattern merupakan metode yang digunakan sebagai ukuran tekstur grayscale yang terbukti efektif dan invariant terhadap pencahayaan yang berbeda. Metode ini teruji ampuh untuk mendeskripsikan tekstur, karena memiliki daya pembeda yang akurat, serta mempunyai toleransi terhadap perubahan grayscale yang monotonic (Turiyanto, Purwanto dan Dikairono, 2014). LBP dimanfaatkan untuk deskripsi tekstur dan didukung oleh komposisi pola mikro yang dapat dijelaskan oleh sebuah operator(Achsani, Atmaja dan Purnamasari, 2015).

Operator tersebut bekerja dengan cara memberikan label pada piksel dengan melakukan thresholding pada setiap piksel tetangga sebagai nilai tengah dan mengubah hasilnya menjadi nilai 0 atau 1 (biner). Oleh sebab itu Ojala, et al menyebut bahwa fundamental pattern ini sebagai uniform pattern karena mengandung dua bitwise transition dari 0 ke 1 dan sebaliknya. Apabila piksel bernilai kurang dari nilai tengah(piksel yang diolah) maka akan diberi nilai 0, sedangkan piksel yang memiliki nilai lebih dari nilai tengah maka akan diberi nilai 1.

Secara matematis thresholding ditunjukkan oleh Persamaan 3, dan Persamaan 3 untuk menghitung nilai biner dari hasil thresholding menjadi angka desimal.

$$s(x) \begin{cases} 1, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases} \quad (2)$$

$$LBP_{p,r}(x_c, y) = \sum_{p=0}^{p-1} S(g_p - g_c)2^p \quad (3)$$

Keterangan :

- P : banyaknya piksel tetangga
- R : nilai jarak/radius
- g_c : nilai dari piksel x dan y
- g_p : nilai piksel tetangga
- x_c, y_c : koordinat pusat

Untuk mengikut sertakan micro-pattern dari telapak tangan, ekstraksi LBP dilakukan dengan cara membagi citra sama rata menjadi region-region R0,R1,R2,.....Rm. Pada setiap region dilakukan proses LBP yang kemudian menghasilkan histogram. Hasil histogram dari tiap region kemudian di-concat menjadi histogram ciri.

Histogram ciri yang terbentuk menggambarkan tekstur lokal dan bentuk global dari telapak tangan. Beberapa parameter yang dioptimalkan untuk menghasilkan ekstraksi ciri yang lebih baik. Parameter tersebut adalah operator dari LBP dan jumlah pembagian citra (region).

2.6 Histogram

Histogram merupakan diagram yang menggambarkan frekuensi setiap nilai yang muncul di seluruh piksel citra. Histogram sendiri berguna untuk mengamati penyebaran warna serta dapat dipakai sebagai pengambilan keputusan. Akan tetapi histogram tidak mencerminkan urutan posisi warna piksel dalam citra(Kadir, 2014).

2.7 Normalisasi

Normalisasi dilakukan dengan maksud agar tidak terjadi perbedaan nilai yang cukup jauh antara satu fitur dengan fitur histogram yang lain. Secara matematis normalisasi ditunjukkan oleh Persamaan 4.

$$X_{baru} = \left(\frac{x_{lama}}{sum\ x} \right) \quad (4)$$

Keterangan:

- Xbaru : nilai normalisasi
- Xlama : nilai x lama yang belum dilakukan proses normalisasi
- Sum x : merupakan jumlah ari nilai x

2.8 K-NN (K-Nearest Neighbour)

K-Nearest Neighbor (KNN) merupakan algoritme klasifikasi yang cukup sederhana dan terkenal yang diperkenalkan oleh T.M Cover dan P.E Hart San. K-NN tergolong dalam *supervised learning*. *Supervised learning* adalah metode klasifikasi yang terlebih dahulu menyediakan label atau kategori pada data latih. Berikut adalah tahapan dari algoritme K-Nearest Neighbour (Priambodo, Dewi, & Triwiratno, 2015):

1. Menentukan berapa banyak k atau tetangga terdekat dari data latih terhadap data yang diuji.
2. Mencari jarak berdasarkan data latih dan data uji.
3. Mengurutkan data dari yang paling kecil hingga paling besar. Data yang dipakai yaitu telah dilakukan proses perhitungan jarak antara data latih dan data uji.
4. Mengelompokkan data sejumlah k data teratas.
5. Memilih label atau kategori yang paling banyak muncul.

2.9 Perhitungan Jarak Euclidean

Euclidean merupakan metode pengukuran jarak yang digunakan untuk mencari kedekatan antar dua vektor atau lebih. Kedekatan atau kemiripan dapat dicari dengan menggunakan nilai fitur yang dimiliki untuk mengisi vektor. Hasil yang paling kecil merepresentasikan jarak terdekat atau memiliki tingkat kemiripan yang tinggi. Pengukuran jarak *Euclidean* dilakukan dengan menerapkan Persamaan 5.

$$d(x,y) = \sqrt{\sum_{r=1}^n (x_i - y_i)^2} \tag{5}$$

Keterangan:

- $d(x,y)$: Jarak *Euclidean* antara x_i dengan y_i .
- x_i : Data pada x ke- i yang akan dilakukan proses perhitungan.
- y_i : Data pada y ke- i yang akan dilakukan proses perhitungan.

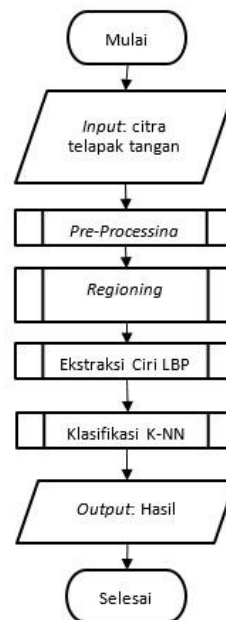
2.10 Perhitungan Akurasi

Perhitungan akurasi digunakan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dari pengujian. Tingkat keberhasilan dapat dicari dengan membagi total data yang benar dengan jumlah seluruh data yang diuji dikalikan 100. Secara matematis perhitungan akurasi ditunjukkan pada

Persamaan 6.

$$Akurasi = \frac{\sum Benar}{\sum Data Uji} \times 100\% \tag{6}$$

3. PERANCANGAN



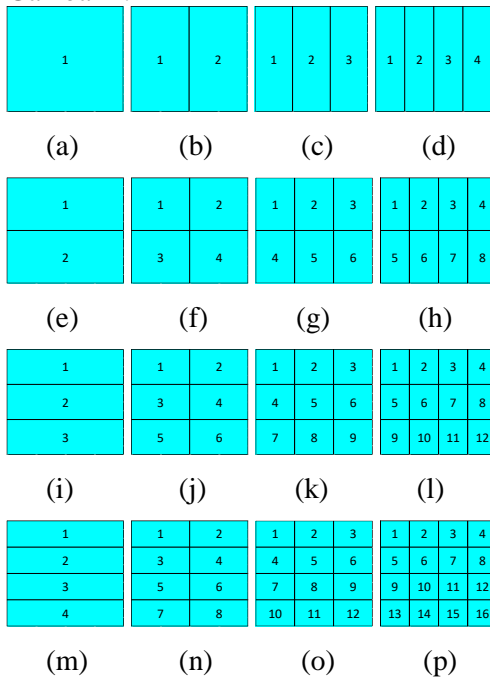
Gambar 1 Diagram Alir Sistem

Alur Algoritme dimulai dari memasukkan *input* berupa citra telapak tangan yang diambil dari database College of Engineering, Pune (http://www.coep.org.in/resources/coeppalmpri_ntdatabase) yang telah dilakukan proses *cropping* manual dengan ukuran 640 x 480 piksel, kemudian dilakukan proses *pre-processing* yaitu dengan cara mengubah citra berwarna menjadi citra keabuan, setelah mendapat citra keabuan selanjutnya dilakukan proses *regioning* yaitu dengan membagi citra menjadi beberapa *region*, setiap *region* diterapkan metode *Local Binary Pattern* sebagai metode ekstraksi ciri, ketika proses LBP selesai ciri yang didapatkan akan dilakukan konkatensi fitur dari tiap sub *region*. Fitur yang telah dikonkatensi nantinya akan dilakukan proses klasifikasi menggunakan K-NN (*K-Nearest Neighbour*).

4. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian dilakukan bertujuan untuk mengetahui apakah algoritme dari penerapan metode *Local Binary Pattern* untuk ekstraksi ciri pada telapak tangan yaitu:

1. Menguji jumlah *region* dan nilai pembagian dari *height* dan *width* citra yang ditunjukkan Gambar 2.



Gambar 2 Pembagian Region

Penjelasan pembagian region ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Pembagian Region

Gambar	Jumlah region	Height	Width
a	1	1	1
b	2	1	2
c	3	1	3
d	4	1	4
e	2	2	1
f	4	2	2
g	6	2	3
h	8	2	4
i	3	3	1
j	6	3	2
k	9	3	3
l	12	3	4
m	4	4	1
n	8	4	2
o	12	4	3
p	16	4	4

2. Menguji parameter *Local Binary Pattern* yaitu nilai jarak tetangga.

Untuk mendapatkan hasil dari skenario pengujian tersebut maka digunakan perhitungan akurasi yang sesuai dengan Persamaan 2.6.

4.1. Pengujian jumlah region, nilai height dan nilai width

Pada pengujian pertama ini bertujuan mencari jumlah *region* dan nilai *height* dan *width* terbaik untuk mengekstraksi ciri pada telapak tangan. Jumlah *region* merupakan hasil dari perkalian nilai *height* dan *width*. Pengujian pada nilai *height* dan *width* yaitu dilakukan dengan cara mengkombinasikan nilai dari *height* dan *width* sehingga berjumlah *n-region* citra telapak tangan. Jumlah *region* dan nilai *height* dan *width* yang akan di uji yaitu terdapat pada Tabel 1.

4.2. Pengujian Jarak Tetangga

Pada pengujian kali ini akan menguji pengaruh parameter *r* atau jarak tetangga dari LBP. Parameter jarak tetangga yang akan diuji yaitu 1, 2, dan 3 dan jumlah cek poin 8.

4.3. Hasil Pengujian Dengan R=1 dan P=8

Tabel 2 Hasil Pengujian R=1, P=8

Height	Width	R = 1 , P = 8		
		Jumlah Salah	Jumlah Benar	Akurasi
1	1	15	63	80.77%
1	2	15	63	80.77%
1	3	13	65	83.33%
1	4	12	66	84.62%
2	1	13	65	83.33%
2	2	12	66	84.62%
2	3	9	69	88.46%
2	4	9	69	88.46%
3	1	10	68	87.18%
3	2	9	69	88.46%
3	3	8	70	89.74%
3	4	7	71	91.03%
4	1	10	68	87.18%
4	2	8	70	89.74%
4	3	8	70	89.74%
4	4	7	71	91.03%

4.4. Hasil Pengujian Dengan R=2 dan P=8

Tabel 3 Hasil Pengujian R=2, P=8

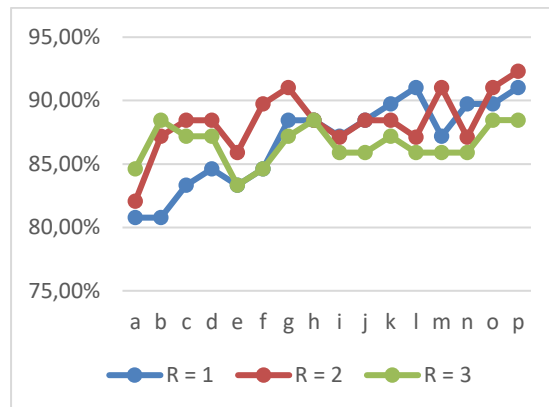
Height	Width	R = 2, P = 8		
		Jumlah Salah	Jumlah Benar	Akurasi
1	1	14	64	82.05%
1	2	10	68	87.18%
1	3	9	69	88.46%
1	4	9	69	88.46%
2	1	11	67	85.90%
2	2	8	70	89.74%
2	3	7	71	91.03%
2	4	9	69	88.46%
3	1	10	68	87.12%
3	2	9	69	88.46%
3	3	9	69	88.46%
3	4	10	68	87.12%
4	1	7	71	91.03%
4	2	10	68	87.12%
4	3	7	71	91.03%
4	4	6	72	92.31%

4.5. Hasil Pengujian Dengan R=3 dan P=8

Tabel 3 Hasil Pengujian R=3, P=8

Height	Width	R = 3, P = 8		
		Jumlah Salah	Jumlah Benar	Akurasi
1	1	12	66	84.62%
1	2	9	69	88.46%
1	3	10	68	87.18%
1	4	10	68	87.18%
2	1	13	15	83.33%
2	2	12	66	84.62%
2	3	10	68	87.18%
2	4	9	69	88.46%
3	1	11	67	85.90%
3	2	11	67	85.90%
3	3	10	68	87.18%
3	4	11	67	85.90%
4	1	11	67	85.90%
4	2	11	67	85.90%
4	3	9	69	88.46%
4	4	9	69	88.46%

Dari percobaan tersebut ditunjukkan oleh grafik yang ditunjukkan Gambar 3



Gambar 3 Grafik Analisis Pengujian

Keterangan Gambar 2 sesuai pada Tabel 1

Dari grafik hasil akurasi pada Gambar 3, terdapat kecenderungan kenaikan nilai akurasi dengan perlakuan *width* berbeda namun *height* yang sama. Misalnya pada pengujian nilai $r=2$ dan *height* bernilai 1, nilai akurasi meningkat dari 82.05%, 87.18%, 88.46%, dan 88.46%. Hasil ini didapatkan dari pengubahan nilai *width* dari 1, 2, 3, dan 4. Hal ini berlaku kepada hampir semua nilai *height* meskipun ada nilai yang mengalami konvergen.

Dari seluruh pengujian hasil terbaik terdapat pada parameter jarak tetangga = 2, jumlah cek poin = 8 yaitu terdiri dari 16 *region* dimana pembagian nilai *height* = 4 dan *width* 4 yaitu sebesar 92.31%.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Semakin banyak jumlah *region* dan pembagian citra telapak tangan yang tepat dengan menggunakan metode *Local Binary Pattern* maka akan menghasilkan hasil yang optimal. Hal ini terjadi karena semakin banyak jumlah *region* maka semakin banyak fitur lokal yang terbentuk. Hasil akurasi terbaik yaitu 92.31% dengan jumlah *region* sebanyak 16.
2. Parameter jarak tetangga dari metode *Local Binary Pattern* mempengaruhi hasil akurasi. Ketika jarak tetangga bernilai 1 maka hasil yang didapatkan akan lebih stabil dan meningkat, ketika jarak tetangga bernilai 2 maka akurasi lebih bagus akan tetapi ketika pembagian *height* dan *width* dari citra tidak tepat maka akurasi menurun, untuk jarak tetangga yang bernilai 3 cocok untuk pembagian citra dengan nilai *height* = 1 dan *width* = 2, serta *height* = 2 dan *width*

= 4 ataupun citra yang tidak dilakukan pembagian. Tingkat akurasi tertinggi yaitu pada jarak tetangga = 2 dengan pembagian citra menjadi 16 *region*, *height* = 4 dan *width* = 4 yaitu sebesar 92.31%. pembagian *height* dan *width* dari citra tidak tepat maka akurasi menurun, untuk jarak tetangga yang bernilai 3 cocok untuk pembagian citra dengan nilai *height* = 1 dan *width* = 2, serta *height* = 2 dan *width* = 4 ataupun citra yang tidak lakukan pembagian. Tingkat akurasi tertinggi yaitu pada jarak tetangga = 2 dan jumlah cek poin = 8 dengan pembagian citra menjadi 16 *region* dan *height* = 4 serta *width* = 4 yaitu sebesar 92.31%.

Berdasarkan hasil dan kesimpulan yang didapat maka penelitian ini dapat disempurnakan dan dikembangkan. Saran yang dapat diberikan oleh peneliti untuk penelitian berikutnya yaitu:

1. Menggunakan ROI untuk melakukan proses *cropping* manual.
2. Menggunakan telapak tangan kanan dan kiri sebagai data latih.
3. Menggunakan telapak tangan yang memiliki *rotasi* yang berbeda.
4. Mengoptimasi parameter jumlah cek poin pada LBP.
5. Menerapkan proses *regioning* atau pembagian citra setelah dilakukan proses ekstraksi ciri LBP.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Abdesselam, A., 2013. Improving Local Binary Patterns Techniques by Using Edge Information. *Lecture Notes on Software Engineering*, [online] 1(4), pp.360–363. Available at: <<http://www.inse.org/show-31-94-1.html>>.
- Achsani, F.N., Atmaja, R.D. dan Purnamasari, R., 2015. Deteksi Adanya Cacat Pada Kayu Menggunakan Metode Local Binary Pattern. 2(1), pp.298–305.
- Adi, Saputra, Tjokorda, A.B.W., 2015. Pengenalan Ekspresi Wajah Menggunakan Local Binary Pattern (LBP). (1103081084).
- Ahmed, Z.S., 2015. Palmprint Recognition with Statistical , Wavelet dan Local Feature Extraction Methods. (February).
- Ali, M.M.H., Mahale, V.H., Yannawar, P. dan Gaikwad, A.T., 2016. Study Of edge Detection Detection Methods Based On Palmprint Lines. *International Conference on Electrical, Electronics, dan Optimization Techniques, ICEEOT 2016*, (October 2017), pp.1334–1338.
- Amynarto, N., Sari, Y.A. dan Cahyawihandika, R., 2018. Pengenalan Emosi Berdasarkan Ekspresi Mikro Menggunakan Metode Local Binary Pattern. 2(10), pp.3230–3238.
- Basya, I.M., Wirayuda, T.A.B., Rachmawati, E. dan Kunci, K., 2012. Sistem identifikasi biometrik telapak tangan manusia menggunakan metode haar wavelet dan support vector machine (svm).
- Bhattacharyya, D., Ranjan, R., a, F.A. dan Choi, M., 2009. Biometric Authentication : A Review. *International Journal of Service, Science dan technology*, 2(3), pp.13–28.
- Bustami, 2014. Penerapan Algoritma Naive Bayes Untuk Mengklasifikasi Data Nasabah Asuransi. *Jurnal Informatika*, 8(1), pp.884–898.
- Dharavath, K., Talukdar, F. a. dan Laskar, R.H., 2013. Study on biometric authentication systems, challenges dan future trends: A review. *2013 IEEE International Conference on Computational Intelligence dan Computing Research*, [online] (July 2014), pp.1–7. Available at: <<http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=6724278>>.
- Han, D., Guo, Z. dan Zhang, D., 2008. Multispectral palmprint recognition using wavelet-based image fusion. *International Conference on Signal Processing Proceedings, ICSP*, pp.2074–2077.
- Ibadurrahman, H., Wirayuda, T.A.B. dan Hevanie, F., 2014. BINARY PATTERN (LBP) DAN PROPAGASI BALIK LEVENBERG MARQUARDT.
- Jain, A.K., Nandakumar, K. dan Nagar, A., 2008. Biometric template security. *Eurasip Journal on Advances in Signal Processing*, 2008.
- Manegopale, P., 2014. A Survey on Palmprint Recognition. 3(2), pp.9085–9094.
- Mujib, K., Hidayatno, A. dan Prakoso, T., 2018. PENGENALAN WAJAH MENGGUNAKAN LOCAL BINARY PATTERN (LBP) DAN SUPPORT

VECTOR MACHINE (SVM).

- N, J.. dan Pato . Millett, L.I., 2010. *Biometric Recognition : Challenges dan Opportunities*. [online] Available at: <http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=12720%0Awww.nap.edu%0Awww.national-academies.org>.
- Ojala, T., Pietikäinen, M. dan Harwood, D., 1996. A comparative study of texture measures with classification based on featured distributions. *Pattern Recognition*, 29(1), pp.51–59.
- Ojala, T., Pietikäinen, M. dan Maenpaa, T., 2002. Multiresolution Gray Scale dan Rotation Invariant Texture Classification with Local Binary Patterns. *Proceedings - International Conference on Image Processing, ICIP*, 24(7), pp.1852–1855.
- Purnamasari, I., Sutojo, T., Informatika, J., Dian, U. dan Semarang, N., 2017. Pengenalan Ciri Garis Telapak Tangan Menggunakan Ekstraksi Fitur (GLCM) Dan Metode K-NN. 10(2), pp.221–229.
- Sari, J.Y. dan Saputra, R.A., 2017. Pengenalan Finger Vein Menggunakan Local Line Binary Pattern dan Learning Vector Quantization. (December).
- Turiyanto, M.D., Purwanto, D. dan Dikairono, R., 2014. Penerapan Teknik Pengenalan Wajah Berbasis Fitur Local Binary Pattern pada Robot Pengantar Makanan. pp.1–6.
- Wibawa, P.A., Wirayuda, T.A.B. dan Hevanie, F., 2014. Sistem Biometrik Berbasis Pola Telapak Tangan Menggunakan Metode Local Binary Pattern Dan Probabilistic Neural Network.
- Zhang, D., Kong, W.K., You, J. dan Wong, M., 2003. Online palmprint identification. *IEEE Transactions on Pattern Analysis dan Machine Intelligence*, 25(9), pp.1041–1050.