

Ekstraksi Ciri Pada Klasifikasi Tipe Kulit Wajah Menggunakan Metode Haar Wavelet

Muhammad Rafi Farhan¹, Agus Wahyu Widodo², Muh Arif Rahman³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹rafi.farhan97@gmail.com, ²a_wahyu_w@ub.ac.id, ³m_arif@ub.ac.id

Abstrak

Kulit wajah merupakan salah satu bagian penting dalam tubuh seseorang. Banyak orang yang melakukan berbagai macam untuk membuat kulit wajahnya supaya terlihat sempurna. Bahkan orang-orang rela menghabiskan banyak uang untuk mendapatkan wajah yang sempurna, mulai dari perawatan dengan dokter terkenal, menggunakan produk mahal atau rela pergi ke luar negeri untuk mendapatkan produk yang cocok dengan kulit wajahnya. Permasalahan yang ada, banyak orang mengalami kesalahan dalam pembelian produk dikarenakan tidak sesuai dengan tipe kulitnya. Dari kesalahan tersebut menyebabkan kulit wajah menjadi timbul jerawat, berkerut karena terlalu kering, dan timbul flek hitam pada wajah. Perlu adanya sistem untuk mempermudah seseorang dalam menentukan tipe kulitnya supaya tidak mengalami kesalahan dalam pembelian produk perawatan wajah. Dengan itu penulis membangun sistem untuk mengklasifikasikan jenis kulit wajah untuk mempermudah seseorang dalam menentukan jenis kulit wajahnya. Dalam membangun sistem ini, penulis menggunakan metode *haar wavelet*. *Haar wavelet* telah dibuktikan mendapatkan hasil yang baik. Akurasi tertinggi yang diperoleh dengan menggunakan metode *haar wavelet* sebesar 90% pada proses deteksi kulit.

Kata Kunci: *haar wavelet, tipe kulit, kulit, wajah*

Abstract

Facial skin is one of the important parts of a human body. Lots of people trying to make their skin flawless. And also, most of them are willing to spend their money to achieve a perfect skin starts from treatment with distinguished doctors, applying expensive skin products or going abroad to get the product that matches with their skin type. The problem is, people are having difficulties on choosing the right product due to the nonconformity between the purchased product with the skin type. Moreover, this problem leads to acne, wrinkles, and black spot on the skin. The need for a system to ease non-expert to determine their skin type. So, they can purchase the product that fits their skin type. Therefore, the author propose to build a classification system which can classify skin types. In building that, the author uses haar wavelet method which is has been proven to get good result. Based on the result of this research, the highest accuracy is 90% in detection type of skin.

Keywords: *haar wavelet, type of skin, skin, face*

1. PENDAHULUAN

Kesehatan seseorang sangat penting untuk dijaga, salah satunya adalah kesehatan kulit. Kulit adalah lapisan terluar dari tubuh yang melindungi organ dalam dan organ penting yang ada di dalam tubuh manusia, selain sebagai pelindung kulit juga dapat digunakan sebagai indikator yang dapat mengindikasikan suatu penyakit, seperti penyakit hepatitis yang di indikasikan perubahan warna menjadi warna kuning (Pratiwi et al., 2017), Kulit terbagi

menjadi beberapa bagian, salah satunya kulit wajah. Kulit wajah adalah kulit yang melindungi bagian dalam dari wajah seperti mata, hidung, mulut, dan lainnya. Kulit wajah digolongkan menjadi beberapa jenis diantaranya adalah kulit normal, kombinasi, berminyak, kering, dan sensitif (Irawati, 2013).

Jenis kulit wajah yang beragam mengakibatkan banyak orang yang mengalami kesalahan dalam pembelian produk untuk perawatan kulit karena kurangnya pengetahuan mengenai analisa kulit yang cocok dan aman

dalam pemakaian produk perawatan kulit tertentu. Sehingga banyak orang yang mengalami kerusakan pada kulit seperti kulit wajah menjadi kusam, iritasi, alergi, dan timbul jerawat (Apriyani et al., 2014). Penelitian yang dilakukan oleh Dwi Sukristiani tahun 2014 mengatakan bahwa sekitar 80% orang kurang mengetahui tentang kosmetika perawatan kulit yang sesuai dengan jenis kulitnya. Banyak yang menggunakan jenis produk kosmetik yang sama dengan temannya meskipun memiliki jenis kulit yang berbeda. Oleh karena itu, perlu adanya diagnosis awal untuk menentukan tipe kulit wajah sebelum berkonsultasi ke Dokter. Diagnosis awal memiliki tujuan untuk membantu para Dokter dalam menentukan jenis tipe kulit pasien. Pada penentuan tipe kulit sebelumnya dilakukan dengan cara melihat gejala-gejala yang timbul pada pasien sementara pada penelitian ini dilakukan dengan melihat texture dari permukaan kulit melalui microscope digital.

Beberapa penelitian terdahulu mengenai pengkategorisasi kulit kering, normal, dan berminyak menggunakan ROI sebagai pre-processing dan dibuat histogram, penelitian ini menggunakan data dari rumah sakit yang sudah di validasi (Arabi et al., 2017). Penelitian selanjutnya mengkategorikan penyakit kulit dengan menggunakan metode *Local Binary Pattern* (LBP) data yang digunakan dari departemen dermatologi dengan periode April 2011 sampai Maret 2012 memberikan akurasi 88,51% (Das et al., 2013), selain itu penelitian yang sama mengkategorikan kulit dengan tekstur GLCM berkaitan data mengenai penyakit kulit melasma memberikan hasil yang baik (Arabi, Joshi dan Vamsha Deepa, 2016). Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Lidya Andriani et al pada tahun 2016 untuk mendeteksi citra jeruk nipis yang busuk menggunakan transformasi *haar wavelet* mendapatkan hasil akurasi sebesar 85%. Penelitian terakhir yaitu mengkategorikan dengan ekstraksi fitur tekstur tekstur dan *Color segmentasi* segmentasi warna dan tekstur memberikann hasil yang baik (Mim, Das dan Kiber, n.d.).

Transformasi Wavelet merupakan transformasi yang memiliki pendekatan linear yang terbaik dalam pengolahan citra (Zhang, Zhang dan Sam Ge, 2004). Ciri pendekatan wavelet adalah kerangka yang umum dan konsisten untuk mewakili suatu operator yang diperlukan dalam pemecahan beragam, permasalahan penting dalam pemrosesan

multiresolusi (Sutarno, 2010). Menurut Darma Putra dalam buku *Pengolahan Citra Digital*, wavelet adalah gelombang sinyal kecil, wavelet merupakan perbaikan dari transformasi Fourier yang tidak dapat mengetahui waktu kapan itu terjadi. Wavelet mempunyai kemampuan untuk mengelompokkan suatu sinyal dengan memberikan informasi mengenai frekuensi dan waktu.

Berdasarkan masalah yang dijelaskan di atas, maka pada penelitian ini akan dilakukan penerapan algoritme tekstur *haar wavelet* untuk mengklasifikasikan tipe kulit wajah, yang mana bertujuan untuk membantu dalam mendiagnosis awal jenis tipe kulit wajah.

2. DASAR TEORI

2.1 Kulit Wajah

Kulit wajah merupakan salah satu organ tubuh manusia yang dapat melindungi otot, tulang yang berada di wajah (Arabi et al, 2017). Kulit wajah mempunyai karakteristik diantaranya kulit normal, berminyak, kering, sensitive (Irawati, 2013).

2.2 Citra Digital

Pengolahan citra digital merupakan bidang ilmu yang mempelajari tentang bagaimana mengolah citra (gambar dalam kondisi diam/ foto atau bergerak/berasal dari *webcam*). Sedangkan digital adalah pengolahan gambar yang dilakukan melalui computer (Sutoyo dk, 2009).

Menurut S. Y Irianto & T. M Zaini pada tahun 2013, jenis – jenis citra digital dapat dijelaskan dibawah ini.

1. Citra Berwarna

Citra berwarna merupakan citra yang menyajikan komponen warna salah satunya yaitu R(*Red*), G(*Green*), B(*Blue*). Komponen citra berwarna memiliki kedalaman warna 8 bit yang nilainya antara 0 sampai 255 dari setiap komponen R, G, dan B. Sehingga warna yang dapat dibentuk dari komponen RGB yaitu $255 \times 255 \times 255 = 16.581.375$ warna.

2. Citra Keabuan

Citra keabuan merupakan jenis citra yang memiliki satu nilai pixel. Citra keabuan memiliki intensitas 0 sampai 255 (Kadir dan Susanto, 2013). Nilai 0 dalam Citra Keabuan mewakili warna hitam dan nilai 255 mewakili warna putih. Berikut ini teknik mengkonversi warna RGB menjadi skala keabuan yang ditunjukkan pada Persamaan 1.

$$G = (0.299 \times R) + (0.587 \times G) + (0.114 \times B) \quad (1)$$

Keterangan:

G = Citra setelah di konversi ke citra keabuan
 R = Citra pada layer *Red*
 G = Citra pada layer *Green*
 B = Citra pada layer *Blue*

2.3 Ekstraksi Fitur

Ekstraksi fitur adalah proses untuk pengambilan ciri dari suatu bentuk objek dalam citra (Pamungkas, Adi, 2015). Dari ciri bentuk objek tersebut dapat diambil nilai yang dapat digunakan untuk proses lebih lanjut. Untuk pengambilan nilai ekstraksi fitur dengan cara menghitung jumlah *pixel* berdasarkan arah penelusuran pada koordinat vertical, horizontal, dan diagonal kiri maupun kanan.

Terdapat macam – macam ekstraksi fitur di dalam pengolahan citra diantaranya ekstraksi fitur berdasarkan bentuk, ekstraksi fitur berdasarkan tekstur, ekstraksi fitur berdasarkan warna.

Metode ekstraksi fitur yang sering digunakan yakni GLCM (*Gray level Co-occurrence Matrix*), CCM (*Color Co-occurrence Matrix*), *Canny Edge Detector*, *Gabor Filters*, *Discrete Wavelet Transform* (DWT). Didalam penelitian ini menggunakan *Discrete Wavelet Transform* (DWT) untuk metode ekstraksi fitur.

Terdapat tahapan dalam ekstraksi fitur dengan menggunakan metode *Discrete Wavelet Transform* (DWT) yaitu:

1. Dekomposisi Wavelet

Di dalam transformasi dekomposisi *wavelet* terdapat dua macam dekomposisi yakni dekomposisi perataan dan dekomposisi pengurangan. Dekomposisi perataan dilakukan dengan menjumlah dua pasang data dan dibagi akar dua, Dekomposisi perataan ditunjukkan pada Persamaan 2.

$$p(x) = \frac{(f(x) + f(x+1))}{\sqrt{2}} \quad (2)$$

Keterangan:

$p(x)$ = nilai hasil perataan
 $f(x)$ = nilai data pertama
 $f(x+1)$ = nilai data kedua

Dekomposisi pengurangan dilakukan dengan mengurangi nilai dari dua pasang data di bagi akar dua. Dekomposisi pengurangan ditunjukkan pada Persamaan 3.

$$p(x) = \frac{(f(x) - f(x+1))}{\sqrt{2}} \quad (3)$$

Keterangan:

$p(x)$ = nilai hasil pengurangan
 $f(x)$ = nilai data pertama
 $f(x+1)$ = nilai data kedua

2. Mean

Mean atau rata-rata merupakan nilai rerata distribusi dari citra (Kadir dan Susanto, 2013). Berikut merupakan cara perhitungan *mean* yang ditunjukkan pada Persamaan 4.

$$\mu = \frac{1}{MN} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} P_{ij} \quad (4)$$

Keterangan:

μ = rata-rata dari citra
 P_{ij} = nilai piksel pada kolom ke-i dan baris ke-j
 M = jumlah kolom dari citra
 N = jumlah baris dari citra.

3. Standar Deviasi

Standar deviasi menjelaskan sesuatu tentang kontras. Standar deviasi menggambarkan penyebaran dalam data (Madenda, 2012). Berikut merupakan cara perhitungan standar deviasi yang ditunjukkan pada Persamaan 5.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{MN} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} (P_{ij} - \mu)^2} \quad (5)$$

Keterangan:

μ = rata-rata dari citra
 P_{ij} = nilai piksel pada kolom ke-i dan baris ke-j
 σ = standar deviasi
 M = jumlah kolom dari citra
 N = jumlah baris dari citra

4. Skewness

Skewness menjelaskan kemiringan relative kurva histogram dari citra (Madenda, 2012). Berikut merupakan cara perhitungan *skewness* yang ditunjukkan pada Persamaan 6.

$$\theta^2 = \frac{1}{MN\sigma^3} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} (P_{ij} - \mu)^3 \quad (6)$$

Keterangan:

μ = Rata-rata dari citra.
 θ^2 = *skewness*.
 P_{ij} = nilai piksel pada kolom ke-i dan baris ke-j.

σ = standar deviasi.
 M = jumlah kolom dari citra.
 N = jumlah baris dari citra.

2.4 Klasifikasi

Klasifikasi mempunyai fungsi untuk menilai objek data kemudian mengkategorikan ke dalam kelas tertentu. Dalam klasifikasi ada hal yang harus dilakukan, yaitu pembangunan model *prototipe* untuk dijadikan memori untuk penyimpanan data dan penggunaan model tersebut dapat digunakan sebagai pengenalan agar diketahui objek data di kelaskan (Prasetyo, Eko, 2012). Contoh metode klasifikasi antara lain, K-NN (*K-nearest Neighbors*), SVM (*Support Vector Machines*) dan *Naïve Bayes*.

2.5 Support Vector Machines (SVM)

SVM merupakan salah satu metode klasifikasi yang menekankan pada pemaksimalan batas *hyperplane* atau *margin*. Semakin maksimal *hyperplane* maka akan semakin baik hasil klasifikasinya (Prasetyo, 2014). Berikut merupakan cara perhitungan *margin* yang ditunjukkan pada Persamaan 7.

$$\text{margin} = \frac{2}{\|w\|} \quad (7)$$

Keterangan:

$\|w\|$ = *vector* bobot

Untuk hasil *margin* yang maksimal dapat diformulasikan ke dalam *Quadratic Programming* (QP) lalu dihasilkan Persamaan 8 dengan memiliki syarat pada Persamaan 9.

$$\min\left(\frac{1}{2}\|w\|^2 + C \sum_{i=1}^n \xi_i\right) \quad (8)$$

$$y_i(\vec{w} \cdot \vec{x}_i - b) > 1, i = 1, \dots, n \quad (9)$$

Keterangan:

w = *vector* bobot
 x_i = *vector* data ke- i
 b = bias
 ξ = *slack variable*

Dengan menggunakan *Lagrange Multiplier*, optimasi permasalahan menggunakan *dual form* maka permasalahan akan diubah menjadi dualitas *Lagrange Multiplier* berupa L_d yang diformulasikan dengan Persamaan 10.

$$L_d = \sum_{i=1}^N \alpha_i - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \alpha_i \alpha_j y_i y_j x_i x_j \quad (10)$$

Pada persamaan 10 memiliki syarat pada Persamaan 11 dan Persamaan 12.

$$\sum_{i=1}^N \alpha_i y_i = 0 \quad (11)$$

$$0 \leq \alpha_i \leq C, i = 1, 2, \dots, N \quad (12)$$

Keterangan:

α_i = *lagrange multiplier*
 x = *vector* data
 y = kelas target
 L_d = dualitas *lagrange multiplier*
 C = konstanta

Setelah dilakukan pencarian nilai dari *Lagrange Multiplier* selanjutnya dilakukan pencarian vektor bobot. Vektor bobot ditunjukkan dalam Persamaan 13.

$$\vec{w} = \sum_{i=1}^n \alpha_i y_i \vec{x}_i \quad (13)$$

Keterangan:

α_i = *lagrange multiplier*
 y = kelas Target
 \vec{x}_i = vektor Data

Nilai threshold b yang di turunkan dari *Lagrange Multiplier* ditunjukkan pada Persamaan 14.

$$b = \vec{w} \cdot \vec{x}_i - y_i \quad (14)$$

Keterangan:

b = nilai bias
 \vec{w} = *vector* bobot

Setelah di cari vektor bobot akan dilakukan pencarian fungsi keputusan pada Persamaan 15.

$$f(x) = w \cdot x + b \quad (15)$$

Keterangan:

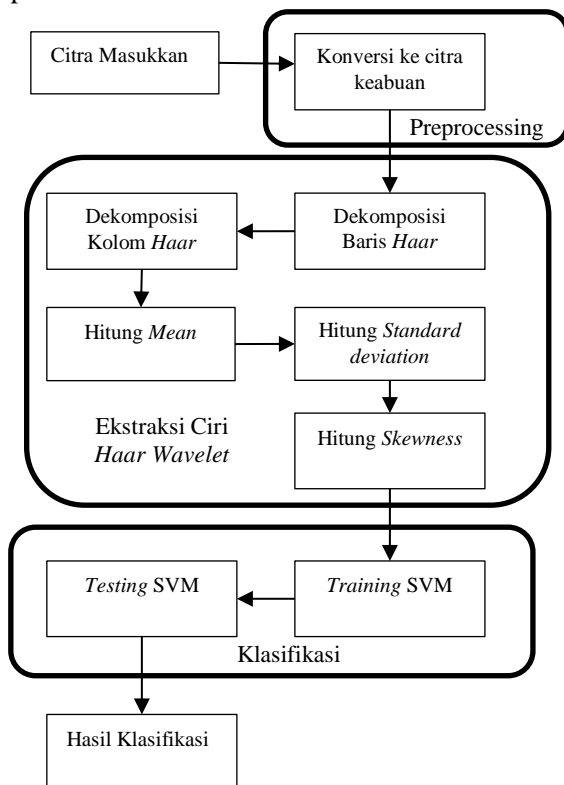
$f(x)$ = fungsi keputusan
 x = vektor data uji
 w = vektor bobot
 b = bias

3. METODELOGI

3.1 Metode Penelitian

Pada metode penelitian ini akan di masukkan data berupa gambar diproses menuju tahapan *preprocessing* untuk diubah gambar dari berwarna menjadi gambar *grayscale*. Hasil gambar *grayscale* selanjutnya akan digunakan untuk tahap ekstraksi ciri dengan menggunakan metode *haar wavelet* yang mana terdiri dari beberapa proses, mula-mula dekomposisi baris dengan perataan dan pengurangan, setelah hasil

dari dekomposisi baris lalu dilakukan proses dekomposisi kolom dengan perataan dan pengurangan, hasil dari dekomposisi kolom menghasilkan empat citra yaitu LL sebagai aproksimasi gambar, sementara LH, HL, dan HH sebagai komponen detail gambar. Setelah itu dilakukan proses perhitungan *mean*, *standard deviation*, dan *skewness* dari masing-masing komponen detail. Tahapan selanjutnya yaitu klasifikasi dengan menggunakan metode SVM. Pada tahapan klasifikasi dibagi menjadi 2 proses yakni *training SVM* dan *testing SVM* yang akan menghasilkan *output* berupa tipe kulit wajah manusia. Metode penelitian yang diusulkan terdapat beberapa tahapan yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode Penelitian yang Diusulkan

3.2 Pengumpulan Data

Pada penelitian ini menggunakan data primer dengan cara mengambil citra kulit manusia. Pengumpulan data diperoleh dari koresponden yang bersedia untuk diambil citra kulit wajahnya. Pengambilan data citra kulit pada posisi koresponden tidak sedang menggunakan *makeup* ataupun pelembab wajah. Pengambilan data citra menggunakan *microscope digital* 1000x yang diambil dengan cara menempelkan alat tersebut ke kulit wajah koresponden. Hasil citra yang telah diambil kemudian diklasifikasikan berdasarkan citra

kulit wajah berminyak dan citra kulit wajah non berminyak atas pertimbangan pakar. Total citra kulit yang dikumpulkan sebanyak 112 citra yang terdiri dari citra kulit wajah berminyak sebanyak 58 dan citra kulit wajah non berminyak sebanyak 54. Citra kulit wajah dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. (a) Citra kulit wajah berminyak, (b) Citra kulit wajah non berminyak

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Bab ini akan dibahas mengenai hasil dari pengujian yang telah dilakukan ada beberapa pengujian diantaranya pengujian pengaruh koefisien lalu pengujian level *haar wavelet*. Pengujian yang pertama dilakukan adalah pengaruh koefisien pada klasifikasi kulit berminyak dan tidak berminyak.

Tabel 1 Hasil Pengujian Koefisien

| No | Koefisien | Akurasi |
|----|-----------|---------|
| 1 | LH | 84.61% |
| 2 | HL | 86.53% |
| 3 | HH | 80.77% |
| 4 | LH-HL | 84.61% |
| 5 | LH-HH | 84.61% |
| 6 | HL-HH | 80.76% |
| 7 | LH-HL-HH | 84.61% |

Dari Tabel 1 dapat diketahui bahwa koefisien HL yang memiliki akurasi yang tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa komponen yang mencirikan untuk kelas berminyak dan kelas tidak berminyak berada pada komponen detail HL, komponen detail HL berada pada tepi arah *vertical* dari citra. Pengujian selanjutnya dilakukan mencari level yang memberikan akurasi yang tinggi. Tabel 2 merupakan hasil pengujian level.

Tabel 2 Hasil Pengujian Level

| No | Koefisien | Level | Akurasi |
|----|-----------|-------|---------|
| 1 | LH | 1 | 84.61% |
| 2 | HL | 1 | 86.53% |
| 3 | HH | 1 | 80.77% |
| 4 | LH-HL | 1 | 84.61% |
| 5 | LH-HH | 1 | 84.61% |
| 6 | HL-HH | 1 | 80.76% |
| 7 | LH-HL-HH | 1 | 84.61% |
| 8 | LH | 2 | 80.76% |
| 9 | HL | 2 | 80.76% |

| | | | |
|----|----------|---|--------|
| 10 | HH | 2 | 90.38% |
| 11 | LH-HL | 2 | 78.84% |
| 12 | LH-HH | 2 | 84.61% |
| 13 | HL-HH | 2 | 90.38% |
| 14 | LH-HL-HH | 2 | 84.61% |

Dari Tabel kedua diketahui bahwa Koefisien pada level 1 terutama koefisien HH memberikan akurasi yang tinggi saat dilevel 2 disebabkan koefisien tersebut pada level 1 ada ciri yang tidak didekomposisikan pada level 1, sebaliknya koefisien LH pada level 1 memberikan akurasi yang tinggi dibanding pada level 2, karena ciri yang penting sudah didekomposisikan pada level 1 sehingga ada ciri yang hilang pada level 2.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dari penelitian ini, terdapat beberapa kesimpulan yakni, metode *haar wavelet* dapat mengkategorikan kulit yang berminyak dan tidak berminyak. Akurasi yang didapatkan pada penelitian ini berkisar 78% pada gabungan koefisien LH-HL dilevel 2, serta memberikan akurasi maksimal sebesar 90% pada koefisien HH dilevel 2.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Adriana, Lidia Sunjoyo et al. 2016. *Implementasi Transformasi Haar Wavelet untuk Deteksi Citra Jeruk Nipis yang Busuk*. Jurnal Informatika Vol 12, No. 2 November 2016
- Apriyani, D. dan Marwiyah, 2014. Journal of Beauty and Beauty Health Education. *Journal of Beauty and Beauty Health Education*, 3(1), hal.1–7.
- Arabi, P.M., Joshi, G., Reddy, R.N., R, A.S. dan S, A.P., 2017. Categorising Normal Skin, Oily Skin and Dry Skin using 4-Connectivity and 8-Connectivity Region Properties. *Int. J. Advanced Networking and Applications*, [daring] 4(4), hal.2016–2018. Tersedia pada: <<http://www.ijana.in/SpecialIssue/A4.pdf>>.
- Arabi, P.M., Joshi, G. dan Vamsha Deepa, N., 2016. Performance evaluation of GLCM and pixel intensity matrix for skin texture analysis. *Perspectives in Science*, [daring] 8, hal.203–206. Tersedia pada: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2213020916300489>>.
- Astuti Hermawati, F., 2009. *Data Mining*. Surabaya.
- Bishop, C.M., 2006. *Pattern Recognition and Machine Learning*. Cambridge.
- Das, N., Pal, A., Mazumder, S., Sarkar, S., Gangopadhyay, D. dan Nasipuri, M., 2013. An SVM Based Skin Disease Identification Using Local Binary Pattern. *Advances in Computing and Communications (ICACC), 2013 Third International Conference on*, hal.208–211.
- Hernandez, R.A., Strum, M., Chau, W.J. dan Gonzalez, J.A.Q., 2009. The Multiple Pairs SMO: A modified SMO algorithm for the acceleration of the SVM training. *Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks*, hal.1221–1228.
- Irawati, L., 2013. Pengaruh Komposisi Masker Kulit Buah Manggis (*Garcinia Mangostana* L) Dan Pati Bengkuang Terhadap Hasil Penyembuhan Jerawat Pada Kulit Wajah Berminyak. *E-Journal*, 02(02), hal.40–48.
- Iriyanto, S.Y & Zaini, T.M. 2013. *Pengolahan Citra Digital*. Bandar Lampung: Anugrah Utama Raharja (AURA)
- Islam, M.N., Gallardo-Alvarado, J., Abu, M., Salman, N.A., Rengan, S.P. dan Said, S., 2017. Skin disease recognition using texture analysis. *2017 IEEE 8th Control and System Graduate Research Colloquium, ICSGRC 2017 - Proceedings*, 1(August), hal.144–148.
- Kadir, A. dan Susanto, A., 2013. *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra Digital*. 22 ed. Yogyakarta.
- Madenda, S., 2015. *Pengolahan Citra & Video Digital*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Maia, D. dan Trindade, R., 2016. Face Detection and Recognition in Color Images under Matlab. *International Journal of Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition*, [daring] 9(2), hal.13–24. Tersedia pada: <http://www.sersc.org/journals/IJSIP/vol9_no2/2.pdf>.
- Mim, M.S., Das, M. dan Kiber, A., n.d. Feature Based Skin Disease Estimation Using Image Processing for Tele dermatology. *2018 International Conference on Computer, Communication, Chemical, Material and Electronic Engineering (IC4ME2)*, hal.1–5.
- Prasetyo, E., 2014. *Data Mining*. Gresik.

- Prasetyo, Eko. 2011. *Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya Menggunakan Matlab*. Penerbit Andi
- Pamungkas, Adi. 2015. *Ekstraksi Ciri Citra*. Diperoleh 7 Agustus 2018, dari <https://pemrogramanmatlab.com/pengolahan-citra-digital/ekstraksi-ciri-citra-digital/comment-page-1/>
- Pratiwi, E., Soekarso, T., Adam, K. dan Setiawaty, V., 2017. Identifikasi Virus Hepatitis A pada Sindrom Penyakit Kuning Akut di Beberapa Provinsi di Indonesia Tahun 2013. *Global Medical & Health Communication (GMHC)*, [daring] 5(3), hal.199. Tersedia pada: <<http://ejournal.unisba.ac.id/index.php/gmhc/article/view/2386>>.
- Putra, Darma, 2013. *Pengolahan Citra Digital*. 19 ed. Yogyakarta.
- Sukristiani, D., 2014. Pengetahuan Tentang Kosmetika Perawatan Kulit Wajah Dan Riasan Pada Mahasiswi Jurusan Kesejahteraan Keluarga Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. *British Journal of Psychiatry*, [daring] 205(01), hal.76–77. Tersedia pada: <https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0007125000277040/type/journal_article>.
- Sutarno, 2010. Analisis Perbandingan Transformasi Wavelet Pengenalan Citra Wajah. *Generic*, 5(2), hal.15–21.
- Tripathy, B.K., Sahu, S.K. dan Barik, K.K., 2015. *A Support Vector Machine Binary Classification and Image Segmentation of Remote A Support Vector Machine Binary Classification and Image Segmentation of Remote Sensing Data of Chilika Lagloon. (July)*.
- Upadhyaya, S. dan Ramsankaran, R.A.A.J., 2014. *Support Vector Machine (SVM) based Rain Area Detection from Kalpana-1 Satellite Data. ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, [daring] II-8(March 2015), hal.21–27. Tersedia pada: <<http://www.isprs-ann-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/II-8/21/2014/>>.
- Zhang, B.-L., Zhang, H. dan Sam Ge, S., 2004. Face Recognition by Applying Wavelet Subband Representation and Kernel Associative Memory. *Journal de Chirurgie*, 126(3), hal.163–168.