

# Model Warna HSCbCrAB untuk Deteksi Kulit Menggunakan PCA-kNN

Tri Afirianto<sup>1</sup>, Faizatul Amalia<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya

<sup>1</sup>tri.afirianto@ub.ac.id (\*)

<sup>2</sup>faiz\_amalia@ub.ac.id

**Abstract**--Skin detection is a process to determine a region whether including skin or not skin. Some digital cameras produce RGB images. In many cases skin detection is transformed from RGB to other color spaces, such as HSV, YCbCr, and CIELAB. Some color spaces have two separate components, namely luminance and chrominance components, whereas the color of the human skin is more commonly in the chrominance component. In this paper, we undertake skin detection studies using chrominance components from the color spaces of HSV, YCbCr, and CIELAB, under the name HSCbCrAB. We use PCA to reduce dimensions and NN as classifier. The results of the study showed good performance in HSCbCrAB color space for skin detection.

**Keywords** — skin detection, pca-knn, hsv, ycbcr, cielab

**Abstrak**—Deteksi kulit merupakan suatu proses untuk menentukan suatu wilayah apakah termasuk kulit atau bukan kulit. Beberapa kamera digital menghasilkan citra RGB. Dalam berbagai kasus deteksi kulit dilakukan transformasi dari RGB ke ruang warna lainnya, seperti HSV, YCbCr, dan CIELAB. Beberapa ruang warna memiliki dua komponen yang terpisah, yaitu komponen luminan dan krominan, sedangkan warna kulit manusia lebih sering berada pada komponen krominan. Dalam paper ini, kami melakukan penelitian deteksi kulit menggunakan komponen krominan dari ruang warna HSV, YCbCr, dan CIELAB, dengan nama HSCbCrAB. Kami menggunakan PCA untuk mengurangi dimensi dan NN sebagai klasifier. Hasil dari penelitian menunjukkan performa yang bagus pada ruang warna HSCbCrAB untuk deteksi kulit.

**Kata Kunci** — deteksi kulit, pca-knn, hsv, ycbcr, cielab

## I. PENDAHULUAN

Banyak penelitian yang tertarik dan tertantang dengan topik deteksi kulit. Topik ini merupakan langkah awal untuk memisahkan bagian antara aktor dengan bagian latar, pelacakan pergerakan aktor, deteksi citra pornografi, pengenalan wajah, identifikasi umur, *augmented reality*, dan masih banyak lagi lainnya. Kakumanu et al. [1] menyatakan bahwa penelitian tentang deteksi kulit mengalami masalah besar, seperti pencahayaan, karakteristik kamera, suku/etnis, karakteristik individu, dan faktor lain, seperti *makeup*, gaya rambut, kacamata, keringat, dan warna latar yang menyerupai warna kulit manusia. Oleh karena itu, penelitian tentang deteksi kulit masih dikembangkan untuk menangani masalah tersebut. Dalam penelitian deteksi kulit, [2] dan [3] menggunakan ekstraksi kulit untuk mendeteksi wajah, [4] dan [5] mendeteksi citra pornografi, sedangkan [6] mendeteksi wajah, mata, hidung, dan tangan kemudian melacak bagian-bagian tubuh tersebut.

Suatu citra dapat dipisahkan antara piksel kulit dan bukan kulit dengan menggunakan klasifikasi, seperti teknik *threshold*, Bayesian Network, dan k Nearest Neighbor (k-NN). Teknik *threshold* memerlukan waktu komputasi yang sangat cepat karena hanya membutuhkan beberapa peraturan klasifikasi [7], akan tetapi teknik ini memiliki kelemahan, karena kurang fleksibel akibat dari peraturan yang bersifat tetap. Dengan jumlah data latih yang sangat besar, waktu komputasi yang dibutuhkan oleh Neural

Network lebih besar daripada Bayesian Network. [8] melakukan kombinasi antara Back-Propagation Neural Network (BPNN) dengan Bayesian Network. Bayesian Network digunakan untuk mendapatkan akurasi dan kehandalan yang lebih baik meskipun dalam kondisi pencahayaan yang berbeda, sedangkan BPNN mampu menyeleksi warna piksel yang menyerupai kulit. [9] dan [10] meneliti pengenalan wajah berdasarkan deteksi kulit menggunakan Principal Component Analysis (PCA) sebagai pereduksi dimensi yang dilanjutkan dengan k-NN sebagai klasifier. Pengenalan wajah menggunakan PCA yang dilanjutkan dengan k-NN mampu mereduksi komputasi akan tetapi tidak menjamin tingkat pengenalan lebih baik bila dibandingkan dengan k-NN sederhana [9]. Tidak seperti yang dilakukan oleh [10] yang menambahkan algoritme AdaBoost dan fitur Gabor untuk membangun sistem pengenalan wajah yang efisien dengan tingkat pengenalan yang tinggi, sehingga sistem mampu mendeteksi wajah manusia dalam kondisi pencahayaan, skala, proses, dan warna kulit yang berbeda.

Secara umum, warna kulit manusia pada suatu citra menggunakan ruang warna RGB yang ditransformasikan menjadi ruang warna lainnya, seperti Normalized RGB (nRGB), YCbCr, HSV, dan CIELAB. Komponen ruang warna terdiri dari komponen krominan dan luminan, sedangkan yang sering digunakan untuk warna kulit manusia adalah komponen krominan. [8] dan [9] menggunakan RGB dan YCbCr, sedangkan [10] hanya

menggunakan YCbCr karena ruang warna ini memberikan hasil yang terbaik untuk warna kulit manusia. Berbeda dengan yang dilakukan oleh [11] yang menggunakan IHLS, HSI, RGB, nRGB, YCbCr, dan CIELAB yang kemudian mengeleminasi komponen luminan: L pada IHLS, I pada HSI, G pada RGB, nG pada nRGB, Y pada YCbCr, dan L pada CIELAB. Dengan melakukan perbandingan untuk setiap ruang warna terhadap RGB diperoleh bahwa CIELAB merupakan yang terbaik, yang diikuti oleh IHLS, HSI, YCbCr, dan nRGB.

Jika suatu citra memiliki ukuran dimensi yang besar dan setiap piksel dijadikan sebagai satu data, maka data yang dihasilkan memiliki jumlah yang sangat besar. Oleh karena itu, jumlah data ini perlu direduksi tanpa meninggalkan karekteristik seluruh data, seperti yang telah diteliti oleh [12] dan [13] menggunakan k-Means. [12] menggunakan k-Means untuk mengambil data secara random dari basis data video yang besar, sedangkan [13] menggunakan k-Means dan k-Medoid untuk mengklasifikasikan 10.000 data yang memiliki karekteristik yang sama.

Oleh karena itu, kami mengajukan metode baru untuk melakukan deteksi kulit menggunakan PCA-kNN pada ruang warna HSCbCrAB. PCA digunakan untuk mereduksi dimensi data fitur dan k-NN sebagai klasifier. Kami menggunakan k-Means untuk mereduksi jumlah data latih sebelum melakukan PCA dan k-NN. Metode ini dipilih karena k-Means sangat sederhana. HSV, YCbCr, dan CIELAB dipilih karena memberikan hasil yang terbaik berdasarkan [11], dan dalam paper ini kami mengajukan model warna baru dengan menghilangkan komponen luminannya (HSCbCrAB).

Struktur dalam paper ini adalah sebagai berikut. Bab 2 menjelaskan tentang langkah penelitian menggunakan metode yang digunakan. Bab 3 menampilkan hasil dan diskusi tentang hasil penelitian. Dan yang terakhir adalah pada Bab 4 kami membahas kesimpulan.

## II. METODE PENELITIAN

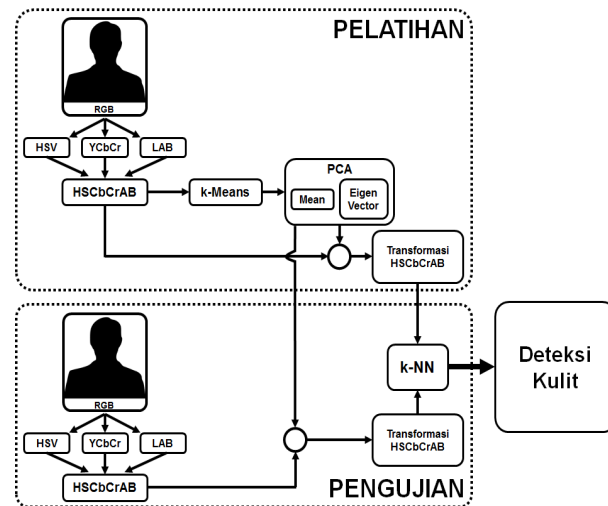
Metode ruang warna HSCbCrAB menggunakan PCA-kNN untuk mendeteksi kulit yang kami ajukan dapat dilihat pada Gambar 1. Dalam metode ini terdapat dua tahap utama, yaitu tahap pelatihan dan tahap pengujian.

### A. Tahap Pelatihan

Pada tahap ini, kami membangun sistem untuk menyimpan kelas setiap piksel dan memilih fitur ruang warna dengan variasi tertinggi berdasarkan PCA. Langkah yang dilakukan pada tahap ini adalah:

1. ruang warna dari citra data latih dikonversi dari RGB menjadi HSV, YCbCr, dan CIELAB,

2. setiap komponen krominan dari ruang warna (HSCbCrAB) diambil kemudian disimpan ke dalam matriks,
3. setiap piksel dari komponen yang telah diambil selanjutnya diberi label sebagai kelas kulit atau bukan kulit,
4. mengurangi jumlah data latih berdasarkan label masing-masing citra sebesar n-kuster dengan menggunakan k-Means,
5. menyimpan pusat setiap kuster sebagai piksel baru,



Gambar 1. Metode yang diusulkan untuk deteksi kulit

6. memilih fitur ruang warna yang memiliki variasi tertinggi menggunakan PCA (memiliki nilai eigen tertinggi),
7. menyimpan nilai *mean* (rerata) dari data latih untuk setiap fitur ruang warna dan vektor eigen yang telah terpilih dari PCA, dan
8. melakukan matriks transformasi data latih terhadap vektor eigen.

### B. Tahap Pengujian

Kami melakukan pengujian terhadap citra data uji dengan mengklasifikasikan menjadi kelas kulit atau bukan kulit. Algoritme deteksi kulit PCA-kNN yang kami ajukan langkah-langkahnya adalah:

1. ruang warna citra data uji dikonversi dari RGB menjadi HSV, YCbCr, dan CIELAB,
2. setiap komponen krominan dari ruang warna (HSCbCrAB) diambil dan disimpan ke dalam suatu matriks,
3. melakukan matriks transformasi data uji dengan menggunakan nilai *mean* (rerata) dan vektor eigen yang

- telah disimpan pada tahap pelatihan (langkah ke-7 tahap pelatihan), dan
4. mengklasifikasikan citra menggunakan k-NN untuk setiap piksel pada transformasi matriks transformasi berdasarkan matriks transformasi data latih (langkah ke-8 tahap pelatihan)

C. Akurasi

Tingkat akurasi dalam penelitian ini berdasarkan nilai persentasi dari *True-Positive-Rate* (TPR) dan *True-Negative-Rate* (TNR) untuk setiap citra data latih. TPR merupakan perbandingan antara *True-Positive* (TP) terhadap jumlah area kulit dalam kelas sebenarnya, sedangkan TNR diperoleh dari perbandingan antara *True-Negative* (TN) dengan jumlah area bukan kulit pada kelas sebenarnya. Penjelasan yang lebih jelas tentang TP dan TN dapat dilihat pada Gambar 2. Jika nilai TPR dan TNR tinggi, maka hasil yang didapatkan memiliki tingkat akurasi terbaik. Perhitungan untuk TPR dan TNR dapat dilihat pada (1).



Gambar 2. Tampilan dari *True-Positive* dan *True-Negative*

$$TPR = \frac{TP}{P} = \frac{TP}{TP + FN} \tag{1}$$

$$TNR = \frac{TN}{N} = \frac{TN}{FP + TN}$$

Perhitungan tingkat akurasi, sebagai tambahan untuk TPR dan TNR, juga dapat dihitung dengan membandingkan jumlah piksel yang memiliki prediksi benar terhadap jumlah seluruh piksel, yang mana persamaannya dapat dilihat pada (2). Jika hasilnya tinggi, maka sistem tersebut dikatakan handal.

$$\text{tingkat akurasi} = \frac{\sum \text{prediksi benar}}{\sum \text{seluruh piksel}} \tag{2}$$

III. HASIL DAN DISKUSI

Dalam bab ini, kami melakukan perbandingan terhadap tiga metode untuk mengevaluasi metode yang diusulkan. Metode yang pertama menggunakan seluruh komponen ruang warna (HSVYCbCrLAB) tanpa

menggunakan PCA pada tahap pelatihan. Metode yang kedua dengan menggunakan komponen krominan (HSCbCrAB) tanpa menggunakan PCA pada tahap pelatihan,. Dan pada metode yang terakhir menggunakan seluruh komponen (HSVYCbCrLAB) dengan menggunakan PCA.

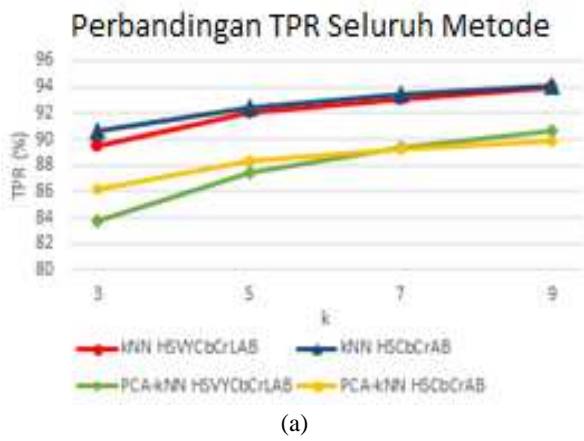
A. Dataset

Data kulit manusia diperoleh dari Patheepan Dataset and Ground Truth [14]. Citra yang diperoleh dalam dataset ini diunduh secara acak dari Google sebagai penelitian tentang deteksi kulit manusia. Citra-citra tersebut diperoleh dari kamera yang berbeda dengan kondisi warna dan pencahayaan yang berbeda. Dataset ini memiliki 32 citra foto wajah dengan subjek tunggal dan latar sederhana dan juga 46 citra foto keluarga dengan subjek banyak dan latar yang kompleks.

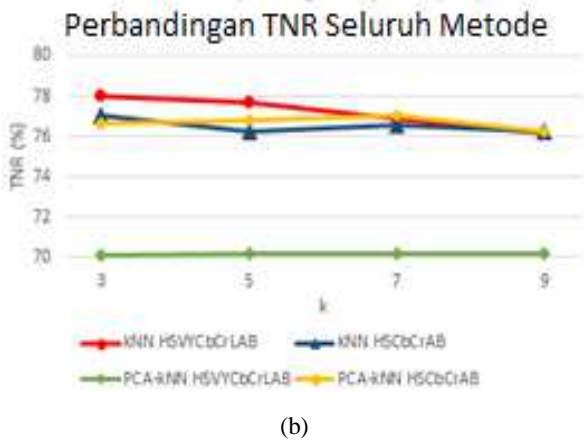
B. Perbandingan dengan Metode Lainnya

Pada Gambar 3 menunjukkan perbandingan performansi dari metode yang diusulkan dan tiga metode lainnya. Dari Gambar 3(a) memperlihatkan bahwa seluruh metode menghasilkan nilai TPR yang terus meningkat dari k = 3 hingga 9, namun demikian, pada Gambar 3(b) terlihat bahwa nilai TNR mengalami penurunan. Berdasarkan Gambar 3(c), akurasi dari metode PCA-kNN untuk seluruh komponen memiliki nilai paling rendah jika dibandingkan dengan yang lainnya. Hal ini disebabkan oleh nilai TNR pada metode PCA-kNN untuk seluruh komponen bernilai paling rendah (Gambar 3(b)). Hal ini menunjukkan bahwa metode tersebut kurang mampu memutuskan apakah suatu piksel merupakan kulit atau bukan kulit. Akurasi tertinggi didapatkan oleh kNN untuk seluruh komponen, yaitu 80,13% pada k = 5, sedangkan metode yang diusulkan menghasilkan performansi yang bagus dengan nilai akurasi tertinggi pada k = 7 dengan nilai 79,09%.

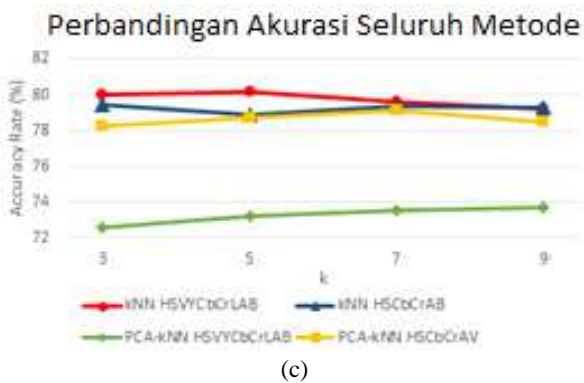
Berdasarkan metode yang diusulkan memiliki hasil akurasi terbaik ketika k = 7. Gambar 4 menampilkan hasil setiap metode untuk masing-masing citra data uji. Untuk setiap metode pada data uji ke 13 dan 16 menghasilkan nilai TPR dan TNR terendah. Nilai TPR rendah karena sistem tersebut tidak mampu mendeteksi warna latar dengan benar, sedangkan nilai TNR rendah diakibatkan oleh sistem yang tidak mampu mendeteksi warna kulit dengan baik. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 5. Pada data uji ke 13, warna kulit pada citra terlihat terang yang mana pada data latih diartikan sebagai bukan kulit, seperti baju dan latar berwarna putih. Dan jika dilihat pada data uji ke 16, warna latar sangat menyerupai warna kulit. Hasil perbandingan dari metode yang diusulkan terhadap yang lainnya dapat dilihat pada Gambar 6.



(a)



(b)



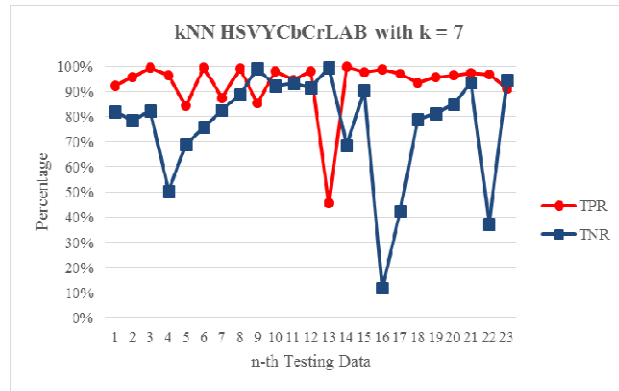
(c)

Gambar 3. Perbandingan Hasil Seluruh Metode untuk (a) TPR, (b) TNR, dan (c) Tingkat Akurasi

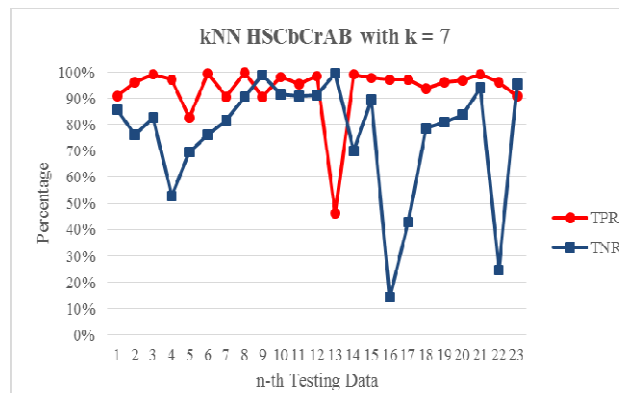
#### IV. KESIMPULAN

Pada penelitian ini kami telah mengusulkan suatu metode untuk mendeteksi kulit manusia menggunakan komponen krominan dari tiga ruang warna, yaitu HSV, YCbCr, dan CIELAB. Metode PCA-kNN HSCbCrAB

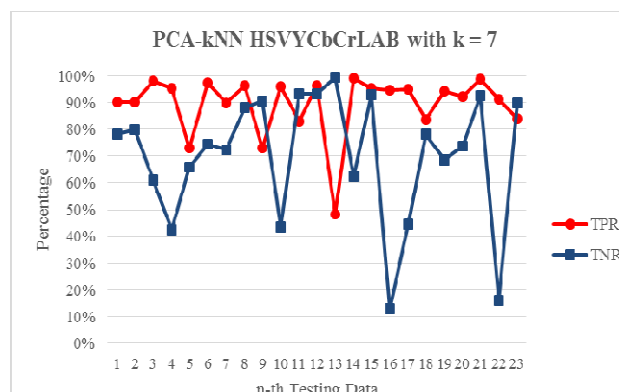
memberikan hasil terbaik pada  $k = 7$  dengan nilai tingkat akurasi 79,09%. Hasil ini masih belum mampu meningkatkan performansi akurasi deteksi kulit, akan tetapi bila dibandingkan dengan kNN HSVYCbCrLAB tidak begitu jauh, dengan perbedaan sekitar 1%. Oleh karena itu, PCA-kNN HSCbCrAB memberikan hasil performansi yang baik untuk deteksi kulit.



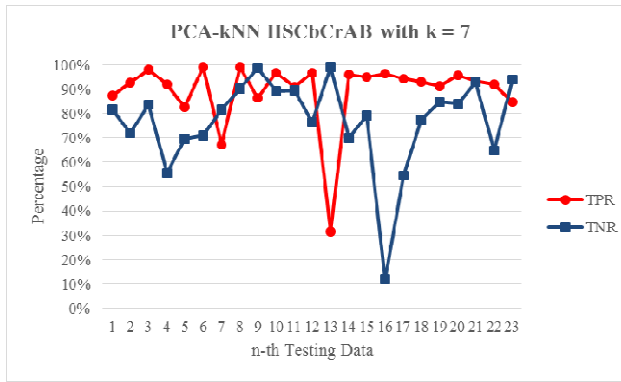
(a)



(b)



(c)

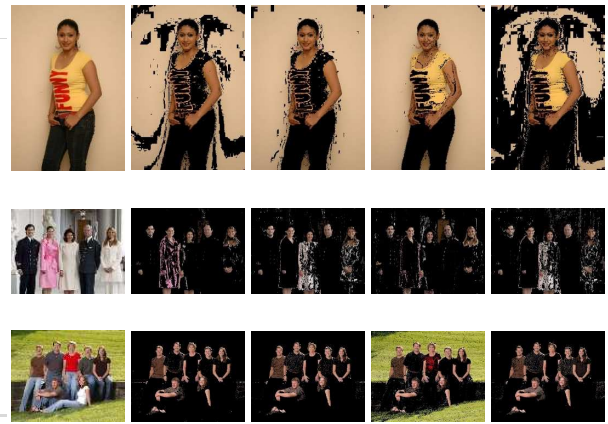
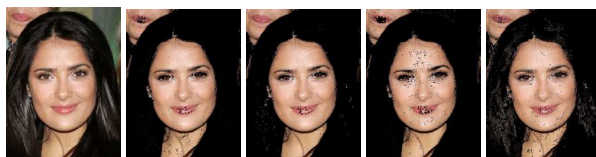


(d)

Gambar 4. Hasil TPR dan TNR Setiap Data Uji ketika k = 7 untuk (a) kNN HSVYCbCrLAB, (b) kNN HSCbCrAB, (c) PCA-kNN HSVYCbCrLAB, dan (d) PCA-kNN HSCbCrAB



Gambar 5. Hasil Deteksi Kulit dari Data Uji ke-13 ketika Nilai TPR Terendah (Baris Pertama) dan Data Uji ke-16 ketika Nilai TNR Terendah (Baris Kedua)



Gambar 6. Perbandingan Metode yang Diusulkan (PCA-kNN HSCbCrAB) dengan Metode Lainnya ketika k = 7. Kolom Pertama Merupakan Citra Masukan, Kedua Hasil kNN Seluruh Komponen, Ketiga Hasil kNN Komponen Krominan, Keempat Hasil PCA-kNN Seluruh Komponen, dan Terakhir Hasil Metode yang Diusulkan

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Kakumanu, S. Makrogiannis, N. Bourbakis, *A survey of skin-color modeling and detection methods*, *Pattern Recognition*. 40(3): 1106-1122., 2007.
- [2] A. Hamdy, M. Elmahdy, M. Elsabrouty, *Face detection using PCA and skin-tone extraction for drowsy driver application*, *Proceedings of ITI 5th International Conference on Information and Communications Technology*. Cairo. 35-137, 2007.
- [3] Y. Ban, S. K. Kim, S. Kim, K. A. Toh, S. Lee, *Face detection Based on Skin Color Likelihood*, *Pattern Recognition*, 47(4): 1573-1585, 2014.
- [4] J. S. Lee, Y. M. Kuo, P. C. Chung, E. L. Chen, *Naked image detection based on adaptive and extensible skin color model*, *Pattern Recognition*. 40(8): 2261-2270, 2007.
- [5] F. Nian, T. Li, Y. Wang, M. Xu, J. Wu, *Pornographic image detection utilizing deep convolutional neural networks*, *Neurocomputing*, 210: 283-293, 2016.
- [6] D. González-Ortega, F. J. Díaz-Pernas, M. Martínez-Zarzuela, M. Antón-Rodríguez, J. F. Díez-Higuera, D. Boto-Giralda, *Real-time hands, face and facial features detection and tracking: application to cognitive rehabilitation tests monitoring*, *Journal of Network and Computer Applications*, 30(4): 447-466, 2010.
- [7] S. Omanovic, E. Buza, I. Basic, *RGB ratios based skin detection*, *Proceedings of the 37th Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*. Opatija. 1348-1353, 2014.
- [8] A. A. Zaidan, N. N. Ahmad, H. A. Karim, M. Larbani, B. B. Zaidan, A. Sali, *Image skin segmentation based on multi-agent learning bayesian and neural network*, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 32: 136-150, 2014.
- [9] F. Z. Chelali, N. Cherabit, A. Djeradi, *Face recognition system using skin detection in RGB and YCbCr color space*, *Proceedings of the 2nd World Symposium on Web Applications and Networking (WSWAN)*. Sousse. 1-7, 2015.
- [10] B. Dhivakar, C. Sri devi, S. Selvakumar, P. Guhan, *Face detection and recognition using skin color*, *Proceedings of the 3rd International Conference on Signal Processing, Communication and Networking (ICSCN)*. Chennai. 1-7, 2015.

- [11] R. Khan, A. Hanbury, J. Stöttinger, A. Bais, *Color based skin classification*, *Pattern Recognition Letters*, 33(2): 157-163, 2012.
- [12] K. Liao, G. Liu, L. Xiao, C. Liu, *A sample-based hierarchical adaptive k-Means clustering method for large-scale video retrieval*, *Knowledge-Based Systems*, 49: 123-133, 2013.
- [13] P. Arora, Dr. Deepali, S. Varshney, *Analysis of k-Means and k-Medoids algorithm for big data*, *Procedia Computer Science*, 78: 507-512, 2016.
- [14] W. R. Tan, C. S. Chan, Y. Pratheepan, J. Condell, *A fusion approach for efficient human skin detection*, *Proceedings of IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 8(1): 138-147, 2012.