



Procedia
Computer Science

www.elsevier.com/locate/procedia

Tersedia online di www.sciencedirect.com

SainsLangsung

Procedia Ilmu Komputer 161 (2019) 74–81

Konferensi Internasional Sistem Informasi Kelima 2019

Pengenalan Bahasa Isyarat Indonesia Berdasarkan Bentuk Gestur Tangan

Dolly Indra^a, Purnawansyah^{a,*}, Sarifuddin Madenda^b, Eri Prasetyo Wibowo^b

^a *Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, 90121, Indonesia*

^b *Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Gunadarma, Jakarta, 16424, Indonesia*

Abstrak

Dalam penelitian ini diusulkan suatu metode pengenalan huruf BISINDO berdasarkan ciri-ciri bentuk tangan yang mengisyaratkan setiap bentuk Huruf BISINDO. Secara garis besar metode ini terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian pertama merupakan bagian dari fitur bentuk database pembentukan huruf BISINDO AZ dan bagian kedua adalah bagian pengenalan huruf BISINDO. Pada bagian pertama terdiri dari akuisisi citra bentuk tangan yang mengisyaratkan setiap huruf BISINDO, proses segmentasi, proses deteksi tepi, proses ekstraksi ciri yaitu nilai probabilitas kemunculan kode rantai bentuk tangan dan proses pembentukan ciri database. Pada bagian kedua terdiri dari proses akuisisi citra bentuk tangan sebagai query huruf BISINDO dilanjutkan dengan proses segmentasi, proses deteksi tepi, Proses ekstraksi dan pengenalan fitur bentuk tangan dengan menggunakan perhitungan selisih jarak antara fitur bentuk kueri ke setiap fitur bentuk dalam fitur database. Proses akuisisi citra pada dua bagian di atas dilakukan secara langsung (real time) melalui Webcam yang terhubung dengan perangkat komputer. Metode di atas telah diimplementasikan ke dalam prototipe antarmuka perangkat lunak pengenalan huruf Bisindo. Hasil percobaan menunjukkan tingkat akurasi pengenalan huruf BISINDO (26 huruf BISINDO A sampai Z) yang mencapai diatas 95%.

© 2019 Penulis. Diterbitkan oleh Elsevier BV

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Peer-review di bawah tanggung jawab komite ilmiah Konferensi Internasional Sistem Informasi Kelima 2019.

Kata kunci: BISINDO; Segmentasi; Deteksi Tepi; Ekstraksi Fitur Bentuk; Pengenalan Bentuk dan Huruf

* Penulis yang sesuai. Telp.: +62-81-355-190-073.
 Alamat email: purnawansyah@umi.ac.id

1877-0509 © 2019 Penulis. Diterbitkan oleh Elsevier BV

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Tinjauan sejawat di bawah tanggung jawab komite ilmiah Konferensi Internasional Sistem Informasi Kelima 2019.

10.1016/j.procs.2019.11.101

1. pengantar

Di Indonesia, orang bodoh menggunakan bahasa isyarat dalam berkomunikasi. Salah satu bahasa isyarat yang digunakan adalah Bahasa Isyarat Indonesia atau dikenal dengan BISINDO. Komunikasi bahasa isyarat dilakukan dengan tangan. Diketahui 26 bentuk tangan yang mewakili 26 huruf BISINDO (A sampai Z) [1]. Bentuk tangan yang mewakili sebuah huruf merupakan hal yang penting dalam gerakan komunikatif karena bahasa isyarat sangat terstruktur dan sangat cocok sebagai testbed [2, 3].

Si bisu dapat saling berkomunikasi namun pada umumnya orang normal membutuhkan penerjemah untuk dapat memahami apa arti dari bentuk gestur tangan bisu tersebut. Penerjemahan otomatis bentuk tangan menjadi karakter alfabet A - Z dapat dilakukan dengan bantuan teknologi informasi. Bentuk gerakan tangan diakuisisi menjadi sebuah citra kemudian dianalisis dengan bantuan berbagai teori pengolahan citra digital. Penelitian ini mengusulkan metode pengenalan huruf BISINDO berdasarkan analisis fitur bentuk tangan yang mewakili huruf BISINDO.

2. Pekerjaan yang berhubungan

Teknologi pengenalan isyarat tangan dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu pengenalan bahasa isyarat berdasarkan computer vision dan pengenalan bahasa isyarat berdasarkan data sensor. Dalam penelitian ini, kami menggunakan pengenalan gestur berdasarkan penglihatan, dimana kamera digunakan sebagai input. Video ditangkap dalam bentuk file video sebelum diproses dengan menggunakan pengolahan citra [4]. Pengenalan gerakan tangan baru-baru ini menjadi bidang penelitian penting yang berfokus pada pengenalan gerakan tangan [5].

Beberapa penelitian tentang bahasa isyarat di Indonesia, yaitu Wijayanti et al. [6], melakukan penelitian tentang gerakan kata dalam bahasa isyarat SIBI menggunakan Kinect. Menggabungkan algoritma Decision Tree dan Back Propagation Neural Network (BPGANN) yang digunakan sebagai metode klasifikasi memberikan tingkat pengenalan 96% untuk gerakan statis. Nicholaus dkk [7], melakukan penelitian tentang bahasa isyarat BISINDO menggunakan Principal Component Analysis (PCA). Hasil yang dicapai dalam penelitian ini, tingkat pengenalan sebesar 67,65% dengan latar belakang dinding berwarna putih dan tingkat pengenalan sebesar 53,23% dengan latar belakang kemeja putih. Asriani, F dan H. Susilawati [8], melakukan penelitian tentang sistem isyarat bahasa isyarat SIBI menggunakan BNN (Back Propagation Neural Network) dengan tingkat pengenalan isyarat tangan statis sebesar 69%. Indra dkk.

3. Metode yang diusulkan

Metode analisis pengenalan huruf BISINDO berdasarkan fitur bentuk ditunjukkan pada Gambar 1. Metode ini terdiri dari dua tahap: tahap pertama adalah pembentukan database fitur bentuk huruf BISINDO (tahap pelatihan di sisi kiri) dan tahap kedua adalah pengenalan huruf BISINDO berdasarkan kesamaan fitur bentuk (tahap pengujian di sisi kanan). Pada tahap pertama terdiri dari lima proses yaitu pra-pemrosesan, segmentasi, deteksi tepi, ekstraksi ciri bentuk dan pembentukan basis data. Pada tahap kedua terdiri dari lima proses yaitu empat proses pertama sama seperti pada tahap pertama dan proses kelima adalah pengenalan huruf BISINDO.

3.1. alfabet bisindo

Input gambar adalah BISINDO AZ. Gambar huruf BISINDO dapat direpresentasikan dengan menggunakan satu tangan dan dua tangan. Huruf BISINDO yang dibentuk dengan menggunakan satu tangan terdiri dari huruf C, E, I, J, L, O, R, U, V dan Z, sedangkan huruf BISINDO yang dibentuk dengan dua tangan terdiri dari huruf A, B, D, F, G, H, K, M, N, P, Q, S, T, W, X dan Y [10]. Beberapa penelitian tentang identifikasi bentuk tangan yang mewakili huruf [11, 12, 13]. Gambar dalam format Merah, Hijau dan Biru (RGB) dan diambil dari webcam langsung untuk digunakan sebagai data pelatihan dan data pengujian. Gambar dari data pelatihan disimpan dalam folder di dalam komputer.



Gambar 1. Sistem pengenalan huruf BISINDO yang diusulkan.

3.2. Pra-Pemrosesan

Pada tahap ini, kami melakukan akuisisi video digital (webcam) dan koreksi kontras. Akuisisi video digital menggunakan format ruang warna YCbCr yang dinyatakan dalam format 'YUY2_320x240' menghasilkan ukuran gambar 320x240 piksel karena ukuran gambar ini sudah baik untuk menghasilkan informasi tentang gambar huruf BISINDO. Selanjutnya kita atur kontras atau kecerahan warna dengan menggunakan koreksi gamma dengan rentang nilai yaitu 0 sampai 1. Untuk nilai (gamma) yang mendekati 1 akan menghasilkan citra warna yang lebih gelap yang mengarah ke hitam, sedangkan untuk nilai (gamma) mendekati 0 maka gambar berwarna lebih cerah yang mengarah ke putih. Berdasarkan percobaan, nilai (gamma) pada pengaturan default adalah 0,5 karena nilai ini sudah baik untuk kecerahan warna gambar. Nilai ini dapat diatur sesuai dengan tingkat presisi yang diinginkan.

3.3. Segmentasi

Tahap segmentasi warna merupakan proses pemisahan area pada suatu citra berdasarkan warna yang terdapat pada citra tersebut. Segmentasi warna ini dapat digunakan untuk membedakan warna kulit manusia dengan warna objek lainnya termasuk background. Model segmentasi ini menggunakan ruang warna YCbCr dan dikenal dengan skin detection [14]. Deteksi warna kulit tangan merupakan proses pemisahan antara piksel kulit dan piksel non-kulit [15]. Pada proses ini terdiri dari beberapa proses yaitu Filtering, Konversi Warna, Ekstraksi Area Kulit dan Morfologi Penutupan.

Tahap penyaringan, pemisahan komponen R (merah), G (Hijau) dan B (Biru) dilakukan terhadap citra yang telah diakuisisi langsung oleh webcam. Tujuannya adalah untuk menemukan nilai terbesar dari setiap komponen warna. Selanjutnya nilai tersebut digunakan untuk melakukan penskalaan nilai komponen warna R, G dan B. Gambar keluaran dari proses penskalaan ini menjadi masukan dari proses penyaringan. Proses penyaringan dengan menggunakan median filter bertujuan untuk mengurangi noise yang terdapat pada citra masukan.

Tahap Color Conversion, konversi citra RGB ke citra YCbCr yang bertujuan untuk memisahkan komponen luminance Y dari chrominance (komponen warna Cb dan Cr) agar lebih mudah dalam analisis warna kulit.

Tahap Ekstraksi Area Kulit. Proses ini bertujuan untuk memisahkan area kulit dan non-kulit. Warna kulit ditandai oleh dua komponen kroma Cb dan Cr pada rentang nilai 100 Cb 127 dan 128 Cr 150. Semua nilai piksel yang ditampilkan dalam rentang tersebut dinyatakan sebagai bagian dari kulit tangan dan bernilai putih, sedangkan nilai piksel di luar rentan akan dihilangkan atau dihitamkan. Keluaran dari proses ini adalah citra biner yang berisi objek berbentuk tangan.

Morfologi Tahap Penutup. Proses ini digunakan untuk melakukan penutupan lubang yang mungkin ada pada objek sebagai akibat dari proses biner yang tidak lengkap. Lebar celah lubang dapat ditutup dengan mengatur elemen matriks struktur yaitu 5 baris dan 5 kolom (5x5) dengan nilai masing-masing elemen adalah 1.

3.4. Deteksi tepi

Tahap deteksi tepi digunakan untuk mengekstrak bentuk tepi tangan yang mewakili setiap huruf BISINDO untuk memudahkan dalam menentukan setiap fitur bentuk. Proses deteksi tepi dilakukan pada citra proses morfologis dengan menggunakan operator Roberts.

3.5. Ekstraksi fitur

Tahap ekstraksi fitur merupakan proses untuk mendapatkan fitur bentuk dari setiap huruf BISINDO AZ dengan menggunakan chain code. Kode rantai yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan 8 arah bertetangga (0-7) berdasarkan model kode rantai Freeman [16,17]. Selanjutnya proses perhitungan probabilitas didasarkan pada kemunculan masing-masing chain code karena pada saat akuisisi citra bisa lebih kecil atau lebih besar. Perubahan ukuran benda dapat menyebabkan panjang kode rantai menjadi berbeda walaupun dengan bentuk huruf yang sama, sehingga kode rantai menjadi tidak tergantung pada perubahan ukuran benda huruf BISINDO, maka perlu dilakukan perhitungan peluang masing-masing kode rantai ditunjukkan pada Persamaan 1.

$$\frac{\text{Panjang_kode (i)}}{\text{Total Code_length}} \text{CCCC} = \quad (1)$$

Pada persamaan 1 di mana Probabilitas CC adalah Probabilitas Kode Rantai, Panjang_kode(i) adalah Panjang setiap kode rantai 8 arah dan Total Panjang kode adalah Panjang keseluruhan kode rantai 8 jalur.

3.6. Pengakuan

Tahap pengenalan dilakukan dengan mengukur tingkat kemiripan fitur bentuk antara query huruf BISINDO dengan fitur bentuk yang terdapat pada database. Kesamaan fitur diukur dengan menggunakan jarak Euclidean [17]. Nilai jarak yang lebih kecil yang diperoleh oleh dua huruf dapat dinyatakan identik atau dapat dikenali. Sebaliknya, semakin besar

nilai jarak yang diperoleh maka kedua huruf tersebut dinyatakan berbeda. Jarak Euclidean ditunjukkan pada Persamaan 2.

saya

$$E_{Test_img, Ref_img} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (Test_img(i) - Ref_img(i))^2} \quad (2)$$

Pada persamaan 2 di mana Euc adalah Jarak Euclidean, Test_img adalah Gambar Uji dan Ref_img adalah Gambar Referensi.

4. hasil dan Diskusi

Gambar 2. menunjukkan contoh hasil dari setiap tahap metode yang diusulkan. Gambar 2 (b) merupakan hasil pre-processing dari citra asli (Gbr. 2 (a)). Gambar 2 (c) adalah hasil konversi ruang warna ke YCbCr dari gambar Gambar 2 (b). Gambar 2 (d) merupakan hasil segmentasi objek bentuk tangan yang merepresentasikan huruf BISINDO “C”. Gambar 2 (e) merupakan hasil pendeteksian tepi dengan menggunakan operator Roberts dari citra hasil segmentasi. Hasil ini menunjukkan bahwa metode yang diusulkan mampu mendeteksi warna kulit dan segmentasi bentuk tangan berdasarkan warna kulit. Tepi bentuk tangan yang terdeteksi terlihat jelas dan terhubung sehingga pengkodean fitur bentuk akan lebih mudah.

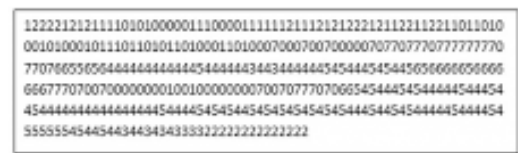


(a) (b) (c) (d) (e)

Gambar 2. (a) Gambar Asli; (b) hasil pra-pemrosesan; (c) hasil citra YcbCr; (d); Hasil segmentasi; (e) Hasil deteksi tepi.

Tahap selanjutnya adalah proses ekstraksi ciri dengan menggunakan metode kontur chain code. Hasil dari proses ekstraksi fitur bentuk melalui pelacakan dan mengikuti kontur objek ditunjukkan pada Gambar 3. Nilai probabilitas dari

setiap kemunculan kode rantai digunakan sebagai fitur bentuk yang disimpan dalam database.



Gambar 3. Bentuk kontur rantai kode BISINDO huruf "C" pada Gambar 2 (e).

Sebagai contoh, nilai fitur probabilitas kode rantai huruf “C” ditunjukkan pada Gambar 4. Selain itu, jumlah kontur pada objek dapat digunakan sebagai fitur tambahan untuk membedakan bentuk huruf BISINDO. Pada Gambar 4, gambar di sisi kanan bawah menunjukkan bentuk huruf C yang hanya memiliki satu kontur. Bentuk huruf A pada Gambar 5 memiliki dua kontur, yaitu satu kontur berada pada kontur yang lebih besar. Selanjutnya huruf B pada Gambar 6. memiliki tiga kontur yaitu dua kontur yang lebih kecil terletak saling berdekatan dan keduanya berada dalam kontur yang lebih besar. Dari hasil percobaan, terdapat tiga kelompok bentuk huruf berdasarkan jumlah kontur. Kelompok diberikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kontur Jumlah Huruf BISINDO.

surat bisindo	nomor kontur
C, E, F, G, H, I, J, K, L, R, S, T, U, V, W, X dan Z	1
A, D, N, O, P dan Q	2
B dan M	3

Untuk memudahkan dalam mengenali huruf BISINDO, kami telah mengembangkan prototipe antarmuka perangkat lunak untuk pengenalan huruf BISINDO seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6. Antarmuka ini terhubung langsung ke webcam untuk akuisisi citra sebagai ditampilkan di bagian kiri atas. Citra ini kemudian diolah untuk mencari jumlah kontur fitur dan probabilitas chain code dari setiap pembentukan kontur huruf BISINDO.



Gambar 4. Hasil proses pengenalan huruf BISINDO “C”.

Fitur ini ditampilkan pada tabel di antarmuka. Selanjutnya fitur-fitur yang diekstrak dari surat-surat query dibandingkan dengan fitur-fitur dari masing-masing surat yang telah terdaftar di database. Bentuk huruf “C” pada Gambar 4 dikenali dengan tingkat kemiripan sebesar 94,4874 %.



Gambar 5. Hasil proses pengenalan huruf BISINDO "A".

Bentuk huruf "A" pada Gambar 5 dikenali dengan tingkat kemiripan 95,9237 % dan huruf bentuk "B" pada Gambar. 6 diakui dengan tingkat kemiripan 96,835%.



Gambar 6. Hasil proses pengenalan huruf BISINDO "B".

Hasil pengujian pengenalan huruf BISINDO secara keseluruhan dari A sampai Z ditunjukkan pada Tabel 2. Dari beberapa percobaan, pada tabel ini terlihat hasil pengujian tiga citra query yang berbeda untuk setiap huruf. Hasil percobaan ini menunjukkan bahwa sistem pengenalan huruf BISINDO dapat mengenali semua huruf query secara langsung (100% dikenali) dengan rata-rata tingkat kemiripan setiap huruf yang dikenali di atas 95%.

Tabel 2. Pengujian keseluruhan BISINDO huruf A sampai Z.

Surat

Pengujian Pertama

Pengujian ke-2

Pengujian ke-3

	Tingkat kesamaan (%)	Tingkat kesamaan (%)	Tingkat kesamaan (%)
A	93.9363	97.6455	95.9237
B	94.8868	93.5802	96.8350
C	93.9460	95.3382	94.4874
D	94.0180	96.7040	96.2707
E	95.3493	93.1564	95.8891
F	97.4754	96.7316	95.0863
G	94.2188	95.5366	94.3367
H	95.1153	94.7641	96.4030
Saya	96.8895	94.2787	93.8514
J	92.6569	96.6478	93.6207
K	93.9637	95.5858	93.6226
L	95.1917	96.2096	93.8598

M	94.9266	94.1713	93.3747
N	98.0860	94.0211	93.4705
HAI	94.7096	95.3197	95.8775
P	97.9045	96.8709	97.3198
Q	94.9434	95.8844	97.4610
R	97.0361	94.1137	94.5512
S	95.4645	96.3329	95.1820
T	96.8897	96.7703	94.4739
kamu	96.8965	97.4117	95.3583
V	95.3770	95.7481	95.5378
W	97.2160	96.4569	96.6443
X	97.9551	95.5575	95.4221
kamu	96.0608	98.0720	94.3155
Z	95.1328	95.2591	94.5467
Rata-rata	95.6249	95.6988	95.1431

5. Kesimpulan

Metode yang diusulkan dapat berupa segmentasi bentuk, mendeteksi bentuk kontur dengan benar, dan mengekstrak fitur bentuk yang mewakili huruf-huruf BISINDO. Fitur yang dihasilkan adalah jumlah kontur dan nilai probabilitas kemunculan kode rantai. Berdasarkan jumlah kontur, huruf BISINDO dibagi menjadi tiga kelompok yang pertama, C, E, F, G, H, I, J, K, L, R, S, T, U, V, W, X dan Z memiliki satu kontur, yang kedua, A, D, N, O, P dan Q memiliki dua kontur, dan yang terakhir B dan M memiliki 3 kontur. Hasil eksperimen menunjukkan 100% citra query dapat dikenali dengan tingkat kesamaan rata-rata di atas 95%.

Referensi

- [1] Shin, Jae-Ho, Jong-Shill Lee, Se-Kee Kil, and Dong-Fan Shen. (2006) "Ekstraksi Wilayah Tangan dan Pengenalan Gerakan menggunakan Analisis Entropi." *Jurnal Internasional IJCSNS Ilmu Komputer dan Keamanan Jaringan* 6 (2A): 216 – 222.
- [2] Zahoor, Zafrulla, Helene Brashear, dan T. Starner. (2011) "Pengakuan Bahasa Isyarat Amerika dengan Kinect", dalam *Konferensi Internasional ke-13 tentang Antarmuka Multimodal* , ACM. hal.279–286.
- [3] Tara, RY, PI Santosa, dan TB Adji. (2012) "Pengenalan Bahasa Isyarat dalam Teleoperasi Robot Menggunakan Deskriptor Fourier Jarak Centroid." *Int J Comput Appl* 48 (2).
- [4] Stergiopoulou, E., dan N. Papamarkos. (2009) "Pengenalan Gerakan Tangan Menggunakan Teknik Pemasangan Bentuk Jaringan Saraf." *Aplikasi Rekayasa Kecerdasan Buatan*, Elsevier, 22 :1141-1158.
- [5] Sutarman, MA, Majid, dan JM Zain. (2013) "Tinjauan Perkembangan Sistem Pengenalan Bahasa Isyarat Indonesia." *J Comput Sci* 9 (11): 1496–1505.
- [6] Wijayanti, NK, AS Yohanes, dan S. Nanik. (2017) "Menggabungkan Decision Tree dan Back Propagation Genetic Algorithm Neural Network untuk Mengenali Gestur Kata Dalam Bahasa Isyarat Indonesia Menggunakan Kinect." *Jurnal Teknologi Informasi Teoritis dan Terapan* 95 (2): 292-298.
- [7] Nicolaus, AP, WW Yustinus, dan K. Adhi. (2015) "Aplikasi Penerjemah Bahasa Isyarat Menggunakan Algoritma Analisis Komponen Utama", dalam *International Conference on New Media (CONMEDIA)* . hal.67-72.
- [8] Asriani, F, dan H Susilawati. (2010) "Pengenalan Gerakan Tangan Statis Sistem Bahasa Isyarat Indonesia Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation." *MAKARA J Technol Series* 14 : 150-154.
- [9] Indra, Dolly, S. Madenda, dan EP Wibowo. (2017) "Pengenalan Abjad Bisindo Berdasarkan Kontur Kode Rantai dan Kesamaan Jarak Euclidean." *Jurnal Internasional tentang Teknologi Informasi Rekayasa Sains Lanjutan* 7 (5) : 1644-1652.
- [10] Indra, Dolly, S. Madenda, dan EP Wibowo. (2017) "Ekstraksi Fitur Abjad BISINDO Menggunakan Kontur Kode Rantai." *Jurnal Internasional Teknik dan Teknologi (IJET)* 9 (4): 3234-3241.
- [11] Zadorbhan, Masoud, dan Manoochehr Nahvi. (2016) *Algoritma Ekstraksi dan Pengenalan Kata Isyarat Bahasa Isyarat Persia Berkelanjutan Berdasarkan Fitur Gerak dan Bentuk Tangan* . London, Springer-Verlag.
- [12] Kishore, PVV, MVD Prasad, D. Anil Kumar, dan ASCS Sastry. (2016) "Fitur Optical Flow Hand Tracking dan Active Contour Hand Shape untuk Pengenalan Bahasa Isyarat Berkelanjutan dengan Jaringan Syaraf Tiruan", dalam *Konferensi Internasional ke-6 tentang Komputasi Tingkat Lanjut* . IEEE. hal.346-351.
- [13] Nagendraswamy, HS, BM Chethana Kumara, dan R. Lekha Chinmayi. (2016) "Pengenalan Bahasa Isyarat India: Pendekatan Berdasarkan Data Fuzzy-Symbolic", dalam *Konferensi Internasional tentang Kemajuan dalam Komputasi Komunikasi dan Informatika (ICACCI)* . IEEE. hal.1006-1013.
- [14] Surampalli, P. Gururaj, J. Dayanand, dan M. Dhananjay. (2012) "Analisis Deteksi Piksel Kulit Menggunakan Teknik Ekstraksi Warna Kulit Berbeda." *Jurnal Internasional Aplikasi Komputer* 54 (17): 1-5.

- [15] Shaik, Khamar Basha, P. Ganesan, V. Kalist, BS Sathish, dan J. Merlin Mary Jenitha. (2015) “Studi Perbandingan Deteksi Warna Kulit dan Segmentasi dalam Ruang Warna HSV dan YCbCr”, dalam *Konferensi Internasional ke-3 tentang Tren Terbaru dalam Komputasi 2015 (ICRTC-2015) Procedia Ilmu Komputer* **57** : 41 – 48.
- [16] Mahanty, Mohan, D. Kiranmayi, dan P. Chandana. (2015) “Pengambilan Sketsa menggunakan Deteksi Kontur dengan Kode Rantai.” *Jurnal Internasional Penelitian Lanjutan dalam Teknik Komputer dan Komunikasi* **4 (10)**: 210-213.
- [17] Jabr, Zamen Fadhel. (2015) “Pengenalan Telapak Tangan Menggunakan Kombinasi Kode Rantai Freeman dan Fitur Tekstur dengan Pengklasifikasi Logika Fuzzy.” *IJCSMC* **4 (3)**: 585 – 598.