

Identifikasi Ras dari Citra Wajah dengan Discrete Cosine Transform dan Decision Tree

I Made Arya Indra Tanaya¹⁾, Bambang Hidayat²⁾, Johan Arif³⁾

^{1),2)} Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
Jl. Terusan Buah Batu No. 1 Bandung

³⁾ Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan, Institut Teknologi Bandung
Jl. Ganesha No. 10 Bandung
Email : aryaindratanaya@gmail.com

Abstrak. Identifikasi karakteristik spesifik dari citra wajah telah banyak dieksplorasi dan diteliti dalam bidang pengenalan wajah. Namun, penelitian terkait cara mengestimasi informasi demografis dari citra wajah manusia dengan akurat masih relatif sedikit. Pada penelitian ini, dikembangkan algoritma dan sistem estimasi informasi demografis yang berfokus pada identifikasi ras. Algoritma pada sistem yang dikembangkan mempelajari ciri citra wajah individu dari berbagai ras untuk dapat melakukan identifikasi. Ciri dari citra wajah tersebut diekstrak menggunakan metode DCT (Discrete Cosine Transform) dan diklasifikasikan menggunakan metode decision tree. Sekumpulan ciri citra wajah individu dari berbagai ras yang telah dipelajari oleh sistem digunakan untuk membentuk pohon klasifikasi. Pohon klasifikasi tersebut merupakan acuan yang nantinya akan digunakan untuk memprediksi ras dari individu pada citra wajah masukan sistem yang belum pernah dipelajari sebelumnya. Berbagai eksperimen prediksi yang dilakukan menunjukkan bahwa sistem yang diciptakan berhasil mempelajari ciri citra wajah dari masing-masing ras dengan baik.

Kata kunci: ras, discrete cosine transform, decision tree.

1. Pendahuluan

Manusia merupakan individu yang memiliki berbagai informasi demografis yang melekat pada dirinya. Informasi demografis tersebut dapat berupa ras, usia, dan jenis kelamin dari individu yang bersangkutan. Berbagai informasi terkait ras, usia, dan jenis kelamin banyak terkandung dalam wajah manusia [1]. Identifikasi karakteristik spesifik dari citra wajah telah banyak dieksplorasi dan diteliti dalam bidang *face recognition* [1,2]. Namun, penelitian terkait cara mengestimasi informasi demografis dari citra wajah manusia dengan akurat masih relatif sedikit [1,3]. Di sisi lain, ketertarikan terhadap pengembangan sistem identifikasi informasi demografis dari citra wajah maupun video justru telah mengalami peningkatan mengingat luasnya bidang pemanfaatan dari sistem tersebut [1,3,4,5], misalnya penegakan hukum, *social media*, hingga *human-computer interaction*. Pada penelitian ini dikembangkan algoritma dan sistem estimasi informasi demografis yang berfokus pada identifikasi Ras Mongoloid, Kaukasoid dan Negroid. Berdasarkan berbagai dorongan yang melatarbelakangi dilakukannya penelitian ini, adapun harapan penulis agar algoritma maupun sistem yang dikembangkan dapat memberi kontribusi positif pada berbagai bidang terkait.

Dua masalah utama yang perlu dipecahkan dalam mengembangkan algoritma estimasi ras melalui citra wajah, yaitu terkait cara untuk mendapatkan karakteristik dari wajah masing-masing ras dan cara untuk mengategorikan karakteristik tersebut. Berdasarkan dua masalah yang telah dirumuskan tersebut, dibentuk algoritma dengan dua proses utama, yaitu ekstraksi ciri dan klasifikasi ciri. Proses ekstraksi ciri dilakukan untuk mendapatkan ciri atau karakteristik dari citra wajah masing-masing ras, sedangkan proses klasifikasi ciri bertujuan untuk mengategorikan citra dengan ciri-ciri tertentu pada suatu ras tertentu. DCT (*Discrete Cosine Transform*) yang mana merupakan salah satu metode terbaik dalam ekstraksi ciri dan *recognition* adalah metode yang dipilih pada penelitian ini untuk proses ekstraksi ciri [6]. Di sisi lain, *decision tree* merupakan metode yang dipilih untuk digunakan dalam proses klasifikasi karena dapat merepresentasikan proses klasifikasi dengan sederhana [7].

Discrete cosine transform merepresentasikan suatu citra atau gambar sebagai penjumlahan berbagai gelombang *sinusoidal*, di mana nilai *magnitude* dan frekuensi masing-masing gelombang tersebut bervariasi [8]. Karena citra merupakan sinyal dua dimensi, pada penelitian ini digunakan DCT dua dimensi yang didefinisikan dengan Persamaan (1),

$$B_{pq} = a_p a_q \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} A_{mn} \cos \frac{\pi(2m+1)p}{2M} \cos \frac{\pi(2n+1)q}{2N}, \quad 0 \leq p \leq M-1, \quad 0 \leq q \leq N-1 \quad \dots\dots\dots(1)$$

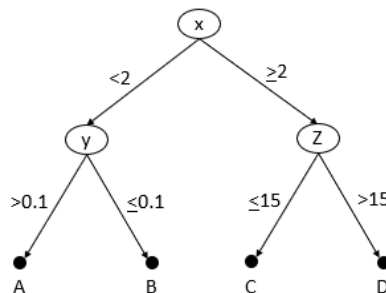
dengan nilai a_p dan a_q ditunjukkan oleh Persamaan (2) dan Persamaan (3) secara berturut-turut.

$$a_p = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{M}}, & p = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{m}}, & 1 \leq p \leq M-1 \end{cases} \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$a_q = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{N}}, & q = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{N}}, & 1 \leq q \leq N-1 \end{cases} \quad \dots\dots\dots(3)$$

Pada hal ini, citra masukan dinyatakan dengan variabel A , sedangkan variabel B menyatakan citra keluaran. M dan N adalah jumlah baris dan kolom dari citra A secara berturut-turut.

Decision tree merupakan suatu model hierarkis dari berbagai kondisi dan konsekuensi yang mengikutinya [7]. Proses prediksi dilakukan dengan mengikuti berbagai kondisi pada pohon klasifikasi dari titik akar hingga ke titik daun. Respons dari berbagai kombinasi kondisi terdapat pada masing-masing titik daun [9]. Contoh penggambaran pohon klasifikasi ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Contoh pohon klasifikasi

Pada Gambar 1, titik A, B, C, dan D merupakan titik daun yang menampung berbagai konsekuensi dari masing-masing kondisi. Titik teratas pada Gambar 1 merupakan titik akar yang merupakan tempat terjadinya pengecekan kondisi untuk pertama kali. Proses pengecekan kondisi tersebut dilanjutkan pada setiap titik hingga menemui titik daun.

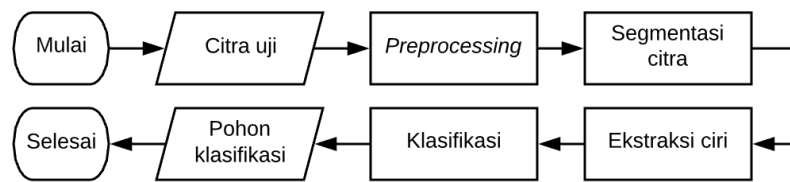
2. Pembahasan

Pada bagian ini, terdapat pembahasan alur kerja sistem yang dikembangkan serta analisis kinerja algoritma yang disematkan pada sistem melalui eksperimen-eksperimen prediksi yang dilakukan.

2.1. Alur Kerja Sistem

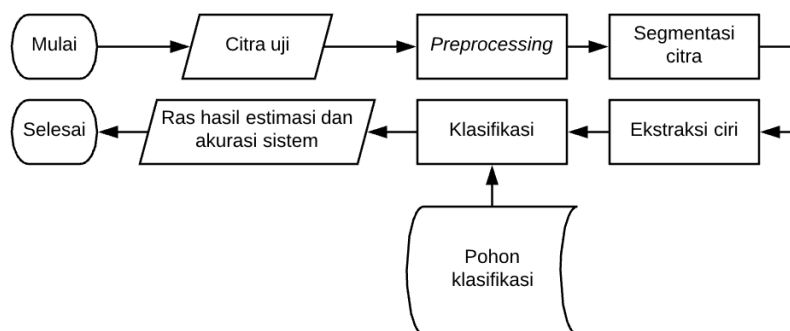
Pembuatan algoritma estimasi ras pada penelitian ini melewati dua tahap, yaitu tahap pelatihan dan tahap pengujian. Baik tahap pelatihan maupun pengujian, melewati proses ekstraksi ciri dan proses klasifikasi yang mana merupakan dua proses utama dari algoritma estimasi ras yang dikembangkan. Di samping ekstraksi ciri dan klasifikasi, baik tahap pelatihan maupun pengujian juga melewati proses *preprocessing* guna menstandarkan ukuran citra masukan dan proses segmentasi citra untuk memisahkan bagian citra yang akan diproses dengan bagian yang tidak akan diproses.

Tahap pelatihan merupakan tahapan yang dijalani untuk melatih algoritma agar mampu melakukan estimasi ras. Pada tahap ini, algoritma diberi masukan sekumpulan citra wajah individu yang telah diketahui rasnya guna mempelajari karakteristik dari masing-masing ras yang akan diprediksi. Kumpulan citra wajah individu dari berbagai ras yang digunakan pada penelitian ini berasal dari The Chicago Face Database [10], di mana sebanyak 150 citra wajah individu yang terdiri atas Ras Kaukasoid, Mongoloid, dan Negroid digunakan sebagai masukan algoritma pada tahap ini. 150 citra wajah tersebut memiliki pembagian yang setara untuk masing-masing ras dan juga jenis kelamin. Masukan algoritma pada tahap pelatihan disebut sebagai citra latih pada bagian-bagian selanjutnya di tulisan ini. Berdasarkan hasil ekstraksi ciri dari masing-masing citra wajah individu yang telah diketahui rasnya tersebut, dilakukan klasifikasi untuk mengategorikan citra dengan ciri-ciri tertentu pada suatu ras tertentu. Hasil dari proses klasifikasi tersebut membentuk pohon klasifikasi yang nantinya akan digunakan sebagai acuan dalam memprediksi ras. Diagram alir tahap pelatihan ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir tahap pelatihan

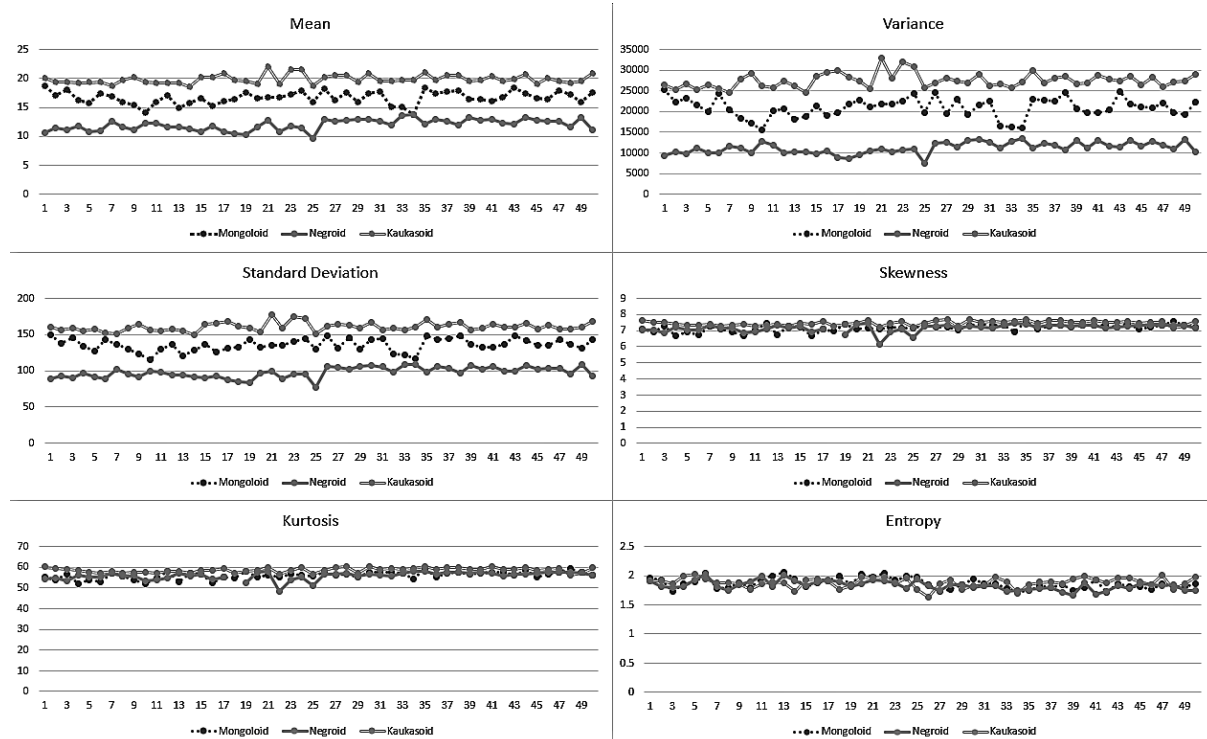
Tahap pengujian merupakan tahap yang dilakukan untuk menguji keberhasilan dan mengukur kinerja algoritma estimasi ras yang telah dilatih. Masukan pada tahap ini disebut sebagai citra uji yang mana merupakan sekumpulan citra wajah individu yang telah diketahui rasnya, namun ras dari individu tersebut tidak diinformasikan kepada algoritma estimasi. Citra uji yang digunakan pada penelitian ini berjumlah sebanyak 90 citra yang terdiri atas Ras Kaukasoid, Mongoloid, dan Negroid dengan pembagian yang setara untuk masing-masing ras dan juga jenis kelamin. Pada tahap ini, algoritma ditugaskan untuk mengestimasi ras dari individu yang terdapat pada citra uji berdasarkan pohon klasifikasi yang telah dibangun sebelumnya melalui tahap pelatihan. Masing-masing hasil estimasi tersebut kemudian dicocokkan dengan ras sesungguhnya dari masing-masing individu yang mana telah diketahui sebelumnya. Keluaran dari tahap pengujian adalah tingkat kebenaran atau akurasi estimasi ras dari algoritma yang diciptakan. Gambar 3 merepresentasikan diagram alir pada tahap pengujian.



Gambar 3. Diagram alir tahap pengujian

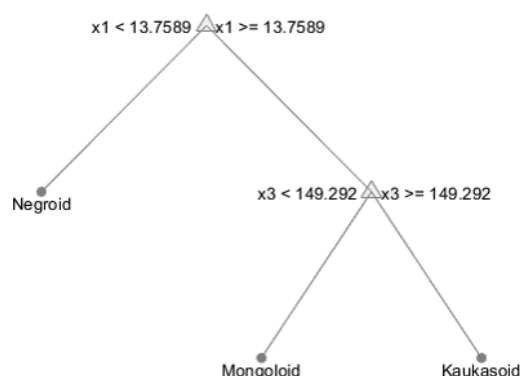
2.2. Analisis Keluaran Sistem

Proses analisis diawali dengan mempelajari ciri latih yang mana merupakan keluaran proses ekstraksi ciri pada tahap pelatihan. Adapun enam ciri statistik yang dianalisis, yaitu *mean*, *variance*, *standard deviation*, *skewness*, *kurtosis*, dan *entropy*. Berbagai ciri latih yang didapatkan dari tahap pelatihan ditunjukkan oleh Gambar 4.



Gambar 4. Ciri latih

Ciri yang baik adalah ciri yang memiliki variasi *intraclass* yang minim dan variasi *interclass* sebaliknya. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa ciri statistik *skewness*, *kurtosis*, dan *entropy* yang ditunjukkan oleh Gambar 4 jauh dari kriteria ciri yang baik untuk digunakan sebagai acuan. Di sisi lain, ciri statistik *mean*, *variance*, dan *standard deviation* yang ditunjukkan oleh Gambar 4 menunjukkan adanya perbedaan karakteristik dari masing-masing ras. Meskipun ketiga ciri statistik tersebut terlihat cukup baik untuk digunakan, namun hanya ciri statistik *mean* dan *standard deviation* yang tidak memiliki daerah bersama untuk kelas yang berbeda. Ciri statistik *variance* memiliki daerah bersama pada beberapa data dari kelas Kaukasoid dan kelas Mongoloid. Berdasarkan analisis tersebut, hanya ciri statistik *mean* dan *standard deviation* yang digunakan sebagai karakteristik acuan untuk mengestimasi ras. Adapun pohon klasifikasi yang berhasil dibentuk dari tahap pelatihan berdasarkan ciri latih yang didapat dari proses ekstraksi ciri ditunjukkan oleh Gambar 5.



Gambar 5. Pohon klasifikasi

Ciri statistik *mean* dan *standard deviation* diwakili dengan variabel x_1 dan x_3 pada Gambar 5. Analisis berikutnya yang dilakukan adalah analisis akurasi sistem pada tahap pengujian.

Estimasi ras pada tahap pengujian dilakukan berdasarkan pohon klasifikasi yang dibentuk pada tahap pelatihan. Pohon klasifikasi tersebut terdiri atas dua ciri statistik terbaik, yaitu *mean* dan *standard*

deviation yang mana menunjukkan karakteristik dari masing-masing ras. Analisis akurasi sistem dilakukan dengan cara menghitung persentase estimasi yang benar terhadap jumlah total citra uji yang diestimasi. Berdasarkan hasil eksekusi algoritma pada tahap pengujian, didapati bahwa sistem yang diciptakan memiliki akurasi 87,78% yang mana tergolong baik. Kesalahan estimasi umumnya ditemui pada citra wajah individu Ras Mongoloid. Hal ini terjadi karena ciri statistik kelas Mongoloid berada di antara kelas Negroid dan Kaukasoid yang memungkinkan kesalahan estimasi dapat mengarah pada dua kelas berbeda. Hal ini juga menyebabkan kelas Mongoloid lebih rentan mengalami kesalahan estimasi dibandingkan kelas lainnya.

3. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. Proses ekstraksi ciri menggunakan DCT mengekstrak komponen-komponen penyusun citra masukan yang dalam hal ini secara tidak langsung berhubungan dengan warna kulit individu pada citra yang diproses. Hal ini menunjukkan bahwa DCT terbilang tepat untuk digunakan dalam mengestimasi ras melalui citra wajah mengingat adanya perbedaan warna kulit yang menjadi karakteristik masing-masing ras.
2. Proses klasifikasi menggunakan algoritma *decision tree* mampu merepresentasikan proses klasifikasi dengan sederhana serta mampu menunjukkan variabel-variabel yang terlibat dalam proses klasifikasi dengan jelas.

Ucapan Terima Kasih

Puji syukur dan terima kasih penulis sampaikan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunia-Nya penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Di samping itu, penulis juga ingin menyampaikan terima kasih kepada seluruh *civitas academica* Universitas Telkom dan Institut Teknologi Bandung yang telah mendorong suksesnya penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1]. H. Han, C. Otto, X. Liu, A. K. Jain, "Demographic Estimation from Face Images: Human vs. Machine Performance," IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell., vol. 37, no. 6, pp. 1148-1161, Jun. 2015.
- [2]. S. Z. Li, A. K. Jain, 2011. *Handbook of Face Recognition*, 2nd ed. Springer, New York.
- [3]. N. Kumar, A. Berg, P. Belhumeur, S. Nayar, "Describable Visual Attributes for Face Verification and Image Search," IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell., vol. 33, no. 10, pp. 1962-1977, Oct. 2011.
- [4]. W. J. Scheirer, N. Kumar, P. N. Belhumeur, T. E. Boult, "Multi-Attribute Spaces: Calibration for Attribute Fusion and Similarity Search," Proc. IEEE CVPR, pp. 2933-2940, 2012.
- [5]. N. Chhaya, T. Oates, "Joint Inference of Soft Biometric Features," Proc. ICB, pp. 466-471, 2012.
- [6]. Z. Sufyanu, F. S. Mohamad, A. A. Yusuf, "A New Discrete Cosine Transform on Face Recognition through Histograms for an Optimized Compression", Research journal of information technology, 2015. ISSN 18157432/ DOI: 10.3923/rjit.2015.
- [7]. Lior Rokach, Oded Maimon, 2014. *Data Mining with Decision Trees*, 2nd edition. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., Singapore.
- [8]. The MathWorks, Inc., Discrete Cosine Transform, <http://www.mathworks.com/help/images/discrete-cosine-transform.html>, diakses tgl 19 Maret 2018.
- [9]. The MathWorks, Inc., Decision Trees, <http://www.mathworks.com/help/stats/decision-trees.html>, diakses tgl 19 Maret 2018.
- [10]. Ma, Correll, & Wittenbrink (2015). The Chicago Face Database: A Free Stimulus Set of Faces and Norming Data. Behavior Research Methods, 47, 1122-1135.