

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Deteksi kulit manusia berperan penting dan digunakan secara luas sebagai langkah awal pada aplikasi pengolahan citra seperti *gesture analysis*, *content based image retrieval* (CBIR), *human computer interaction* [1], dan analisa *tracking* gerakan manusia [2]. Li [3] menyatakan bahwa deteksi kulit manusia juga dapat digunakan dalam langkah awal untuk melakukan penyaringan terhadap *content* tertentu dalam citra, salah satunya adalah untuk melakukan penyaringan pornografi.

Metode deteksi kulit manusia pada citra berwarna dapat dibagi menjadi 2 yaitu dengan pendekatan *pixel-based* dan dengan pendekatan *region-based* [4], [5]. Metode dengan pendekatan *pixel-based* mendapatkan *feature* berupa informasi *color* yang didapatkan dari informasi yang terdapat pada tingkatan *pixel*, sedangkan pada metode dengan pendekatan *region-based*, *feature* yang berupa *color*, *shape* atau *texture* diambil dari informasi yang terdapat pada *pixel* beserta *pixel* di sekitarnya (*neighbors pixel*).

Metode dengan pendekatan *pixel-based* memiliki keunggulan dalam hal kesederhanaan, kecepatan [5], tahan terhadap rotasi, tahan terhadap perubahan skala dari citra, dan dapat digunakan untuk melakukan deteksi kulit manusia pada citra secara parsial [4], sehingga metode dengan pendekatan *pixel-based* banyak digunakan dalam aplikasi deteksi dan segmentasi kulit manusia.

Permasalahan yang ada pada metode dengan pendekatan *pixel-based* adalah rendahnya kinerja dan ketahanan pada saat dihadapkan dengan banyaknya variasi warna kulit manusia karena perbedaan etnis, pencahayaan (iluminasi), bermacam-macam karakteristik kamera, dan pengaruh kompleksitas *background* citra [1]. Permasalahan ini timbul karena menurut Vezhnevets [6], model klasifikasi yang dibangun pada metode dengan pendekatan *pixel-based* bersifat statis dan dibuat dengan tujuan untuk dapat melakukan klasifikasi secara *general* agar lebih tahan terhadap berbagai macam variasi warna kulit manusia tersebut.

Yogarajah [7] mengusulkan penggunaan metode *online dynamic threshold* untuk mengatasi masalah tersebut. Metode ini memanfaatkan informasi kulit pada region wajah untuk menentukan dan mencari *pixel* lain dalam citra yang diduga sebagai kulit. *Region of interest* (ROI) wajah ditemukan dengan terlebih dahulu mendeteksi posisi mata pada citra dengan algoritma pendeteksian mata yang diusulkan oleh Fasel [8]. Kulit wajah digunakan dengan dasar pendapat Zheng [9] bahwa kulit wajah dan kulit tubuh manusia selalu memiliki distribusi warna yang sama. Tan [10], mengusulkan perbaikan pada *online dynamic threshold* yang diusulkan oleh Yogarajah [7] dengan penambahan *feature* yaitu *fusion* antara *Gaussian model* dengan *2D-smoothing histogram*.

Penggunaan *online dynamic threshold* yang dikembangkan Yogarajah [7] dan Tan [10] secara umum dapat mengatasi permasalahan yang dihadapi metode deteksi kulit manusia pada pendekatan *pixel-based*, karena metode ini mampu menghasilkan model klasifikasi yang bersifat dinamis. Model akan berubah dan beradaptasi sesuai dengan kondisi *dataset* testing sehingga diharapkan tahan terhadap berbagai macam variasi warna kulit manusia.

Namun metode ini masih memiliki kelemahan yaitu sangat tergantung pada keberhasilan algoritma pendeteksian posisi kedua mata yang diusulkan oleh Fasel [8]. Ditemukannya koordinat kedua buah mata dalam citra sangat penting pada metode ini karena posisi kedua mata dipergunakan untuk menghitung posisi koordinat ROI wajah, sehingga jika kedua mata tidak berhasil dideteksi maka langkah berikutnya tidak dapat dikerjakan. Pada saat dihadapkan dengan citra yang berisi subjek wajah manusia dalam posisi yang relatif miring atau juga dalam posisi agak menyamping maka algoritma deteksi posisi kedua mata yang diusulkan oleh Fasel [8] ini akan gagal.

Kelemahan berikutnya dari metode *fusion* antara *Gaussian model* dan *2D-smoothing histogram* yang diusulkan Tan [10] adalah masih rendahnya kinerja yang dihasilkan metode ini. Saat diujikan dengan *dataset* Pratheepan Yogarajah [7], metode yang diusulkan Tan [10] mendapatkan akurasi 84,95%, *precision rate* 55,31%, dan *recall rate* sebesar 56,22%. Pada eksperimen pada *dataset* tersebut,

luas *Area Under the ROC Curve* (AUC) yang didapatkan adalah 0,7350, sehingga menurut Gorunescu [11] metode *fusion* antara *Gaussian model* dan *2D-smoothing histogram* yang diusulkan Tan [10] ini hanya dapat digolongkan sebagai *fair classification*. Sementara nilai kappa yang didapatkan adalah 0,4669 sehingga menurut Landis [12] termasuk *moderate* dan menurut Fleis [13] dapat digolongkan sebagai *fair*.

Permasalahan lain pada metode yang diusulkan Tan [10] tersebut adalah waktu pemrosesan yang relatif lama. Pada pengujian menggunakan citra *dataset* Pratheepan Yogarajah [7], rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan *output* deteksi kulit manusia pada 1 buah citra mencapai 21,25 detik.

Penelitian ini akan berusaha mengatasi kelemahan-kelemahan dan meningkatkan *kinerja* deteksi kulit manusia pada metode *fusion* antara *Gaussian model* dan *2D-smoothing histogram* yang diusulkan oleh Tan [10]. Metode yang diusulkan memiliki ide dasar yang sama dengan penelitian sebelumnya yaitu dengan memanfaatkan informasi kulit pada region wajah untuk menemukan *pixel* lain dalam citra yang diduga sebagai kulit manusia.

Tingginya ketergantungan terhadap keberhasilan deteksi posisi kedua mata yang akan digunakan untuk menentukan posisi koordinat ROI wajah dalam citra pada penelitian sebelumnya, akan diatasi dengan penggunaan algoritma deteksi wajah yang diperkenalkan oleh Viola dan Jones [14]. Algoritma Viola-Jones untuk pendeteksian wajah dipilih karena mampu bekerja dengan cukup cepat [15], populer, dan telah diimplementasikan secara luas [15], [16]. OpenCV dan Matlab juga menggunakan algoritma Viola-Jones untuk deteksi objek karena algoritma Viola-Jones pada dasarnya adalah sebuah *object detection framework*, sehingga tidak hanya dapat mendeteksi wajah saja, namun dapat digunakan untuk melakukan deteksi pada objek apapun termasuk bagian-bagian wajah (*face parts*) seperti mata, hidung, dan mulut, tergantung dari *classifier* yang dilatihkan pada saat *training*.

Jika ada area yang terdeteksi sebagai wajah, maka *face parts* juga dideteksi keberadaannya di dalam area wajah yang terdeteksi tersebut. Tujuannya adalah untuk mengurangi *false positive* dari algoritma pendeteksian wajah Viola-Jones, yaitu

banyaknya area bukan wajah yang dideteksi sebagai wajah. Caranya adalah dengan memberikan persyaratan bahwa suatu area yang terdeteksi akan diklasifikasikan sebagai benar-benar area wajah (ROI wajah) jika dalam area tersebut juga terdeteksi minimal ada 3 buah *face parts*.

Setelah ROI wajah terdeteksi, kemudian dilakukan *cropping* sehingga menghasilkan ROI wajah dalam bentuk elips. Citra ROI wajah tersebut terdiri dari bagian yang halus (*smooth region*) dan bagian yang kasar (*non-smooth region*). *Smooth region* adalah bagian citra dari ROI wajah yang merepresentasikan kulit wajah, dan *non-smooth region* adalah bagian-bagian wajah yang lain seperti *face parts* (mata dan mulut, hidung), rambut (kumis, cambang, jenggot, dan alis), dan juga region kasar yang tercipta karena kontur wajah (kerut di sekitar mata dan mulut).

Smooth region inilah yang akan digunakan sebagai sampel untuk memperbaharui model dan menemukan *pixel* kulit lain dalam citra, sehingga sangat penting untuk mendapatkan sebanyak-banyaknya *smooth region* dan memisahkannya dari *non-smooth region*. Semakin banyak mendapatkan *smooth region* dan semakin banyak dapat menghilangkan *non-smooth region*, maka model akan semakin baik, dan akan mendapatkan model yang tepat untuk mencari *pixel* lain dalam citra, sehingga pada akhirnya kinerja deteksi kulit manusia akan meningkat.

Pada kedua penelitian sebelumnya, untuk menghilangkan *non-smooth region* hanya dengan cara menggunakan deteksi tepi *sobel* dan kemudian memperbesar *pixel* tepi/*edge* yang ditemukan tersebut dengan operasi dilasi. Untuk meningkatkan kinerja dari penelitian deteksi kulit manusia yang telah dilakukan sebelumnya, maka penelitian ini akan berfokus pada permasalahan pemisahan *non-smooth region* dari *smooth region* ini.

Untuk menghapus sisa *non-smooth region* yang lain seperti rambut dan *non-smooth region* yang terbentuk karena kontur wajah hingga akhirnya hanya akan menyisakan *smooth region*, maka diusulkan melakukan deteksi awal kulit manusia pada ROI wajah dengan menggunakan sampel *region* kotak kecil yang berukuran 4%

dari luas ROI wajah yang terdeteksi yang berada pada pusat koordinat ROI wajah yang terdeteksi

Teknik ini diperkenalkan pada penelitian yang dibuat oleh Bilal [17], namun pada penelitian tersebut ukuran sampel kotak yang digunakan adalah 10×10 *pixel* dan model klasifikasi yang ditemukan langsung digunakan untuk mencari *pixel* lain dalam citra yang diduga sebagai kulit manusia. Menurut Bilal [17], penggunaan *pixel* pada pusat ROI wajah karena asumsi bahwa pada area sekitar koordinat pusat ROI wajah, adalah area yang paling sedikit mengandung *non-smooth region*.

Normal probability density function (normal PDF) digunakan untuk mencari *pixel* kulit lain dalam ROI wajah dengan menghitung probabilitas dari tiap *pixel* dalam ROI wajah terhadap sampel kotak kecil yang berukuran 4% dari ROI wajah tersebut. *Pixel* ROI wajah dengan probabilitas lebih tinggi dari *threshold* yang ditentukan akan dianggap sebagai *smooth region* dan *pixel* ROI wajah dengan probabilitas di bawah *threshold* akan dihapus karena dianggap sebagai *non-smooth region*.

Untuk meyakinkan bahwa *non-smooth region* pada ROI wajah telah dibersihkan, maka langkah selanjutnya adalah dengan melakukan *blur* dan *dithering* menjadi 3 warna, kemudian menghapus warna yang memiliki jumlah *pixel* paling sedikit. Hasil dari *dither* tersebut kemudian dilakukan *filling* untuk mengisi *hole* yang terdapat pada ROI wajah untuk mendapatkan area *smooth region* yang lebih baik.

Setelah *non-smooth region* dapat dihilangkan dari ROI wajah, dan hanya menyisakan *smooth region*, maka *normal probability density function (normal PDF)* kembali digunakan untuk mencari *pixel* kulit lain dalam citra testing dengan mencari probabilitas dari tiap *pixel* dalam citra testing terhadap ROI wajah yang telah dihilangkan *non-smooth region*-nya. *Pixel* pada citra dengan probabilitas lebih tinggi dari *threshold* yang ditentukan akan dianggap sebagai kulit dan *pixel* dengan probabilitas di bawah *threshold* akan dianggap sebagai bukan kulit.

Normal PDF dipilih sebagai teknik untuk mencari probabilitas suatu *pixel* dalam citra terhadap *pixel* yang ada dalam sampel karena dianggap relatif lebih sederhana

daripada penggunaan *fusion* antara *Gaussian model* dan *2D-smoothing histogram*, sehingga diharapkan metode yang diusulkan ini akan memerlukan waktu pemrosesan akan lebih singkat daripada metode yang diusulkan pada penelitian sebelumnya.

Jika dalam sebuah citra dengan jenis *multiple subject* terdapat beberapa ROI wajah yang terdeteksi, maka setiap ROI wajah yang terdeteksi akan digunakan untuk mencari *pixel* kulit lain dalam citra tersebut. Namun berbeda dengan metode sebelumnya di mana hasil akhir deteksi kulit manusia adalah penggabungan langsung dari citra-citra yang dihasilkan setiap ROI wajah yang terdeteksi tersebut, maka pada metode yang diusulkan pada penelitian ini akan dilakukan *voting* (pemungutan suara) terlebih dahulu dari citra yang dihasilkan setiap ROI wajah tersebut. Peraturan *voting* yang digunakan adalah jika lebih banyak dari $\frac{1}{3}$ jumlah ROI wajah terdeteksi yang menyatakan bahwa sebuah *pixel* adalah kulit, maka *pixel* tersebut akan dianggap/diklasifikasikan sebagai kulit. Teknik ini diharapkan dapat meningkatkan kinerja metode saat dihadapkan dengan citra testing yang berisi *multiple subject*.

1.2 Pernyataan Masalah

Penggunaan metode *fusion* antara *Gaussian model* dan *2D-smoothing histogram* yang diusulkan Tan [10] secara umum dapat mengatasi permasalahan yang dihadapi metode deteksi kulit manusia pada pendekatan *pixel-based*, karena metode ini mampu menghasilkan model klasifikasi yang bersifat dinamis. Model akan berubah dan beradaptasi sesuai dengan kondisi *dataset* testing sehingga diharapkan tahan terhadap berbagai macam variasi warna kulit manusia.

Namun metode ini masih memiliki kelemahan yaitu sangat tergantung pada keberhasilan algoritma pendeteksian mata yang diusulkan oleh Fasel [8]. Ditemukannya posisi koordinat kedua mata dalam citra sangat penting pada metode ini karena posisi mata dipergunakan untuk menghitung posisi koordinat ROI wajah, sehingga jika kedua mata tidak berhasil dideteksi maka langkah berikutnya tidak dapat dikerjakan. Pada saat dihadapkan dengan citra yang berisi subjek wajah manusia dalam posisi yang relatif miring atau juga dalam posisi agak menyamping maka algoritma deteksi mata yang diusulkan oleh Fasel [8] ini akan gagal.

Metode *fusion* antara *Gaussian model* dan *2D-smoothing histogram* ini juga memiliki kinerja yang kurang baik karena memiliki kelemahan saat pemisahan *smooth region* dengan *non-smooth region* pada ROI wajah yang terdeteksi, karena hanya menggunakan operasi sederhana yaitu deteksi tepi *sobel* dan dilasi. Penyebab lain yang bisa diidentifikasi dari kurang baiknya kinerja metode ini adalah ketika beberapa ROI wajah terdeteksi dalam citra *multiple object*, maka setiap ROI wajah digunakan untuk mencari *pixel* lain dalam citra yang diduga sebagai kulit manusia, dan hasilnya langsung digabungkan dengan hasil dari ROI wajah yang lain.

Permasalahan lain pada metode *fusion* antara *Gaussian model* dan *2D-smoothing histogram* yang diusulkan Tan [10] adalah waktu pemrosesan yang relatif lama.

1.3 Rumusan Masalah

Dari latar belakang masalah, maka rumusan masalah penelitian ini:

- a. Kegagalan deteksi posisi ROI wajah pada penelitian sebelumnya cukup tinggi karena sangat tergantung pada keberhasilan algoritma pendeteksian posisi kedua mata.
- b. Kinerja yang kurang baik karena kelemahan pada tahap pemisahan *smooth region* dari *non-smooth region* pada ROI wajah yang terdeteksi dan kelemahan pada saat dihadapkan pada citra *multiple object*. Pada citra *multiple object* hasil akhir didapatkan dengan cara langsung menggabungkan beberapa citra yang dihasilkan ROI wajah yang terdeteksi.
- c. Waktu pemrosesan yang masih relatif lama.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Meningkatkan keberhasilan deteksi posisi ROI wajah dan menghilangkan ketergantungan terhadap keberhasilan deteksi mata pada saat mencari ROI wajah dengan menggunakan *object detection framework* Viola-Jones.

- b. Meningkatkan kinerja deteksi kulit manusia dengan cara memperbaiki algoritma saat memisahkan *smooth region* dari *non-smooth region* pada ROI wajah yang terdeteksi, dan menggunakan *voting* (pemungutan suara) untuk mendapatkan hasil akhir pada citra *multiple subject*.
- c. Mempersingkat waktu pemrosesan dengan menggunakan *normal PDF* yang relatif lebih sederhana.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat Penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat bagi ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK)

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan penelitian yang berkaitan deteksi kulit manusia dengan mengusulkan suatu metode untuk mengatasi kelemahan pada metode yang telah diusulkan sebelumnya. Penelitian ini menggunakan ide dasar yang sama yaitu dengan memanfaatkan informasi kulit pada region wajah untuk menemukan *pixel* kulit manusia yang lain dalam citra. Kegagalan menentukan posisi koordinat ROI wajah karena gagal menemukan posisi kedua mata diatasi dengan penggunaan *object detection framework* Viola-Jones. Kinerja deteksi kulit manusia juga ditingkatkan dengan memperbaiki teknik penghapusan *non-smooth region* pada ROI wajah yang terdeteksi dengan cara memanfaatkan sampel region kotak kecil yang berukuran 4% dari luas ROI wajah pada pusat koordinat ROI wajah tersebut. Proses *voting* (pemungutan suara) juga dilakukan jika terdeteksi lebih dari satu ROI wajah pada citra *multiple subject*. Penggunaan *normal PDF* yang cukup sederhana juga menjadikan waktu pemrosesan menjadi lebih singkat.

2. Manfaat bagi masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam proses deteksi kulit manusia yang memiliki kinerja lebih baik, namun dengan waktu pemrosesan yang lebih singkat pada berbagai macam aplikasi yang memanfaatkannya.

1.6 Ruang Lingkup Penelitian

Dari tahapan-tahapan penelitian deteksi kulit manusia, maka ruang lingkup penelitian ini yaitu:

1. Posisi penelitian ini di dalam taksonomi deteksi kulit manusia termasuk metode yang menggunakan pendekatan *pixel-based* sehingga penelitian ini tidak mencakup pembahasan, evaluasi, dan perbandingan dengan metode yang menggunakan pendekatan *region-based*.
2. Penelitian ini hanya sampai kepada level deteksi kulit manusia, dan tidak membahas pemanfaatannya untuk aplikasi yang menggunakan deteksi kulit manusia.
3. Penelitian ini lebih berfokus pada permasalahan pemisahan *non-smooth region* dari *smooth region* untuk meningkatkan kinerja metode deteksi kulit manusia.
4. Penelitian ini membatasi aplikasi pada citra statis dan tidak mempertimbangkan aplikasinya untuk deteksi kulit manusia pada video.