

Perbandingan Varian Metode Multiscale Retinex untuk Peningkatan Akurasi Deteksi Wajah Adaboost HAAR-like

Laurentius Kuncoro Probo Saputra^{#1}

[#]Teknik Informatika, Universitas Kristen Duta Wacana

Jl. Dr. Wahidin Sudiro Husodo No. 5-25, Yogyakarta

[†]kuncoro@staff.ukdw.ac.id

Abstract – Face detection is a popular research in image processing field. Face detection can be used in many application like multi-face recognition, video surveillance, human counter or monitoring. The famous face detection method is developed by Viola-Jones that is named Adaboost using HAAR-like feature. In many research about face detection using Adaboost HAAR-like, it is shown Adaboost HAAR-like face detection method have a limitation in low illumination. In this paper, we want to compare an improvement for increasing accuracy of face detection result using MSRCR and AMSR method. MSRCR and AMSR is an image enhancement method. Finally the results show that MSRCR is better than AMSR for increasing accuracy of face detection result. MSRCR can improve the accuracy until 1,43 times, but AMSR can only improve the accuracy until 1,11 times.

Keywords – MSR, Adaptive MSR, MSRCR, Face detection, HAAR-like.

I. PENDAHULUAN

Dalam bidang pengolahan citra, deteksi wajah telah menjadi salah satu topik penelitian yang semakin dikembangkan. Berbagai aplikasi bisa dikembangkan dengan melalui proses deteksi wajah, yaitu sistem keamanan, sistem absensi berbasis pengenalan wajah, sistem pemantauan atau monitoring. Banyak metode dikembangkan untuk memperoleh akurasi yang tinggi dalam mendeteksi sebuah wajah. Beberapa metode deteksi wajah yang sudah dikembangkan dapat dikelompokkan menjadi 2, yaitu: pertama, berdasarkan fitur-fitur yang terdapat dalam sebuah wajah seperti warna kulit, karakter geometri sebuah wajah, dan kontur serta komponen yang ada dalam wajah [1]–[6], kedua, berdasarkan pendekatan statistik seperti *neural network*, *support vector machine* [7], dan algoritma *adaboost* [3], [8]–[11]. Beberapa faktor yang menjadi tantangan dalam proses deteksi sebuah wajah [12], yaitu: pose wajah, ada atau tidaknya komponen penyusun sebuah wajah, ekspresi wajah, ada tidaknya sesuatu yang menghalangi wajah, orientasi citra wajah, dan kualitas citra wajah karena efek pencahayaan ataupun keterbatasan spesifikasi kamera. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan akurasi deteksi dengan adanya faktor

penghalang tertentu.

Tingkat keberhasilan dalam mendeteksi sebuah wajah pada citra tidak hanya didukung dengan algoritma deteksi wajah yang baik, tetapi kualitas citra yang baik pula sehingga algoritma deteksi wajah mampu menghasilkan akurasi yang tinggi dalam mendeteksi wajah. Hal yang dapat menurunkan kualitas citra salah satunya ialah faktor pencahayaan. Proses pengambilan citra dalam intensitas cahaya yang rendah akan menghasilkan citra yang buruk. Tetapi pada keadaan sesungguhnya sebuah sistem deteksi wajah dituntut mampu mendeteksi wajah walaupun kondisi pencahayaan yang kurang. Beberapa penelitian telah dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan akurasi yang tinggi pada proses deteksi wajah di bawah intensitas cahaya yang rendah [13]–[17]. Hal yang dapat dilakukan untuk dapat meningkatkan akurasi deteksi wajah di bawah pencahayaan yang rendah ialah perbaikan kualitas citra. Yao Min dkk. [13] melakukan perbaikan kualitas citra dengan kondisi pencahayaan yang rendah dengan melakukan perbaikan dengan perenggangan dan pemotongan histogram. Agung Harsoyo dkk. [17] melakukan perbaikan citra dengan metode CLAHE.

Proses perbaikan citra dirasa perlu dilakukan untuk dapat meningkatkan akurasi deteksi wajah apabila kondisi intensitas cahaya yang berbeda/rendah. *Retinex* merupakan metode yang diusulkan oleh Land [18] dengan memodelkan pencahayaan dan persepsi warna berdasarkan penglihatan manusia. Penglihatan manusia tetap mampu membedakan sebuah obyek walaupun dalam kondisi intensitas pencahayaan yang rendah. Metode *Retinex* terus mengalami perkembangan, seperti yang dilakukan oleh Hanumantharaju dkk. [19] menerapkan metode Multiscale Retinex with Color Restoration (MSRCR) dan Chang-Hsing Lee dkk. [20] mengembangkan Adaptive Multiscale Retinex (AMSR) untuk memperoleh keseimbangan kontras dalam proses perbaikan kontras dari citra dengan intensitas cahaya yang rendah. Yang-jie [21] melakukan pengembangan metode Single Scale Retinex untuk proses pengenalan wajah di bawah pencahayaan yang rendah.

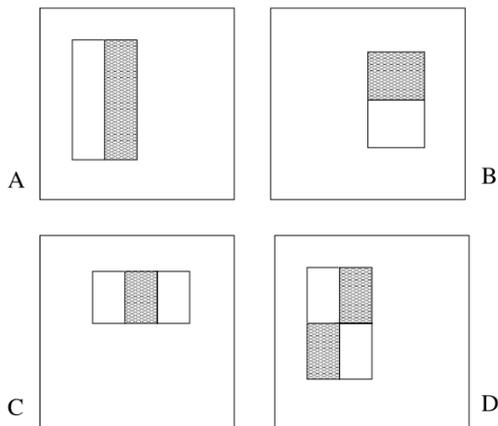
Penelitian ini akan membandingkan penggunaan metode perbaikan citra berbasis *Retinex*, yaitu MSRCR dan AMSR

sebagai proses perbaikan citra untuk mendukung peningkatan akurasi hasil deteksi wajah dengan metode Adaboost HAAR.

II. LANDASAN TEORI

A. Deteksi Wajah Fitur HAAR

Viola-Jones [11] mengembangkan metode deteksi wajah dengan menentukan sebuah obyek wajah berdasarkan pada nilai fitur. Sistem deteksi wajah berbasis fitur beroperasi lebih cepat dari pada sistem berbasis piksel. Metode deteksi yang dikembangkan oleh Viola-Jones menggunakan beberapa fitur yang dinamakan dengan fitur HAAR-like dalam proses mendeteksi sebuah obyek apakah itu wajah atau bukan wajah. Gambar 1 memperlihatkan fitur HAAR-like yang digunakan.



Gambar 1. Fitur HAAR [11] (A) dan (B) 2 fitur bujur sangkar, (C) 3 fitur bujur sangkar, (D) 4 fitur bujur sangkar

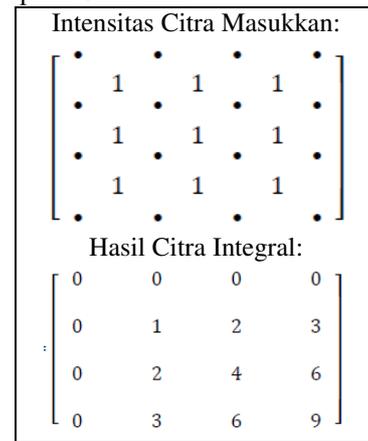
Proses deteksi wajah dengan fitur HAAR-like menggunakan konsep bahwa obyek tersebut wajah atau bukan wajah apabila jumlah dari seluruh daerah citra masukan yang diberi bobot nilai sesuai dengan yang ditunjukkan oleh fitur HAAR-like ke-j melebihi batas *threshold* θ_j tertentu. Proses deteksi akan memindai seluruh area citra untuk mendapatkan obyek wajah dengan skala fitur HAAR-like yang berbeda. Proses pemindaian seluruh piksel pada citra dan menghitung jumlahan fitur HAAR-like akan sangat membutuhkan komputasi yang tinggi. Hal tersebut dapat diatasi dengan mengubah citra masukan menjadi bentuk citra integral sesuai dengan Persamaan 1 berikut:

$$ii(x, y) = \sum_{x' \leq x, y' \leq y} i(x', y') \quad [1]$$

dengan:

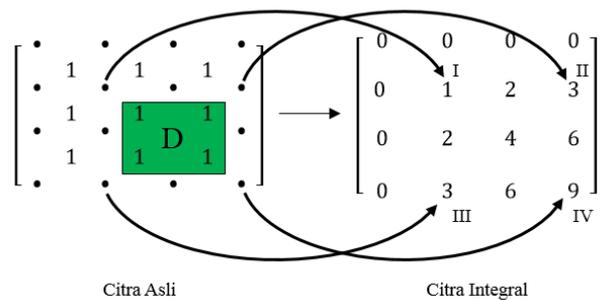
$ii(x, y)$ = citra integral
 $i(x', y')$ = citra masukan

Proses perubahan citra masukan menjadi citra integral diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses Perubahan ke Citra Integral

Misal, tahapan untuk mencari fitur jumlahan piksel daerah D, maka dengan citra integral hanya membutuhkan 3 proses aritmatika penjumlahan seperti pada ilustrasi seperti Gambar 3:



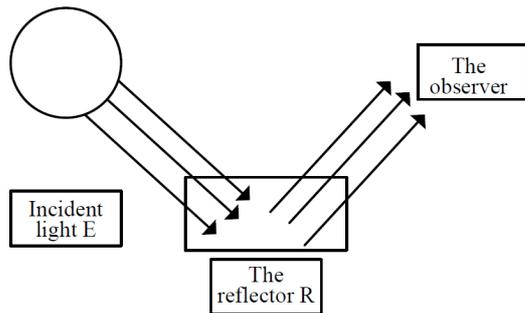
Gambar 3. Proses Penjumlahan Piksel

$$\begin{aligned} \text{Jumlahan piksel untuk daerah D} &= (I+IV)-(II+III) \\ &= (1+9)-(3+3) \\ &= 4 \end{aligned}$$

Penggunaan citra integral akan mempercepat penjumlahan fitur HAAR-like.

Selanjutnya sistem deteksi wajah dikembangkan dengan sistem klasifikasi bertingkat. Setiap tingkatnya dibentuk dari pengklasifikasi AdaBoost, sebuah algoritma pelatihan dengan menggabungkan *weak classifier* menjadi *strong classifier*.

B. Multiscale Retinex (MSR)



Gambar 4. Diagram Retinex Theory [21]

MSR merupakan pengembangan dari metode Single Scale Retinex (SSR), yaitu dengan menggabungkan beberapa *scale* (σ) yang berbeda dengan pembobotan tertentu. Pada metode SSR, penggunaan σ yang kecil dapat meningkatkan detail pada daerah gelap dan memiliki *dynamic compression* yang baik tetapi dengan distorsi warna yang buruk, dan berlaku sebaliknya apabila σ bernilai besar [22].

Berdasar teori Retinex, sebuah citra terbentuk sebagai hasil jumlahan produk radiasi dan reflektansi, sehingga secara matematis dapat dituliskan seperti berikut:

$$I(x, y) = L(x, y) \times R(x, y) \quad [2]$$

dan

$$L(x, y) = I(x, y) \times F(x, y) \quad [3]$$

$$F(x, y) = K \cdot e^{-[(x^2+y^2)/\sigma^2]} \quad [4]$$

Keterangan:

- $I(x, y)$ = representasi dari kumpulan sinyal dari citra asli
- $R(x, y)$ = representasi dari komponen refleksi dari obyek target
- $L(x, y)$ = representasi dari komponen pencahayaan yang memenuhi Persamaan 3.
- $F(x, y)$ = *Gaussian Surround Function* yang memenuhi Persamaan 4.

Berdasarkan Persamaan 5, bentuk logaritmik digunakan untuk memisahkan komponen pencahayaan dan komponen refleksinya. Pemisahan ini dilakukan untuk mendapatkan informasi asli dari obyek tersebut.

$$\log I(x, y) = \log L(x, y) + \log R(x, y) \quad [5]$$

MSR dibentuk dari SSR yang sesuai dengan Persamaan 6 berikut:

$$R_{SSR_i}(x, y) = \log I(x, y) - \log[F(x, y) * I_i(x, y)] \quad [6]$$

sehingga, MSR dapat dirumuskan seperti pada Persamaan 7

$$R_{MSR_i}(x, y) = \sum_{n=1}^N \omega_n \{\log I(x, y) - \log[F_n(x, y) * I_i(x, y)]\} \quad [7]$$

Keterangan:

- R_{SSR_i} = hasil Single Scale Retinex pada kanal i
- R_{MSR_i} = hasil Multi Scale Retinex pada kanal i
- ω_n = bobot pada skala n

C. Multiscale Retinex with Color Restoration (MSRCR)

MSRCR merupakan pengembangan dari metode Multiscale Retinex (MSR). MSRCR mampu memperbaiki kualitas citra digital yang berhubungan dengan pencahayaan yaitu dengan mempertahankan *color constancy*. *Color constancy* atau ketetapan warna merupakan keistimewaan dari sistem penglihatan manusia yang mengusahakan warna dari suatu benda tetap terlihat sama walaupun pada kondisi pencahayaan yang berbeda-beda. MSRCR memenuhi Persamaan 8, seperti berikut:

$$R_{MSRCR_i}(x, y) = C_i(x, y) R_{MSR_i}(x, y) \quad [8]$$

$$C_i(x, y) = f[I_i'(x, y)] \quad [9]$$

$$I_i'(x, y) = I_i(x, y) / \sum_{i=1}^s I_i(x, y) \quad [10]$$

$$C_i(x, y) = \beta \left\{ \log[\alpha I_i(x, y)] - \log \left[\sum_{i=1}^s I_i(x, y) \right] \right\} \quad [11]$$

dengan:

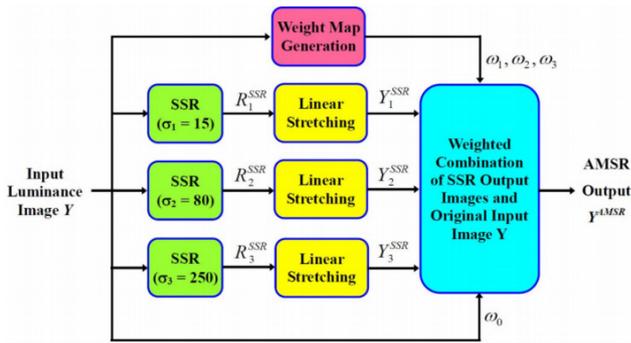
$S = 3$, kanal warna pada citra berwarna (kanal merah, hijau, dan biru)

β = konstanta *gain*

α = konstanta kontrol ketidaklinieran

D. Adaptive Multiscale Retinex

AMSR juga merupakan pengembangan dari MSR yang lebih bersifat adaptif guna memperbaiki kekurangan dari MSR. Metode AMSR diterapkan untuk peningkatan kualitas citra dengan setiap bobot pada keluaran SSR dihitung secara adaptif yang bergantung pada nilai piksel pada citra. Tujuan dengan adanya perhitungan yang bersifat adaptif yaitu ingin mendapatkan kualitas citra dengan kontras yang tinggi, dan hasil yang natural dari setiap daerah pada sebuah citra.



Gambar 5. Diagram Alir AMSR [20]

Pada tahap pertama, sebuah masukan citra warna dicari komponen luminansi, Y , dengan persamaan di bawah:

$$Y(x, y) = 0,299 \times R(x, y) + 0,587 \times G(x, y) + 0,114 \times B(x, y) \quad [12]$$

Dengan $R(x, y)$, $G(x, y)$, dan $B(x, y)$ merupakan 3 komponen warna yaitu merah, hijau, biru. Y akan digunakan untuk mendapatkan Y^{AMSR} dengan tahapan seperti pada Gambar 5. Metode *linear stretching* diterapkan untuk menormalisasi keluaran hasil SSR dengan Persamaan 13 di bawah ini:

$$Y_s^{SSR}(x, y) = \begin{cases} 255, & R_s^{SSR}(x, y) > P_{99} \\ 255 \times \frac{R_s^{SSR}(x, y) - P_1}{P_{99} - P_1}, & P_1 \leq R_s^{SSR}(x, y) \leq P_{99} \\ 0, & R_s^{SSR}(x, y) < P_1 \end{cases} \quad [13]$$

Y^{AMSR} memenuhi Persamaan 14 di bawah ini:

$$Y^{AMSR}(x, y) = \omega_0 Y(x, y) + \sum_{s=1}^3 \omega_s Y_s^{SSR}(x, y) \quad [14]$$

$$\omega_s(x, y) = \frac{p_s(x, y)}{\sum_{i=0}^3 p_i(x, y)}, s = 0, 1, 2, 3 \quad [15]$$

Setelah mendapatkan Y^{AMSR} , komponen warna merah, hijau, dan biru akan direkonstruksi kembali dengan Persamaan 16, 17 dan 18, yang menggunakan persamaan *hue shift and color de-saturation* di bawah ini:

$$R^r(x, y) = \frac{1}{2} \left(\frac{Y^{AMSR}(x, y)}{Y(x, y)} (R(x, y) + Y(x, y)) + R(x, y) - Y(x, y) \right) \quad [16]$$

$$G^r(x, y) = \frac{1}{2} \left(\frac{Y^{AMSR}(x, y)}{Y(x, y)} (G(x, y) + Y(x, y)) + G(x, y) - Y(x, y) \right) \quad [17]$$

$$B^r(x, y) = \frac{1}{2} \left(\frac{Y^{AMSR}(x, y)}{Y(x, y)} (B(x, y) + Y(x, y)) + B(x, y) - Y(x, y) \right) \quad [18]$$



(a) Citra Asli



(b) MSRCR



(c) Adaptive MSR

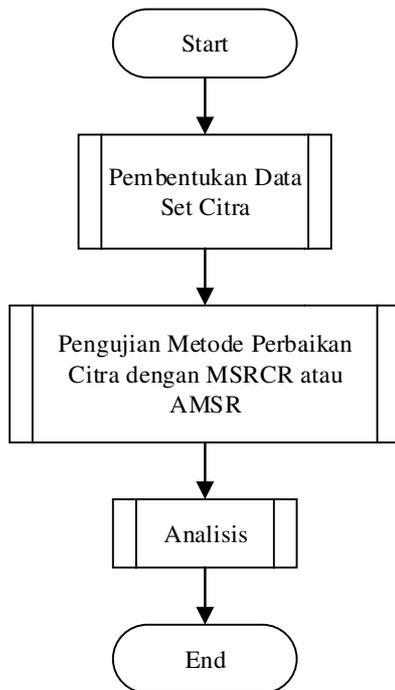
Gambar 6. Hasil Perbaikan MSRCR dan AMSR

E. YCbCr Skin Detection

Deteksi warna kulit merupakan proses untuk mendeteksi fitur warna kulit pada suatu citra. Fitur warna kulit merupakan fitur yang paling dominan pada wajah, sehingga dapat membantu dalam mendeteksi apakah ini sebuah obyek wajah atau bukan. YCbCr skin detection sangat cocok dalam mendeteksi warna kulit yang terpengaruh efek pencahayaan, seperti yang telah dilakukan oleh [23]. Komponen warna Cr dan Cb yang akan menentukan apakah obyek tersebut termasuk warna kulit atau bukan. Rentang nilai yang digunakan dalam menentukan sebuah obyek mengandung warna kulit atau tidak sesuai dengan [24], yaitu nilai ambang untuk komponen Cr = [133 173] dan komponen Cb = [77 127].

III. METODE PENELITIAN

Peningkatan akurasi hasil deteksi wajah dapat dilakukan dengan memperbaiki citra asli yang terpengaruh efek pencahayaan. Secara umum, penelitian ini dilaksanakan dalam 3 tahap, yaitu pembuatan data set citra, pengujian metode perbaikan citra, dan analisis, seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Alur Penelitian

A. Pembentukan Data Set Citra

Proses pembuatan data set dengan melakukan pengambilan citra di sebuah ruangan dengan pencahayaan yang bisa diatur tingkat intensitasnya. Sumber pencahayaan menggunakan beberapa lampu neon yang sudah terpasang pada ruangan. Pengaturan tingkat pencahayaan dilakukan dengan menyalakan dan mematikan baris lampu. Tingkat pencahayaan dibagi menjadi 4 kondisi, seperti yang

diperlihatkan pada Tabel I.

Tabel I
Kondisi Pencahayaan

Kondisi	Kondisi Lampu Ruangan	Intensitas Cahaya
1	3 baris lampu menyala	439,75
2	1 baris lampu mati	273,25
3	2 baris lampu mati	150,00
4	3 baris lampu mati (gelap)	9,00

Tabel I memperlihatkan bahwa kondisi pencahayaan I sampai kondisi pencahayaan IV terjadi penurunan intensitas cahaya.

Data set citra uji berupa kumpulan 10 set citra dengan masing-masing set memiliki 4 variasi citra yang diambil dengan intensitas cahaya yang berbeda-beda. Data set citra memiliki resolusi sebesar 3072x2304 piksel yang diambil dengan kamera Sony Cyber-shot DSC-S730 7,2 megapiksel. Setiap citra mengandung banyak obyek wajah, sehingga. Kamera ditempatkan di depan tengah ruangan. Hal tersebut dilakukan agar seluruh orang yang berada di dalam kelas dapat tertangkap kamera.



(8a)



(8b)



(8c)



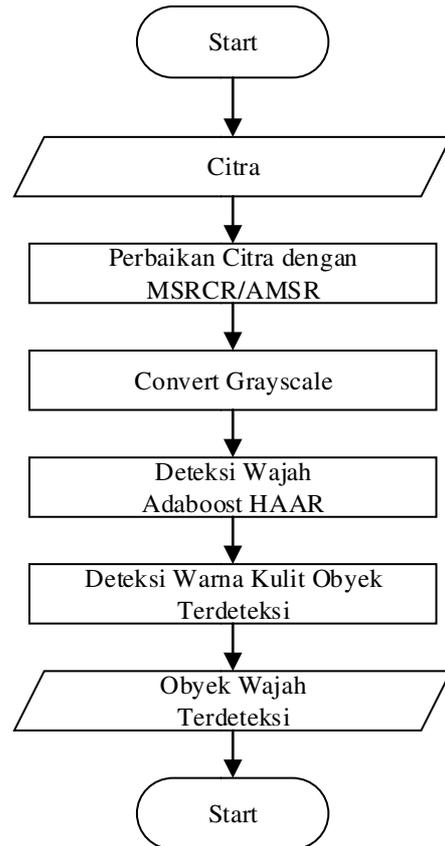
(8d)

Gambar 8. Set Citra 4 Kondisi Pencahayaan Berbeda.
(a) 439,75 lux; (b) 273,25 lux; (c) 150,00 lux; (d) 9,00 lux

B. Pengujian

Metode perbaikan yang akan diujikan ialah MSRCR dan AMSR. Keduanya merupakan pengembangan metode berbasis Retinex. Pengujian dilakukan dengan menggunakan aplikasi MATLAB. Alur pengujian diperlihatkan seperti pada Gambar 9.

Sebelum dilakukan proses deteksi wajah, citra masukan akan diproses untuk dilakukan perbaikan citra. Perbaikan citra dilakukan dalam 3 komponen warna. Citra hasil perbaikan akan dideteksi dengan Adaboost HAAR, yang sebelumnya telah dirubah menjadi citra *grayscale*. Obyek-obyek yang terdeteksi akan di-filter dengan mendeteksi warna kulit, sehingga hasil terakhir merupakan obyek yang benar-benar obyek wajah saja.



Gambar 9. Alur Pengujian

C. Analisis

Tahapan analisis dilakukan dengan melihat tingkat akurasi deteksi wajah tanpa adanya perbaikan dan dengan melakukan perbaikan citra, serta melihat pengaruh penurunan pencahayaan terhadap tingkat akurasi. Pengukuran tingkat akurasi menggunakan Persamaan 19.

$$akurasi = \frac{TP}{TP + FP} \quad [19]$$

dengan:

TP = *true positif*, obyek berupa wajah dan terdeteksi

FP = *false positif*, obyek berupa wajah tapi tidak terdeteksi

IV. HASIL DAN ANALISIS

Sistem deteksi wajah yang menerapkan fitur HAAR-like sangat rentan terhadap perubahan cahaya. Performanya akan menurun seiring dengan penurunan tingkat pencahayaan pada citra tersebut. Oleh karena itu, normalisasi tingkat pencahayaan dapat dilakukan dengan perbaikan citra sebelum citra tersebut dideteksi objek wajahnya.

Perbaikan citra dilakukan pada tahap awal guna menormalisasi tingkat pencahayaan terlebih dahulu. Selain itu, perbaikan citra juga bertujuan untuk menguatkan fitur-fitur wajah pada citra masukan, supaya sistem deteksi wajah

dapat dengan tepat menentukan sebuah obyek wajah. Gambar 10 dan Gambar 11 memperlihatkan hasil perbaikan dengan metode MSRCR dan AMSR. Citra yang ditampilkan menggunakan data set 1.



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 10. Hasil Perbaikan AMSR. Kiri = Citra asli, Kanan = Hasil Perbaikan. (a) pencahayaan 439,75 lux; (b) pencahayaan 273,25 lux; (c) pencahayaan 150,00 lux; (d) pencahayaan 9,00 lux



(a)



(b)



(c)

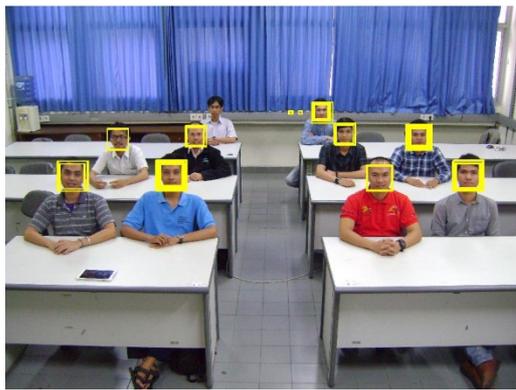


(d)

Gambar 11. Hasil Perbaikan MSRCR. Kiri = Citra asli, Kanan = Hasil Perbaikan. (a) pencahayaan 439,75 lux; (b) pencahayaan 273,25 lux; (c) pencahayaan 150,00 lux; (d) pencahayaan 9,00 lux

Nilai parameter yang tepat dalam perbaikan citra dengan AMSR dan MSRCR dicari melalui percobaan awal terlebih dahulu, agar citra hasil perbaikan memiliki pencahayaan yang lebih merata khususnya pada kondisi pencahayaan gelap. Nilai parameter yang didapat dari hasil percobaan awal untuk metode MSRCR yang diimplementasikan dengan program ImageJ sebagai berikut, parameter *level* = uniform, *scale* = 240, *scale division* = 8, dan *dynamic* = 2. Sedangkan, metode perbaikan AMSR yang dijalankan pada program MATLAB menggunakan pengaturan parameter *scale* = 15,80,250; *p1* = 1%; *p99* = 99%.

Setelah melalui proses perbaikan citra, maka citra hasil perbaikan akan dideteksi, apakah pada citra tersebut mengandung obyek wajah atau tidak. Gambar 12 memperlihatkan hasil deteksi wajah pada citra hasil perbaikan dibandingkan dengan citra asli. Berdasarkan Gambar 12, obyek wajah yang terdeteksi dengan masukan berupa citra asli yaitu 9 obyek wajah, citra perbaikan AMSR yaitu 9 obyek wajah, dan citra perbaikan MSRCR yaitu 10 obyek wajah. Gambar 12 juga memperlihatkan bahwa ada beberapa obyek yang bukan wajah ikut terdeteksi.



(a) Deteksi Wajah Citra Asli



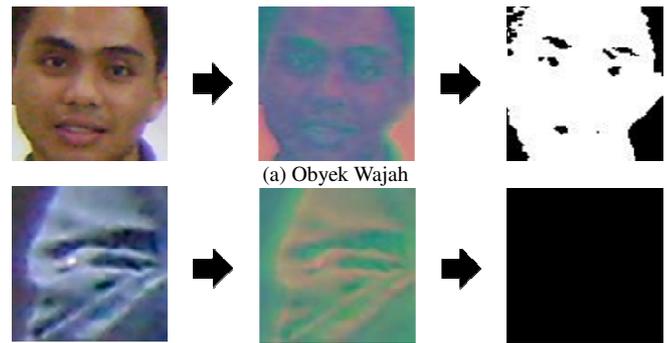
(b) Deteksi Wajah Citra Perbaikan AMSR



(c) Deteksi Wajah Perbaikan MSRCR

Gambar 12. Hasil Deteksi Wajah

Tahapan selanjutnya ialah proses deteksi warna kulit dari setiap obyek wajah yang didapatkan, sebagai proses pemisahan mana obyek wajah dan yang bukan wajah. Proses deteksi warna kulit diperlihatkan pada Gambar 13. Proses ini dilakukan untuk mendapatkan obyek yang benar-benar wajah. Deteksi warna kulit menggunakan komponen Cb dan Cr pada struktur komponen warna YCbCr. Struktur komponen warna Cb dan Cr sangat baik dalam membedakan warna kulit yang dipengaruhi oleh pencahayaan. Range nilai komponen Cb dan Cr menggunakan seperti pada penelitian [24]. Setelah proses deteksi warna kulit, maka dapat dilihat bahwa obyek yang terdeteksi hanya obyek wajah saja.



(b) Obyek Bukan Wajah

Gambar 13. Proses Deteksi Warna Kulit

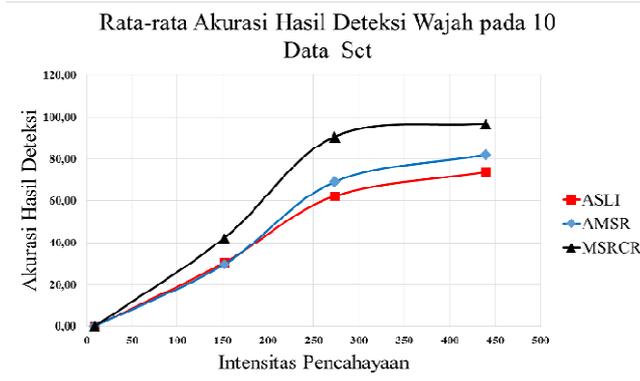
Akurasi hasil deteksi wajah dari 10 set citra diperlihatkan pada Tabel II. Berdasarkan Tabel II, terlihat bahwa dengan adanya perbaikan citra masukan dapat meningkatkan akurasi hasil deteksi wajah.

TABEL II

AKURASI HASIL DETEKSI 10 DATA SET

Set No	Akurasi Hasil Deteksi Wajah pada Intensitas Pencahayaan					
	439,75 lux			273,25 lux		
	ASLI (%)	AMSR (%)	MSRCR (%)	ASLI (%)	AMSR (%)	MSRCR (%)
1	90,00	80,00	100,00	50,00	60,00	90,00
2	50,00	83,33	100,00	41,67	58,33	91,67
3	75,00	75,00	91,67	58,33	91,67	100,00
4	75,00	75,00	100,00	75,00	66,67	91,67
5	83,33	83,33	91,67	58,33	58,33	83,33
6	75,00	83,33	91,67	58,33	75,00	83,33
7	54,55	72,73	100,00	63,64	63,64	90,91
8	66,67	83,33	91,67	83,33	83,33	83,33
9	83,33	91,67	100,00	58,33	66,67	100,00
10	83,33	91,67	100,00	75,00	66,67	91,67
Rata-Rata	73,62	81,94	96,67	62,20	69,03	90,59

No	Akurasi Hasil Deteksi Wajah pada Intensitas Pencahayaan					
	150,00 lux			9,00 lux		
	ASLI (%)	AMSR (%)	MSRCR (%)	ASLI (%)	AMSR (%)	MSRCR (%)
1	10,00	10,00	10,00	0,00	0,00	0,00
2	25,00	25,00	33,33	0,00	0,00	0,00
3	33,33	33,33	50,00	0,00	0,00	0,00
4	25,00	33,33	33,33	0,00	0,00	0,00
5	41,67	50,00	50,00	0,00	0,00	0,00
6	33,33	33,33	41,67	0,00	0,00	0,00
7	45,45	45,45	54,55	0,00	0,00	0,00
8	33,33	25,00	58,33	0,00	0,00	0,00
9	33,33	25,00	41,67	0,00	0,00	0,00
10	25,00	16,67	50,00	0,00	0,00	0,00
Rata-Rata	30,54	29,71	42,29	0,00	0,00	0,00



Gambar 14. Grafik Akurasi Hasil Deteksi Wajah

Gambar 14 memperlihatkan grafik rata-rata akurasi hasil deteksi wajah dengan citra masukan berupa citra hasil perbaikan dan tanpa perbaikan/asli. Gambar 14 juga memperlihatkan bahwa dengan adanya perbaikan citra pada citra masukan dapat meningkatkan akurasi hasil deteksi wajah. Metode perbaikan dengan MSRCR lebih mampu meningkatkan akurasi hasil deteksi wajah dibandingkan dengan metode perbaikan dengan AMSR.

Deteksi wajah dengan metode Adaboost HAAR sangat bergantung pada nilai fitur wajah yang terdapat pada sebuah obyek wajah. Fitur HAAR bekerja dengan melihat perbedaan nilai intensita. Semakin besar perbedaan intensitas pada sebuah fitur HAAR, maka akan semakin baik proses deteksi wajah dalam membedakan apakah obyek tersebut merupakan wajah atau bukan wajah. Sehingga, Gambar 14 juga memperlihatkan bahwa metode MSRCR lebih mampu meningkatkan nilai intensitas fitur-fitur pada wajah dibandingkan dengan metode AMSR. Pada intensitas pecahayaayan 439,75 lux, MSRCR memiliki akurasi rata-rata hasil deteksi wajah sebesar 96,67% sedangkan AMSR sebesar 81,94 %. Pada intensitas pecahayaayan 273,25 lux, MSRCR memiliki akurasi rata-rata hasil deteksi wajah sebesar 90,59% sedangkan AMSR sebesar 69,03%. Pada intensitas pecahayaayan 150,00 lux, MSRCR memiliki akurasi rata-rata hasil deteksi wajah sebesar 42,29% sedangkan AMSR sebesar 29,71%. Sedangkan pada intensitas 9,00 lux semua metode perbaikan citra tidak mampu mendeteksi obyek wajah karena pada kondisi ini merupakan kondisi yang gelap tanpa pencahayaan.

Besarnya peningkatan akurasi setelah citra masukan diperbaiki dihitung menggunakan Persamaan 19.

$$\begin{aligned}
 & \text{Peningkatan akurasi} \\
 & = \frac{\text{akurasi dengan citra asli}}{\text{akurasi dengan citra perbaikan}} \quad [19]
 \end{aligned}$$

Tabel 3 memperlihatkan besar peningkatan akurasi hasil deteksi pada metode perbaikan MSRCR dan AMSR. Dapat dianalisis bawah MSRCR mampu meningkatkan akurasi hasil deteksi hingga 1,46 kali pada kondisi pencahayaan 273,25 lux, sedangkan AMSR hanya mampu

meningkatkan hingga 1,11 kali pada kondisi pencahayaan 439,75 lux dan 273,25 lux.

TABEL III. PENINGKATAN AKURASI HASIL DETEKSI WAJAH

Intensitas Pencahayaan (lux)	Metode Perbaikan	
	AMSR	MSRCR
439,75	1,11 kali	1,31 kali
273,25	1,11 kali	1,46 kali
150,00	0,97 kali	1,38 kali
9,00	Tidak terjadi peningkatan	

V. KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan mengenai peningkatan akurasi hasil deteksi wajah dengan kondisi pencahayaan yang berbeda-beda, dapat diambil kesimpulan berdasarkan tujuan penelitian dan hasil yang dicapai. Pengujian dengan menggunakan metode perbaikan citra pada citra masukan bagi sistem deteksi wajah Adaboost HAAR dapat meningkatkan akurasi hasil deteksi wajah. Metode perbaikan dengan MSRCR dapat meningkatkan akurasi hasil deteksi wajah hingga 1,46 kali, sedangkan metode perbaikan AMSR hanya mampu hingga 1,11 kali. Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode MSRCR dapat melakukan perbaikan citra lebih baik dibanding AMSR guna meningkatkan nilai intensitas fitur-fitur yang dibutuhkan pada metode deteksi wajah Adaboost HAAR.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Baozhu, C. Xiuying, and L. Cuixiang, "A Robust Method for Skin Detection and Segmentation of Human Face," in *Intelligent Networks and Intelligent Systems, 2009. ICINIS '09. Second International Conference on*, 2009, pp. 290–293.
- [2] W. Fayu, Q. Baokun, X. Yong, and L. Baoan, "Research on face detection based on combination of Haar and skin colors features," in *Image and Signal Processing (CISP), 2010 3rd International Congress on*, 2010, vol. 6, pp. 2634–2638.
- [3] Y. Fu and J. Li, "Rotation Invariant Multi-View Color Face Detection Based on Skin Color and Adaboost Algorithm," in *Biomedical Engineering and Computer Science (ICBECS), 2010 International Conference on*, 2010, pp. 1–5.
- [4] Q. Junfeng, M. Shiwei, H. Zhonghua, and S. Yujie, "Face detection and recognition method based on skin color and depth information," in *Consumer Electronics, Communications and Networks (CECNet), 2011 International Conference on*, 2011, pp. 345–348.
- [5] Z. Li and S. Kamata, "Face detection in color images based on skin color models," in *TENCON 2010 - 2010 IEEE Region 10 Conference*, 2010, pp. 681–686.
- [6] Z. Peng, Y. Zhou, and P. Wang, "Multi-pose Face Detection Based on Adaptive Skin Color and Structure Model," in *Computational Intelligence and Security, 2009. CIS '09*.

- International Conference on*, 2009, vol. 1, pp. 325–329.
- [7] R. S. Ghiass and E. Fatemizadeh, “Multi-view face detection and recognition under varying illumination conditions by designing an illumination effect cancelling filter,” in *Signal Processing Algorithms, Architectures, Arrangements, and Applications (SPA)*, 2008, 2008, pp. 27–32.
- [8] R. Jinxin and Y. Junxun, “Multi-pose Face Detection Using Facial Features and AdaBoost Algorithm,” in *Computer Science and Engineering, 2009. WCSE '09. Second International Workshop on*, 2009, vol. 2, pp. 31–34.
- [9] G. Song, G. Guochang, L. Haibo, S. Jing, and C. Zesu, “A new AdaboostSVM algorithm based on multi-feature fusion for multi-pose face detection,” in *Image and Signal Processing (CISP), 2010 3rd International Congress on*, 2010, vol. 4, pp. 1735–1739.
- [10] M. Songyan and D. Tiancang, “Improved Adaboost Face Detection,” in *Measuring Technology and Mechatronics Automation (ICMTMA), 2010 International Conference on*, 2010, vol. 2, pp. 434–437.
- [11] P. Viola and M. Jones, “Rapid object detection using a boosted cascade of simple features,” in *Computer Vision and Pattern Recognition, 2001. CVPR 2001. Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on*, 2001, vol. 1, pp. I–511–I–518 vol.1.
- [12] Y. Ming-Hsuan, D. Kriegman, and N. Ahuja, “Detecting faces in images: a survey,” *Pattern Anal. Mach. Intell. IEEE Trans.*, vol. 24, no. 1, pp. 34–58, 2002.
- [13] Y. Min, K. Aoki, and H. Nagahashi, “Segmentation-based illumination normalization for face detection,” in *Computational Intelligence & Applications (IWCIA), 2013 IEEE Sixth International Workshop on*, 2013, pp. 95–100.
- [14] W. Wei, Y. Zhang, and L. Zenggang, “Illumination Invariant Multi-pose Face Tracking,” in *Image and Graphics, 2009. ICIG '09. Fifth International Conference on*, 2009, pp. 749–753.
- [15] G. Yan, J. Li, J. Li, Q. Ma, and M. Yu, “Illumination Variation in Face Recognition: A Review,” in *Intelligent Networks and Intelligent Systems, 2009. ICINIS '09. Second International Conference on*, 2009, pp. 309–311.
- [16] X. Qianru and G. Guohua, “Face detection under varying lighting conditions in video streams,” in *Computer Science and Automation Engineering (CSAE), 2012 IEEE International Conference on*, 2012, vol. 2, pp. 809–814.
- [17] A. Harsoyo, M. C. Rezi, and P. H. Rusmin, “Design of face recognition system using local binary pattern and CLAHE on Smart Meeting Room System,” in *System Engineering and Technology (ICSET), 2013 IEEE 3rd International Conference on*, 2013, pp. 341–345.
- [18] H. L. Edwin and J. M. John, “Lightness and Retinex Theory,” *J. Opt. Soc. Am.*, vol. 61, no. 1, pp. 1–11, 1971.
- [19] M. C. Hanumantharaju, M. Ravishankar, D. R. Rameshbabu, and S. Ramachandran, “Color Image Enhancement Using Multiscale Retinex with Modified Color Restoration Technique,” in *Emerging Applications of Information Technology (EAIT), 2011 Second International Conference on*, 2011, pp. 93–97.
- [20] C. H. Lee, J. L. Shih, C. C. Lien, and C. C. Han, “Adaptive multiscale retinex for image contrast enhancement,” *Proc. - 2013 Int. Conf. Signal-Image Technol. Internet-Based Syst. SITIS 2013*, pp. 43–50, 2013.
- [21] J. Yang, L. Wan, and C. Qu, “Illumination Processing Recognition of Face Images Based on Improved Retinex Algorithm,” *J. Multimed.*, vol. 8 No.5.
- [22] Z. Mahmood, T. Ali, S. Khattak, M. Aslam, and H. Mehmood, “A Color Image Enhancement Technique Using Multiscale Retinex,” in *Frontiers of Information Technology (FIT), 2013 11th International Conference on*, 2013, pp. 119–124.
- [23] Y. Wang, X. Ning, C. Yang, and Q. Wang, “A Novel Method for Face Detection across Illumination Changes,” in *Intelligent Systems, 2009. GCIS '09. WRI Global Congress on*, 2009, vol. 2, pp. 374–378.
- [24] D. Chai and K. N. Ngan, “Face segmentation using skin-color map in videophone applications,” *Circuits Syst. Video Technol. IEEE Trans.*, vol. 9, no. 4, pp. 551–564, 1999.