

**DETEKSI CITRA WAJAH BERMASKER MENGGUNAKAN
METODE *VIOLA JONES***

SKIRPSI

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana**

Oleh:

Aminurachma Aisyah Nilatika

NIM 17.52.0001



PROGRAM STUDI S1 – TEKNOLOGI INFORMASI

**KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INFORMATIKA DAN KOMPUTER
PPKIA PRADNYA PARAMITA
MALANG
2021**

LEMBAR PERSETUJUAN
DETEKSI CITRA WAJAH BERMASKER MENGGUNAKAN
METODE *VIOLA JONES*

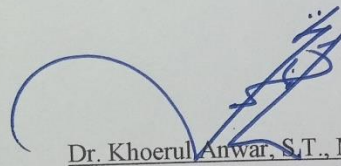
Oleh:
Aminurachma Aisyah Nilatika
NIM 17.52.0001

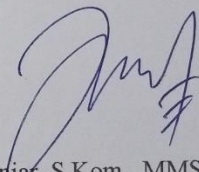
Telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan
Pada tanggal 27 April 2021

Menyetujui,
Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Khoerul Anwar, S.T., M.T
NIK. 197304072005011001


Eka Yuniar, S.Kom., MMSI
NIK. 16.09.19.001

Telah Disetujui Oleh :

Ketua Program Studi Teknologi Informasi


Samsul Arifin, S.Kom., MMSI
NIK. 11.10.25.004

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam Naskah SKRIPSI ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah SKRIPSI ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia SKRIPSI ini digugurkan dan gelar akademik yang saya peroleh (SARJANA) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 27 April 2021

Mahasiswa,



Aminurachma Aisyah Nilatika

NIM. 17.52.0001

ABSTRAK

Nilatika, Aminurachma Aisyah. 2021. *Deteksi Citra Wajah Bermasker Menggunakan Metode Viola Jones*. Skripsi, Program Studi Teknologi Informasi STMIK PPKIA Pradnya Paramita. Pembimbing: (I) Dr. Khoerul Anwar, S.T., M.T, (II) Eka Yuniar, S.Kom., MMSI

Kata Kunci: *deteksi wajah, Digital Image Processing, Viola Jones*.

Covid-19 merupakan coronavirus jenis baru yang ditemukan di Wuhan, Hubei, China pada tahun 2019, diberi nama Coronavirus disease-2019 yang disingkat menjadi Covid-19. WHO (*World Health Organization* atau Badan Kesehatan Dunia) secara resmi mendeklarasikan virus corona (Covid-19) sebagai pandemi pada tanggal 9 Maret 2020. Pemerintah telah mengambil banyak langkah untuk mengatasi pandemi ini, salah satunya adalah dengan mensosialisasikan gerakan wajib cuci tangan, gerakan *social distancing*, dan gerakan wajib memakai masker guna mengurangi atau bahkan memutus rantai infeksi virus Covid-19. Pendeteksian masyarakat yang menggunakan masker merupakan hal yang mudah dilakukan dengan kasat mata manusia, tetapi bagi suatu sistem cerdas harus dapat melakukan pemrosesan pendeteksian terlebih dahulu untuk dapat membedakan masyarakat yang menggunakan masker atau tidak menggunakan masker. Metode *Viola Jones* dikenal memiliki kecepatan dan keakuratan yang cukup tinggi karena menggabungkan beberapa konsep (Fitur *Haar*, *Citra Integral*, *AdaBoost*, *Cascade Classifier*) menjadi sebuah metode utama untuk mendeteksi objek. Deteksi wajah bermasker menggunakan metode *Viola Jones* mampu mendeteksi wajah yang bermasker maupun tidak bermasker dengan akurasi yang didapatkan sebesar 95%, *precision* 94,73% , dan *recall* 100%. Sedangkan akurasi yang didapatkan untuk mendeteksi apakah wajah tersebut menggunakan masker yaitu sebesar 94%, *precision* 100% , dan *recall* 90,90%.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur ke hadirat Allah SWT atas berkah, rahmat dan hidayah-Nya yang senantiasa dilimpahkan kepada penulis, sehingga bisa menyelesaikan skripsi dengan judul “DETEKSI CITRA WAJAH BERMASKER MENGGUNAKAN METODE VIOLA JONES ” sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S-1) pada Program Sarjana Teknologi Informasi STMIK PPKIA Pradnya Paramita.

Dalam penyusunan skripsi ini banyak hambatan serta rintangan yang penulis hadapi namun pada akhirnya dapat melaluinya berkat adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dosen wali yang telah memberikan dukungan pengarahan selama masa perkuliahan;
2. Dosen pembimbing yang telah memberikan pengarahan selama proses pembuatan skripsi;
3. Kedua orang tua beserta saudara yang telah memberikan doa dan dukungan selama proses pembuatan skripsi;
4. Teman-teman yang selalu memberikan dukungan;

Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu memberikan dukungan. Penulis mohon maaf atas segala kesalahan yang pernah dilakukan. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat untuk mendorong penelitian-penelitian selanjutnya.

Malang, 27 April 2021
Mahasiswa,

Aminurachma Aisyah Nilatika

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI.....	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Kontribusi Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Pengolahan Citra (<i>Image Processing</i>)	6
2.2 Viola Jones	7
2.5.1 Haar Like Feature	8
2.5.2 Integral Image	9
2.5.3 Adaboost Learning	11
2.5.4 Cascade Classifier	12
2.3 Thresholding.....	13
2.4 Deteksi Tepi	13
2.5 Segmentasi Citra.....	13

2.6	Deteksi Wajah Bermasker menggunakan metode Viola Jones	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		16
3.1	Analisis Permasalahan.....	16
3.2	Solusi yang Diusulkan.....	17
3.2.1	Pre-Processing.....	18
3.2.2	<i>Processing</i>	21
3.2.3	Proses Segmentasi.....	27
3.3	Rancangan Eksperimen	28
3.3.1	Alat Penelitian.....	28
3.3.2	Bahan Penelitian.....	29
3.3.3	Parameter Pengujian.....	29
3.3.4	Rancangan Pengujian	31
BAB IV PENGUJIAN DAN HASIL.....		32
4.1	Koleksi Data	32
4.2	Hasil Pengujian Sistem.....	32
4.2.1	Kegiatan Pengujian	33
4.3	Hasil Pengujian.....	43
4.3.1	Metode Validasi Pengujian	43
4.3.2	Akurasi penerapan metode <i>Viola Jones</i>	44
4.4	Hasil Analisis Pengujian	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		46
5.1	Kesimpulan.....	46
5.2	Saran	46
DAFTAR PUSTAKA		x

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Posisi Koordinat Citra Digital	6
Gambar 2. 2 Haar-Like Feature	8
Gambar 2. 3 Representasi Gambar Integral	10
Gambar 2. 4 Matriks input image menjadi integral image.....	10
Gambar 2. 5 (a) Mencari jumlah fitur pada daerah terang. (b) Mencari jumlah fitur pada daerah gelap	11
Gambar 3. 1 Alur Metodologi yang diusulkan	17
Gambar 3. 2 Konversi Citra RGB ke Citra grayscale	19
Gambar 3. 3 Pemilihan Fitur Mata, Hidung, Mulut	22
Gambar 3. 4 Citra Masukan	23
Gambar 3. 5 Hasil Perhitungan Integral Image.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 6 Classifier Lemah	25
Gambar 3. 7 Hasil Kombinasi Dari Classifier Lemah	26
Gambar 3. 8 Hasil Kombinasi Linier Dari Classifier Lemah.....	26
Gambar 3. 9 Cascade Classifier	27
Gambar 3. 10 Segmentasi pada wajah tidak bermasker.....	28
Gambar 3. 11 Segmentasi pada wajah bermasker.....	28

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3. 1 Tabel Spesifikasi Alat Penelitian	28
Tabel 3. 2 Perhitungan Confusion Matrix.....	30
Tabel 3. 3 Rancangan Pengujian Sistem	31
Tabel 4. 1 Pengujian Input Citra	33
Tabel 4.2 Pengujian Resize Citra	35
Tabel 4.3 Pengujian Konversi Citra	38
Tabel 4.4 Pengujian Pendeteksian Wajah	39
Tabel 4.5 Pengujian Segmentasi	40
Tabel 4. 6 Hasil Deteksi	42
Tabel 4. 7 Perhitungan Pengujian Confusion Matrix untuk pendeteksian wajah	44
Tabel 4. 8 Perhitungan Pengujian Confusion Matrix untuk pendeteksian penggunaan masker	44

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Covid-19 merupakan coronavirus jenis baru yang ditemukan di Wuhan, Hubei, China pada tahun 2019, diberi nama Coronavirus disease-2019 yang disingkat menjadi Covid-19 (Hui, et al., 2020). Covid-19 merupakan virus yang baru saja menggemparkan seluruh dunia. WHO (*World Health Organization* atau Badan Kesehatan Dunia) secara resmi mendeklarasikan virus corona (Covid-19) sebagai pandemi pada tanggal 9 Maret 2020. Artinya, virus ini telah menyebar secara luas di seluruh dunia. Di Indonesia, covid-19 masih mengalami peningkatan secara terus-menerus. Pemerintah Indonesia juga telah mengeluarkan status darurat bencana terhitung mulai tanggal 29 Februari 2020 hingga 29 Mei 2020 terkait pandemi virus ini dengan jumlah waktu 91 hari. Data sampai 03 Agustus 2020, dilaporkan terdapat 113.134 orang yang terpapar virus ini, 5.302 orang diantaranya meninggal dunia serta 70.237 orang bisa disembuhkan (Kemenkes, 2020).

Menurut data saat ini, mengindikasikan bahwa sebagian besar penularan Covid-19 terjadi dari orang simtomatik atau bergejala kepada orang lain melalui kontak erat, saat tidak mengenakan APD yang tepat (WHO, 2020). Serta kemungkinan penularan lain terjadi karena orang yang terinfeksi menularkan virusnya tetapi orang yang tertular belum mengalami gejala penularan. Penularan ini disebut penularan prasimtomatik (WHO, 2020). Seseorang yang terinfeksi virus, akan menunjukkan beberapa gejala dan umumnya masa inkubasi Covid-19 diperkirakan berkisar dari 1 hingga 14 hari, umumnya sekitar 5 hari. Masa inkubasi adalah

periode sejak seseorang terpapar infeksi hingga muncul tanda atau gejala penyakit yang ditimbulkan. Masa ini sangat penting diketahui dalam upaya pencegahan penyebaran wabah Covid-19. Orang yang tak sadar dirinya terinfeksi sehingga tak muncul gejala akan dengan mudah menularkan orang lain selama masa inkubasi. Karena penularan virus ini sangatlah cepat, maka masyarakat perlu mematuhi protokol kesehatan yang telah ditetapkan oleh pemerintah guna memutus rantai penularan Covid-19.

Pemerintah telah mengambil banyak langkah untuk mengatasi pandemi ini, salah satunya adalah dengan mensosialisasikan gerakan wajib cuci tangan, gerakan *social distancing*, dan gerakan wajib memakai masker guna mengurangi atau bahkan memutus rantai infeksi virus Covid-19 (Yurianto, Permintaan Pemerintah: Disiplin Cuci Tangan, Pakai Masker, Jaga Jarak Aman dan Tetap di Rumah, 2020). Gerakan wajib masker merupakan gerakan yang mewajibkan seluruh masyarakat untuk memakai masker. Ada beberapa masker yang disarankan oleh pemerintah untuk digunakan. Diantaranya adalah masker kain, masker yang dapat digunakan selama empat jam lalu dapat dicuci kembali. Kemudian masker bedah dan masker N-95 yang hanya dikhususkan untuk petugas kesehatan (Yurianto, Sesuai Anjuran WHO, Pemerintah Wajibkan Pemakaian Masker!, 2020).

Di Indonesia sendiri masih banyak masyarakat yang menghiraukan peringatan dan peraturan tentang penggunaan masker setiap berada di luar rumah, banyak masyarakat yang belum sadar akan pentingnya menjalankan pencegahan ini. “Tetapi sekali lagi, kesadaran untuk menggunakan masker ini masih sangat kurang. Padahal 90% masyarakat kita sudah tahu bahwa menggunakan masker adalah salah

satu cara yang paling ampuh untuk menghindari seseorang tertular Covid-19. Tetapi yang patuh untuk mengikutinya kurang dari 50%, (Ketua Satgas Covid-19: Kesadaran Masyarakat Pakai Masker Kurang dari 50%, 2020). Pendeteksian masyarakat yang menggunakan masker merupakan hal yang mudah dilakukan dengan kasat mata manusia, tetapi bagi suatu sistem cerdas harus dapat melakukan pemrosesan pendeteksian terlebih dahulu untuk dapat membedakan masyarakat yang menggunakan masker atau tidak menggunakan masker. Metode Viola-Jones merupakan metode pendeteksian obyek yang memiliki tingkat keakuratan yang cukup tinggi yaitu sekitar 93,7 % dengan kecepatan 15 kali lebih cepat daripada detektor *Rowley Baluja-Kanade* dan kurang lebih 600 kali lebih cepat daripada detektor *Schneiderman-Kanade* (A. Hendrotiatmoko, 2014). Pada penelitian (Imanuddin, Alhadi, Oktafian, & Ihsan, 2019) yang menggunakan metode Viola Jones untuk mendeteksi mata mengantuk menunjukkan hasil dapat mendeteksi 7 mata dari 10 mata yang digunakan. Serta pada penelitian (Putri, Matulatan, & Hayaty, 2019) Metode Viola Jones dikenal memiliki kecepatan dan keakuratan yang cukup tinggi karena menggabungkan beberapa konsep (*Fitur Haar, Citra Integral, AdaBoost, Cascade Classifier*) menjadi sebuah metode utama untuk mendeteksi objek.

Sebagaimana telah tertulis pada paragraf sebelumnya, ada kesempatan yang bisa penulis gunakan sebagai bahan penelitian. Saat ini deteksi wajah bermasker dengan menggunakan citra wajah dengan akurasi yang akurat sangat diperlukan. Deteksi wajah bermasker akan memudahkan dan membantu pihak tertentu atau yang terkait untuk memilah antara masyarakat yang menggunakan masker maupun tidak menggunakan masker. Berdasarkan uraian diatas, deteksi wajah bermasker

menggunakan metode *Viola Jones* mampu mendeteksi wajah yang bermasker maupun tidak bermasker dengan akurasi yang tinggi guna memudahkan dan membantu pihak terkait.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dapat dirumuskan permasalahan yang akan dipecahkan, yaitu:

1. Bagaimana mengimplementasikan metode *Viola Jones* pada Deteksi Citra Wajah Bermasker untuk dapat membedakan antara wajah dengan bukan wajah pada citra?
2. Bagaimana segmentasi citra dapat menentukan antara wajah yang menggunakan masker atau tidak menggunakan masker?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan di atas maka tujuan penelitian ini, yaitu:

1. Memperoleh akurasi yang lebih tinggi untuk mendeteksi masyarakat yang menggunakan masker atau tidak menggunakan masker.
2. Aplikasi ini dapat membantu pihak terkait dalam mengatasi kelalihan untuk mendeteksi masyarakat yang menggunakan masker atau tidak menggunakan masker.
3. Efisiensi waktu dalam mendeteksi masyarakat yang menggunakan masker atau tidak menggunakan masker.
4. Mencegah penyebaran Virus Covid-19.

1.4 Batasan Masalah

Demi tercapainya tujuan penelitian yang telah diuraikan di atas maka ruang lingkup penelitian ini difokuskan pada:

1. Penelitian ini difokuskan pada pembuatan sistem ini menggunakan Bahasa pemrograman *Python v3.4* dengan *library OpenCV*.
2. Wajah yang akan dideteksi adalah wajah yang menghadap ke depan, dalam posisi tegak, dan tidak terhalangi sebagian oleh objek lain.
3. Pencahayaan di lingkungan sekitar wajah harus terang (batasan jarak wajah yang dapat dideteksi antara ± 134 dan ± 21 cm dari kamera, batasan kecerahan antara ± 50 nilai *mean* maksimal gelap dan ± 200 nilai *mean* maksimal terang). Gambar yang ditangkap sebesar 480x640 piksel dan setelah menemukan wajah gambar diubah menjadi 340x240 piksel untuk mendeteksi wajah menggunakan masker maupun wajah yang tidak menggunakan masker.
4. Aplikasi ini mampu digunakan secara *real time*.
5. Aplikasi ini mampu mendeteksi satu wajah dalam satu gambar.

1.5 Kontribusi Penelitian

Adapun kontribusi yang akan didapat dari hasil penelitian ini adalah:

1. Dapat mencari informasi orang yang melakukan pelanggaran tidak menggunakan masker dengan cara di *scan* atau di *capture* dari aplikasi ini.
2. Aplikasi ini mampu mendeteksi satu wajah dalam satu gambar.
3. Aplikasi deteksi wajah dengan menggunakan metode *Viola Jones* mampu mendeteksi mencapai persentase keberhasilan diatas 50%.

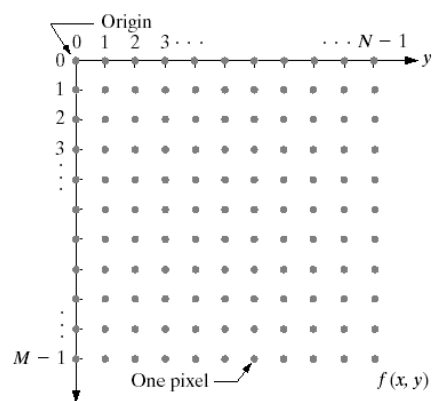
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengolahan Citra (*Image Processing*)

Pengolahan citra merupakan sebuah bentuk pemrosesan sebuah citra dengan cara memproses numerik dari citra tersebut, data yang diproses adalah masing-masing piksel atau titik dari citra tersebut. Tujuan dari pemrosesan ini adalah memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau mesin komputer (S, Suma'inna, & Maulana, 2016). Suatu citra dapat didefinisikan sebagai fungsi $f(x, y)$ yang berukuran M baris dan N kolom dengan x dan y adalah koordinat spasial dan amplitudo f pada pasangan koordinat (x, y) yang disebut intensitas atau tingkat keabuan citra pada titik tersebut. Jika nilai x, y dan f secara keseluruhan berhingga dan bernilai diskrit, maka citra tersebut dapat dikatakan sebagai citra digital (Gonzalez & Woods, 2002).

Citra digital tersusun atas sejumlah berhingga elemen, masing-masing memiliki lokasi dan nilai atau intensitas tertentu. Elemen-elemen ini disebut elemen gambar, elemen citra, pels, dan juga piksel. Gambar 2.1 menunjukkan posisi koordinat citra digital.



Gambar 2. 1 Posisi Koordinat Citra Digital

Secara umum pengolahan citra digital menunjuk pada pemrosesan gambar dimensi dua menggunakan komputer. Dalam konteks yang lebih luas, pengolahan citra digital mengacu pada pemrosesan setiap data berdimensi dua. Citra digital merupakan sebuah larik (*array*) yang berisi nilai-nilai real maupun kompleks yang direpresentasikan dengan deretan bit tertentu (Putra, 2010). Pengolahan citra digital dapat dilakukan dengan berbagai cara diantaranya adalah representasi dan pemodelan citra, peningkatan kualitas citra, restorasi citra, analisis citra, rekonstruksi citra, kompresi citra dan deteksi tepi (*edge detection*) citra untuk proses segmentasi (Sujito & Yunus, 2016). Citra digital dapat ditulis dalam bentuk matriks sebagai berikut :

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & \dots & \dots & f(1,M-1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix}$$

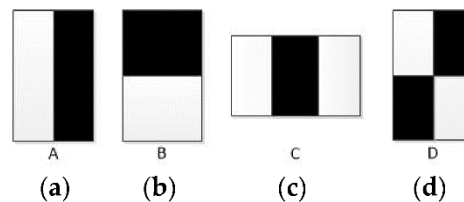
Nilai pada suatu irisan antara baris dan kolom (pada posisi x, y) disebut dengan *picture elements, image elements, pels*, atau *pixel* (Gonzalez & Woods, 2002).

2.2 Viola Jones

Metode *Viola Jones* merupakan metode pendeteksian obyek yang memiliki tingkat keakuratan yang cukup tinggi yaitu sekitar 93,7 % dengan kecepatan 15 kali lebih cepat daripada detektor *Rowley Baluja-Kanade* dan kurang lebih 600 kali lebih cepat dari pada detektor *Schneiderman-Kanade* (Imanuddin, Alhadi, Oktafian, & Ihsan, 2019). Menurut (Putri, Matulatan, & Hayaty, 2019) menggunakan metode *Viola Jones* sebagai metode pendeteksi objek, yang dapat memiliki akurasi hingga 67,6% untuk mendeteksi wajah. Sedangkan pada

penelitian (Imanuddin, Alhadi, Oktafian, & Ihsan, 2019) metode *Viola Jones* digunakan sebagai pendeteksi mata mengantuk, dalam pengujian program ini didapatkan jumlah yang terdeteksi 7 mata dari 10 mata. Metode ini diperkenalkan oleh Paul Viola dan Michael Jones untuk mendeteksi wajah. Metode ini mendeteksi objek dalam gambar dengan menggabungkan empat kunci utama yaitu *haar-like feature*, *integral image*, *adaboost learning* dan *cascade classifier*.

2.5.1 Haar Like Feature



Gambar 2. 2 Haar-Like Feature

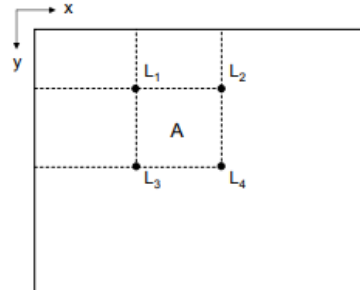
Haar like feature merupakan *rectangular* (persegi) *features*, yang memberikan indikasi secara spesifik pada sebuah gambar atau citra. Ide dari *Haar like feature* adalah untuk mengenali objek berdasarkan nilai sederhana dari fitur. Metode ini memiliki kelebihan yaitu komputasinya sangat cepat, karena hanya bergantung pada jumlah piksel dalam persegi bukan setiap nilai piksel dari sebuah citra. Metode ini merupakan metode yang menggunakan statistika model (*classifier*). Pendekatan untuk mendeteksi objek dalam gambar menggabungkan empat konsep utama yaitu *training data*, fitur segi empat sederhana yang disebut fitur haar, *integral image* untuk pendeteksian fitur secara cepat dan pengklasifikasian bertingkat (*cascade classifier*) untuk menghubungkan banyak fitur secara efisien. *Haar like feature* digunakan dalam mendeteksi objek pada citra digital. Nama haar merujuk pada suatu

fungsi matematika (*Haar Wavelet*) yang berbentuk kotak. Awalnya pengolahan gambar hanya dengan melihat dari nilai RGB setiap piksel, namun metode ini ternyata tidaklah efektif. Kemudian dikembangkan sehingga terbentuk *Haar-like Feature*. *Haar like feature* memproses gambar dalam kotak-kotak, dimana dalam satu kotak terdapat beberapa piksel. Setiap kotak kemudian diproses dan didapatkan perbedaan nilai (*threshold*) yang menandakan daerah gelap dan terang. Nilai-nilai inilah yang nantinya dijadikan dasar dalam *image processing*. Lalu untuk gambar bergerak (*video*), perhitungan dan penjumlahan piksel terjadi secara terus-menerus dan membutuhkan waktu yang lebih lama. Oleh karena itu, penjumlahan diganti dengan integral sehingga didapatkan hasil lebih cepat. Hasil deteksi dari *haar like feature* kurang akurat jika hanya menggunakan satu fungsi saja sehingga biasanya digunakan beberapa fungsi sekaligus. Semakin banyak fungsi yang digunakan maka hasilnya akan semakin akurat.

2.5.2 *Integral Image*

Integral image adalah representasi citra baru yang digunakan untuk menentukan ada atau tidaknya dari fitur haar pada sebuah gambar secara efisien. Pada umumnya, pengintegrasian tersebut berarti menambahkan nilai piksel bersamaan. Nilai integral untuk masing-masing piksel adalah jumlah dari semua piksel-piksel dari atas sampai bawah. Dimulai dari kiri atas sampai kanan bawah, nilai dari citra dapat dijumlahkan dengan beberapa operasi bilangan bulat per piksel. Gambar integral digunakan untuk menghitung jumlah semua piksel di dalam suatu persegi panjang dengan hanya menggunakan empat nilai secara efisien. Nilai-nilai tersebut adalah piksel pada

gambar integral yang bertepatan dengan sudut-sudut persegi panjang pada gambar masukan [7] seperti yang terlihat pada Gambar 3.



Gambar 2. 3 Representasi Gambar Integral

Sumber : Integral image-based representations, Konstantinos G. Derpanis, 2007

Untuk menghitung jumlah piksel A maka rumusnya adalah :

$$A = L_4 - (L_2 + L_3) + L_1 \quad (\text{Rumus 1.1})$$

Input Image					Integral Image				
2	4	7	5	8	2	6	13	18	26
1	5	1	7	7	3	12	20	32	47
5	6	9	5	6	8	23	40	57	78
8	9	10	6	7	16	40	67	90	118
10	12	8	3	6	26	62	97	123	157

Gambar 2. 4 Matriks input image menjadi *integral image*

Seperti dilihat pada Gambar 2.4, setiap piksel dalam *Integral Image* harus sama dengan keseluruhan jumlah semua piksel di atas dan di sebelah kiri piksel yang bersangkutan. Perubahan nilai dari *input image* ke *integral image* dihitung dengan menggunakan rumus 1.2.

$$s(x, y) = i(x, y) + s(x, y - 1) + s(x - 1, y) - s(x - 1, y - 1)$$

(Rumus 1.2)

Daerah terang					Daerah gelap				
2	6	13	18	26	2	6	13	18	26
3	12	20	32	47	3	12	20	32	47
8	23	40	57	78	8	23	40	57	78
16	40	67	90	118	16	40	67	90	118
26	62	97	123	157	26	62	97	123	157

(a) (b)

Gambar 2. 5 (a) Mencari jumlah fitur pada daerah terang. (b) Mencari jumlah fitur pada daerah gelap

Dari Gambar 2.5 dapat diketahui bahwa empat nilai yang digunakan untuk mencari nilai fitur adalah, $L1=2$, $L2=26$, $L3=13$, $L4=97$ untuk daerah terang dan $L1=13$, $L2=26$, $L3=97$, $L4=157$ untuk daerah gelap. Menggunakan rumus 1.1 maka, jumlah piksel pada daerah terang adalah 60 dan jumlah piksel pada daerah gelap adalah 47. Dengan mengurangi jumlah piksel pada daerah terang dan gelap maka didapat hasil 13 untuk nilai fitur pada persegi panjang tersebut.

2.5.3 Adaboost Learning

Adaboost adalah algoritma *machine learning* yang digunakan untuk menentukan fitur-fitur yang spesifik yang akan digunakan untuk mengatur nilai ambang (*threshold*). Dalam proses pembentukan *classifier* kuat dilakukan penambahan bobot terhadap *classifier* lemah dan digabungkan untuk mengevaluasi bagian citra mengandung objek atau tidak. adapun yang maksud *classifier* lemah adalah suatu hasil prediksi dengan tingkat kebenaran yang kurang akurat. Berikut adalah tahapan yang dilakukan *adaboost* dalam membentuk *classifier* kuat:

1. Normalisasikan bobot untuk mendapatkan distribusi probabilitas atau kandidat *classifier* lemah.

2. Evaluasi setiap kandidat *classifier* lemah tersebut.
3. Pilih kandidat *classifier* lemah dengan kesalahan yang paling sedikit, tetapkan sebagai *classifier* lemah.
4. Klasifikasi semua data *training* menggunakan *classifier* lemah yang telah didapatkan, dan lakukan pemberian bobot ulang terhadap data tersebut. Perbesar bobot semua data yang mengalami kesalahan klasifikasi, dan kurangi bobot (kembalikan ke bobot awal) semua data yang telah diklasifikasi dengan benar. Hal ini ditujukan agar setiap kesalahan klasifikasi yang terjadi dapat terlihat dan diatasi oleh *weak classifier* yang terpilih pada tahapan selanjutnya.
5. *Classifier* akhir yang didapatkan merupakan gabungan dari semua *classifier* lemah yang didapatkan dari setiap tahapan *boosting*.

2.5.4 Cascade Classifier

Cascade classifier adalah metode klasifikasi bertingkat dengan menggunakan fitur yang diseleksi dengan menggunakan algoritma *Adaboost*, *cascade classifier* memiliki beberapa tingkatan dalam melakukan klasifikasi, pada setiap tingkatan dipisahkan antara *subcitra* yang mengandung gambar positif (gambar yang memiliki objek yang diinginkan) dengan gambar negatif (gambar yang tidak memiliki objek yang diinginkan), dimana bagian *subcitra* yang tidak mengandung objek positif akan ditolak sedangkan *subcitra* yang mengandung objek akan dijadikan *input* pada tingkatan klasifikasi berikutnya dengan kriteria penyaringan yang lebih spesifik hingga didapatkan *subcitra* yang merupakan objek yang terdeteksi.

2.3 Thresholding

Citra *threshold* digunakan untuk mempertegas citra dengan mengubah citra yang memiliki derajat keabuan, menjadi 2 warna yaitu hitam dan putih berdasarkan nilai ambang (*threshold*). Pada proses threshold di haruskan untuk menentukan nilai threshold (T) dimana piksel yang bernilai di bawah nilai *threshold* akan presentasikan dengan warna hitam dan piksel yang bernilai di atas nilai *threshold* akan dipresentasikan dengan warna putih. Nilai *threshold* secara umum dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$T = \frac{f_{maks} + f_{min}}{2}$$

(Rumus 1.3)

2.4 Deteksi Tepi

Deteksi tepi (*edge detection*) adalah operasi yang dijalankan untuk mendeteksi garis tepi (*edges*) yang membatasi dua wilayah citra homogen yang memiliki tingkat kecerahan yang berbeda (Pitas, 1993). Deteksi tepi sebuah citra digital merupakan proses untuk mencari perbedaan intensitas yang menyatakan batas-batas suatu objek (sub-citra) dalam keseluruhan citra digital yang dimaksud. Tujuan pendeteksian tepi adalah untuk meningkatkan penampakan garis batas suatu daerah atau objek di dalam citra (Yunus, 2002).

2.5 Segmentasi Citra

Segmentasi sering dianalogikan sebagai proses pemisahan latar depan dan latar belakang dengan memilih piksel-piksel dalam suatu nilai yang memiliki nilai koherenitas sebagai latar depan dan menolak sisanya sebagai latar belakang.

Dengan demikian, citra terbagi atas dua bagian yang dinyatakan dengan warna tertentu yang membatasi setiap wilayah. Segmentasi merupakan jenis operasi yang bertujuan untuk memecah suatu citra ke dalam beberapa segmen dengan suatu kriteria tertentu. Jenis operasi ini berkaitan erat dengan identifikasi pola (Wardoyo, Wiryadinata, & Sagita, 2014). Algoritma segmentasi didasarkan pada 2 buah karakteristik nilai derajat kecerahan pada citra yaitu: *discontinuity* dan *similarity* (Kustian, 2016). Hasil dari segmentasi citra yaitu memisahkan obyek tertentu dengan latar belakangnya. Obyek yang dimaksud pada penelitian ini adalah wajah manusia yang akan dikenali, sedangkan latar belakangnya adalah latar belakang yang tidak dibutuhkan untuk proses identifikasi (Suhery & Ruslianto, 2017). Proses pemisahan dapat dilakukan dengan membandingkan derajat kecerahan antara piksel-piksel yang ada pada citra sehingga dapat diputuskan mana yang menjadi obyek mana yang menjadi latar belakang.

2.6 Deteksi Wajah Bermasker menggunakan metode Viola Jones

Berdasarkan penelitian sebelumnya, menunjukkan bahwa metode *Viola Jones* terbukti efektif untuk mendeteksi wajah bermasker atau tidak. Sehingga pada penelitian ini digunakan metode tersebut untuk mengetahui dan mendeteksi wajah bermasker atau tidak.

2.6.1 Definisi Masker

Masker adalah perlindungan pernafasan yang digunakan sebagai metode untuk melindungi individu dari menghirup zat-zat bahaya atau kontaminan yang berada di udara, perlindungan pernafasan atau masker tidak dimaksudkan untuk menggantikan metode pilihan yang dapat

menghilangkan penyakit, tetapi digunakan untuk melindungi secara memadai pemakainya (Cohen & Birkner, 2012). Masker secara luas digunakan untuk memberikan perlindungan terhadap partikel dan aerosol yang dapat menyebabkan bahaya bagi sistem pernafasan yang dihadapi oleh orang yang tidak memakai alat pelindung diri, bahaya partikel dan aerosol dari berbagai ukuran dan sifat kimia yang berbeda dapat membahayakan manusia, maka NIOSH merekomendasikan masker yang menggunakan filter (Eshbaugh, Gardner, Richardson, & Hofacre, 2009).

Pada masa pandemi ini, menggunakan masker merupakan salah satu cara yang ampuh untuk mencegah penularan Covid-19 yaitu dengan cara memasang masker untuk menutupi mulut dan hidung dan pastikan tidak ada sela antara wajah dan masker. Pada penelitian ini yang dianggap sebagai masker yaitu sebuah benda yang berada didepan dan menutupi daerah hidung dan mulut.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

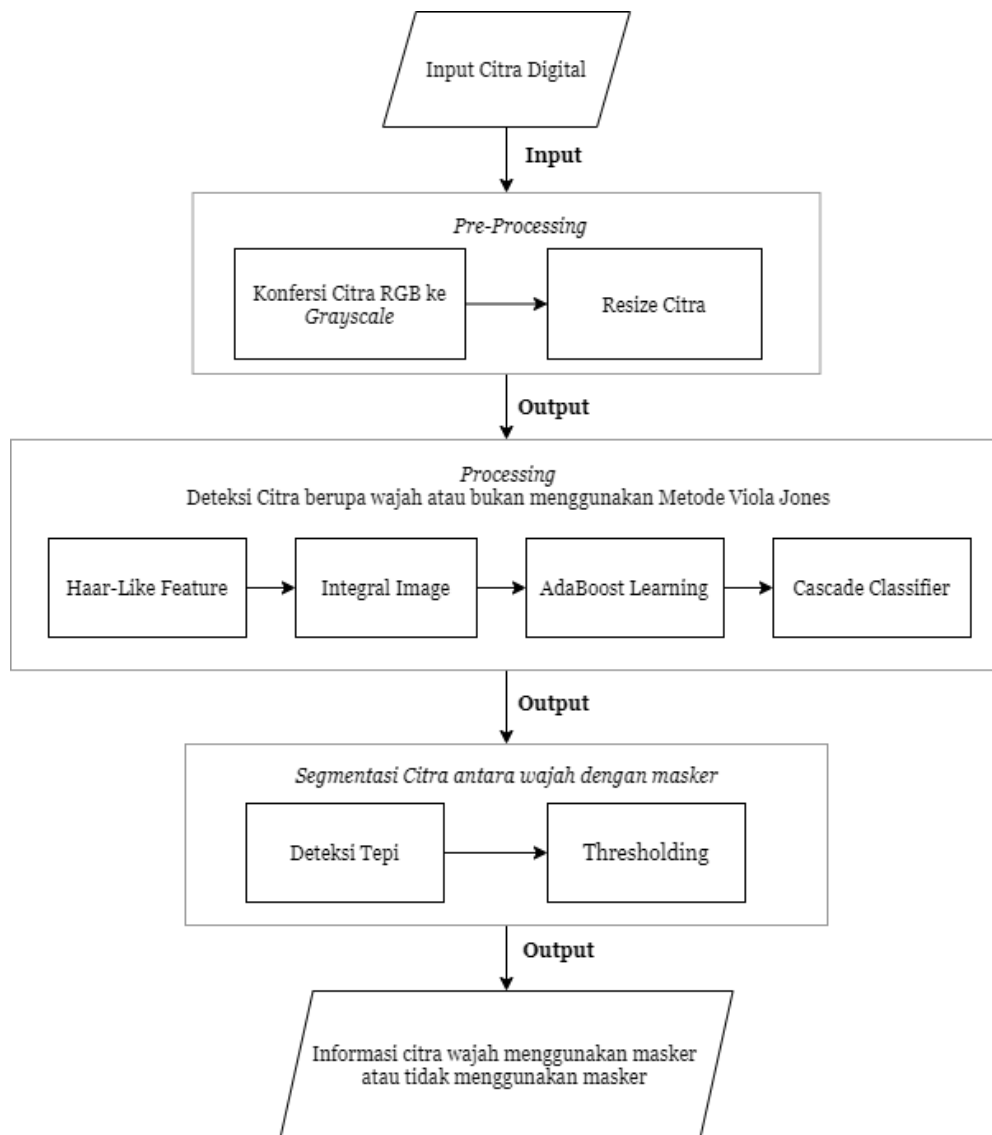
3.1 Analisis Permasalahan

Penyebaran Covid-19 disebabkan oleh kurangnya kesadaran masyarakat untuk mematuhi protokol kesehatan yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Salah satunya adalah dengan selalu menggunakan masker ketika berada di luar rumah. Saat ini yang terjadi di masyarakat adalah masih banyaknya masyarakat yang tidak menggunakan masker. Dikarenakan pemerintah kesulitan untuk menghimbau seluruh masyarakat untuk selalu menggunakan masker. Pendeteksian pemakaian masker saat ini masih dilakukan secara manual. Dengan cara menugaskan satuan unit penanganan Covid-19 yang disebut SATGAS Covid-19 untuk selalu mengawasi masyarakat di lokasi yang ramai pengunjung. Hal tersebut tentu kurang efisien karena memerlukan banyak petugas untuk mengawasi di setiap lokasi yang berbeda mengingat banyaknya masyarakat yang keluar rumah setiap harinya. Kurangnya keefisienan tersebut dapat meningkatkan jumlah pasien Covid-19 secara terus – menerus.

Jumlah peningkatan pasien Covid-19 secara terus – menerus diakibatkan karena saat ini pemerintah belum memiliki sistem yang dapat mendeteksi masyarakat yang tidak menggunakan masker secara otomatis. Sistem tersebut digunakan dalam upaya meningkatkan pengawasan penggunaan masker. Namun sistem tersebut harus tetap akurat sehingga dapat menekan penyebaran Covid-19.

3.2 Solusi yang Diusulkan

Untuk meminimalisir masalah yang telah dideskripsikan pada gambar 3.1 maka perlu dibuat sebuah sistem cerdas yang dapat mendeteksi dan membedakan antara wajah yang menggunakan masker maupun tidak menggunakan masker secara otomatis. Pada gambar 3.1 merupakan usulan model alur kerja sistem yang diusulkan dalam penelitian ini. Secara garis besar alur kerja sistem terdiri dari beberapa tahapan seperti gambar di bawah ini.



Gambar 3. 1 Alur Metodologi yang diusulkan

Seperti yang dapat dilihat pada gambar 3.1, pendeteksian wajah menggunakan masker maupun tidak menggunakan masker secara otomatis dimulai dengan pengambilan informasi berupa gambar atau video masyarakat yang sedang berkerumun di sebuah lokasi. Gambar atau video itu bisa disebut sebagai citra. Citra dikonversi ke citra *grayscale* untuk mempercepat dan memudahkan proses selanjutnya. Citra diolah untuk dideteksi apakah terdapat sebuah wajah dalam citra tersebut, selanjutnya pendeteksian wajah tidak menggunakan masker dapat dilakukan.

3.2.1 Pre-Processing

3.2.1.1 Konversi Citra

Sebelum melakukan konversi citra, Langkah awal yang dilakukan adalah menginput citra. Input citra digunakan untuk memilih citra yang akan dideteksi. *Source code* pada *syntax* 1 digunakan untuk *input* citra melalui *webcam* dan *syntax* 2 untuk digunakan *input* citra melalui *upload file* seperti dibawah ini :

$$Cap = cv2.VideoCapture(0) \quad (Syntax\ 1)$$

dan

$$Image = cv2.imread('namafile') \quad (Syntax\ 2)$$

Setelah *input* data diterima maka citra yang berwarna (RGB) dikonversi ke citra abu-abu (*grayscale*) untuk mempercepat dan memudahkan proses selanjutnya. Tujuan dari proses konversi ini yaitu untuk membuat nilai piksel menjadi 1 komponen penyusun nilai saja

sehingga mudah dilakukan proses manipulasi atau komputasi pada piksel-piksel tersebut (Suhery & Ruslianto, 2017).

Untuk mengubah citra berwarna yang mempunyai nilai matriks masing masing r , g dan b menjadi citra *grayscale* dengan nilai s , maka konversi dapat dilakukan dengan mengambil rata - rata dari nilai r , g dan b sehingga dapat dituliskan menjadi:

$$s = \left(\frac{r + g + b}{3} \right)$$

(Rumus 1.4)

Pada pemrograman di *Python*, terlebih dahulu harus disiapkan sebuah *library OpenCV* yang digunakan untuk mengkonversi citra RGB ke citra *greyscale*. Contoh dari perhitungan dan pengkonversian citra RGB ke *grayscale* yaitu pada *syntax 3*:

`gray = cv2.cvtColor(images, cv2.COLOR_BGR2GRAY)`

(Syntax 3)

Hasil dari konversi citra RGB ke citra *greyscale* dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Konversi Citra RGB ke Citra *grayscale*

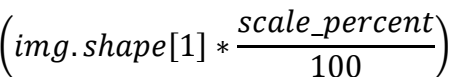
3.2.1.2 *Resize Citra*

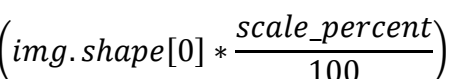
Resize adalah mengubah resolusi citra. Memperkecil ukuran citra artinya menampilkan suatu citra dengan jumlah piksel yang lebih sedikit dengan proses sampling piksel berjarak. Pada pemrograman di *Python*, terlebih dahulu harus disiapkan sebuah *library OpenCV* yang digunakan untuk mengubah resolusi citra. Saat proses pengambilan citra, citra yang didapat melalui *webcam* memiliki resolusi yaitu 480x640 piksel dan apabila pengambilan citra melalui *file* akan mendapat resolusi yang berbeda - beda. Resolusi ini cukup besar, sehingga mempengaruhi kecepatan dalam menghitung pada proses selanjutnya. Oleh karena itu, perlu dilakukannya proses *resize* menjadi ukuran 340x240 piksel untuk citra yang didapat dari *webcam*, sedangkan untuk pengambilan melalui *file* proses *resize* diperkecil menjadi 50% dari resolusi asli. *Source code* pada *syntax 4* digunakan untuk *input* citra melalui *webcam* dan *syntax 5* untuk digunakan *input* citra melalui *upload file* seperti dibawah ini :

images = cv2.resize(img, (340, 240)) (Syntax 4)

dan

scale_percent = 50

*width = int \left(img.shape[1] * \frac{scale_percent}{100} \right)*

*height = int \left(img.shape[0] * \frac{scale_percent}{100} \right)*

$dim = (width, height)$

$images = cv2.resize(img, dim, interpolation =$

$cv2.INTER_AREA)$ (Syntax 5)

3.2.2 *Processing*

Pada proses ini yaitu mendeteksi citra yang mengandung gambar wajah, penelitian ini menggunakan metode *Viola Jones*. Proses *Viola Jones* dalam mendeteksi wajah memiliki beberapa tahapan. Proses yang pertama yaitu mendapatkan nilai fitur dengan cara melakukan pemindaian pada citra *grayscale* dengan menggunakan *detector* yang dalam algoritma *Viola Jones* disebut dengan *Haar-Like feature*. Teknik yang dilakukan yaitu memindai bagian citra dengan *Haar-Like feature* setiap daerah pada citra dari mulai ujung kiri atas sampai kanan bawah. Proses ini dilakukan untuk mencari nilai fitur yang menyatakan objek merupakan wajah. Selanjutnya nilai-nilai piksel yang akan dihitung merupakan nilai-nilai piksel dari sebuah citra masukan yang dilalui oleh fitur haar pada saat pemindaian yang bertujuan untuk mendapatkan nilai fitur yang menerangkan objek wajah. Pada setiap jenis fitur yang digunakan, pada setiap kotak-kotaknya terdiri dari beberapa piksel.

Berikut adalah tahapan-tahapan dan proses pendeteksian wajah dengan menggunakan metode *Viola Jones*.

1. Pemilihan Fitur

a. *Haar-Like feature*

Untuk mendeteksi adanya fitur wajah pada sebuah citra, proses pertama yang dilakukan oleh algoritma *Viola-Jones* adalah dengan merubah citra tersebut menjadi citra *grayscale*.

Setelah citra dirubah menjadi citra *grayscale*, proses selanjutnya yaitu memilih fitur Haar yang ada pada *image* tersebut yang dalam algoritma *Viola-Jones* disebut dengan *Haar-Like feature*. Teknik yang dilakukan yaitu dengan cara mengkotakkan setiap daerah pada citra dari mulai ujung kiri atas sampai kanan bawah. Proses ini dilakukan untuk mencari apakah ada fitur wajah pada area tersebut. Proses pemilihan fitur dapat dilihat pada gambar 3.3.



FITUR MULUT



FITUR HIDUNG



FITUR MATA

Gambar 3. 3 Pemilihan Fitur Mata, Hidung, Mulut

b. *Integral Image*

Integral image digunakan untuk menghitung hasil penjumlahan nilai piksel pada daerah yang dideteksi oleh fitur haar. Apabila ada sebuah citra masukan yang dilalui oleh fitur haar dapat dilihat piksel yang didapat pada gambar 3.4.

2	3	1	3	6	5
3	1	2	5	4	4
1	2	3	4	5	4
4	4	5	6	7	3
5	4	3	6	7	4
1	2	3	4	5	6

Gambar 3. 4 Citra Masukan

Dari nilai-nilai piksel yang didapatkan pada fitur tersebut, maka akan dihitung nilai *integral image* pada fitur tersebut dengan rumus 1.2. Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk semua piksel yang terdapat dalam kotak-kotak fitur, maka akan didapatkan hasil perhitungan dari *integral image* dapat dilihat pada gambar 3.5.

2	3	1	3	6	5
3	1	2	5	4	4
1	2	3	4	5	4
4	4	5	6	7	3
5	4	3	6	7	4
1	2	3	4	5	6

→

2	5	6	9	15	20
5	9	12	20	30	39
6	12	18	30	45	58
10	20	31	49	71	87
15	29	43	67	96	116
16	32	49	77	111	137

Gambar 3. 5 Hasil Perhitungan *Integral Image*

Setelah didapatkan hasil dari perhitungan *integral image*, selanjutnya akan dilakukan perhitungan untuk wilayah tertentu.

Untuk menghitung jumlah piksel pada daerah tertentu seperti pada gambar 3.6 tersebut, maka digunakan rumus 1.5.

$$F_{Haar} = |Total\ piksel\ hitam - Total\ piksel\ putih|$$

(Rumus 1.5)

Sehingga didapatkan hasil yaitu jumlah piksel didaerah tertentu sebagai berikut :

$$\begin{aligned} &= |(L_4 - (L_2 + L_3) + L_1) - (L_4 - (L_2 + L_3) + L_1) + (L_4 - (L_2 + L_3) + L_1)| \\ &= |(32 + 2 - 16 - 5) - (49 + 5 - 32 - 6) + (77 + 6 - 49 - 9)| \\ &= |13 - 16 + 25| \\ &= 22 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan secara manual menggunakan rumus (1.5). Nilai 22 tersebut kemudian dibandingkan dengan *threshold* yang sudah ditentukan sebagai pendeteksian obyek. Apabila nilai fitur haar lebih tinggi daripada *threshold*, maka dapat dikatakan pada area tersebut memenuhi fitur haar.

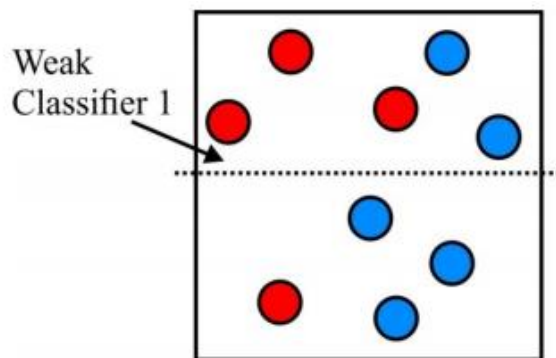
2. Klasifikasi Bertingkat

c. *Adaboost (Adaptive Boosting)*

Setelah sebelumnya dilakukan pemilihan fitur Haar, pada proses selanjutnya dalam deteksi wajah *Viola-Jones*, dengan menggunakan algoritma *adaboost* fitur pada sebuah *image* akan dideteksi kembali. Tujuannya untuk mengetahui apakah ada fitur wajah pada daerah dengan klasifikasi fitur yang lemah. Pada

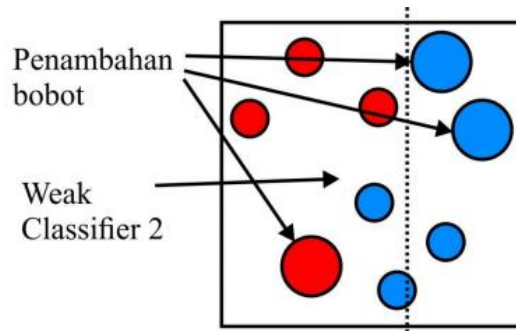
classifier lemah akan dilakukan perhitungan dan dibandingkan dengan *classifier* lainnya secara acak. Selanjutnya dilakukan kombinasi atau penggabungan pada *classifier* lemah untuk membentuk suatu kombinasi yang linier.

Pada gambar 3.6 di bawah ini menunjukkan beberapa *classifier* yang lemah pada sebuah fitur *image*. Lingkaran merah menunjukkan sebuah *classifier* yang lemah sedangkan lingkaran biru menunjukkan *classifier* kuat. Daerah dengan banyak fitur lemah diklasifikasikan sebagai daerah dengan klasifikasi yang lemah.

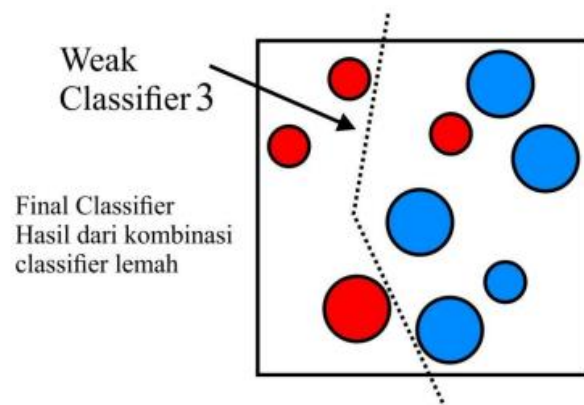


Gambar 3. 6 *Classifier* Lemah

Pada gambar 3.6 didapatkan beberapa fitur dengan klasifikasi yang lemah maka bobot dari fitur tersebut akan digabungkan untuk meningkatkan bobot dari fitur tersebut agar bisa menjadi fitur dengan *classifier* yang kuat. Hasil dari proses penggabungan *classifier* lemah dengan *classifier* kuat dapat dilihat pada gambar 3.7.

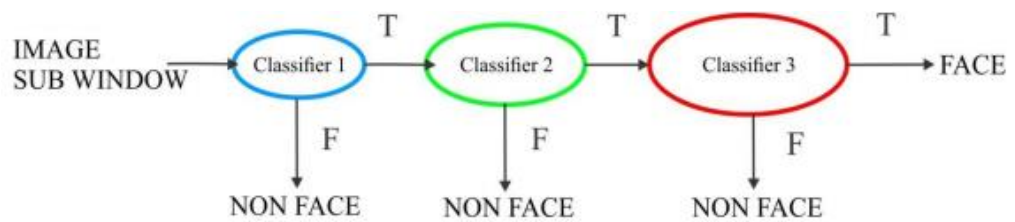
Gambar 3. 7 Hasil Kombinasi Dari *Classifier* Lemah

Apabila masih terdapat *weak classifier* pada sebuah fitur setelah dilakukan kombinasi atau penggabungan pada sebuah daerah dengan klasifikasi yang lemah, maka daerah tersebut tetap dianggap sebagai *weak classifier* yang berarti tidak terdapat fitur wajah pada daerah tersebut. Hasil akhir dari penggabungan *classifier* pada algoritma *adaboost*, dapat dilihat pada gambar 3.8.

Gambar 3. 8 Hasil Kombinasi Linier Dari *Classifier* Lemah

d. *Cascade Classifier*

Cascade classifier melakukan proses dari banyak fitur fitur dengan mengorganisir dengan bentuk klasifikasi bertingkat. Terdapat tiga buah klasifikasi untuk menentukan apakah benar atau tidak ada fitur wajah pada fitur yang sudah dipilih. Pada gambar 3.0 di bawah ini merupakan proses rangkaian filter yang dilalui oleh setiap *classifier*.



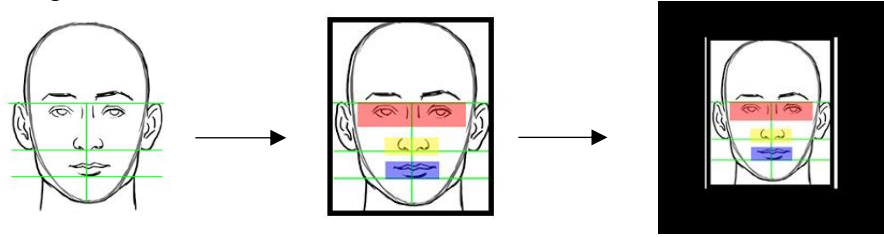
Gambar 3. 9 Cascade Classifier

3.2.3 Proses Segmentasi

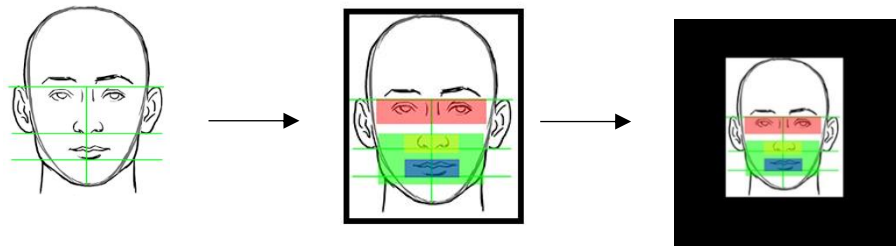
Pada proses segmentasi ini merupakan jenis operasi yang bertujuan untuk memecah suatu citra ke dalam beberapa segmen dengan suatu kriteria tertentu. Jenis operasi ini berkaitan erat dengan identifikasi pola (Wardoyo, Wiryadinata, & Sagita, 2014). Dalam penelitian ini digunakan segmentasi citra berdasarkan area tekstur wajah, karena pada pengolahan awal citra hanya ingin mengambil fokus di bagian komposisi wajah inti mulai dari alis hingga dagu, serta letak dari masker yang seharusnya. Hasil segmentasi citra wajah tersebut akan diidentifikasi apakah dalam citra tersebut terdapat wajah bermasker atau tidak. Sistem akan bekerja untuk memisahkan citra yang telah diidentifikasi memiliki ciri dan karakteristik dari objek mata, hidung dan mata yang telah di dimasukkan kedalam sebuah *rectangle* atau kotak.

Nilai piksel dari *rectangle* ini akan disimpan kedalam sebuah variabel yang akan digunakan untuk *masking* dari segmentasi ini. Hasil keluaran dari proses ini adalah akan menampilkan *foreground* atau bagian wajah yang terdeteksi dengan warna RGB dan bagian *background* akan di kalikan dengan 0 maka akan mengubah warna *background* menjadi hitam. Untuk alur dari segmentasi pada wajah yang tidak bermasker dapat dilihat

pada gambar 3.10 dan segmentasi pada wajah yang bermasker dapat dilihat pada gambar 3.11.



Gambar 3. 10 Segmentasi pada wajah tidak bermasker



Gambar 3. 11 Segmentasi pada wajah bermasker

3.3 Rancangan Eksperimen

Eksperimen dilakukan dengan menguji keberhasilan model untuk mencapai tujuan penelitian yaitu menyelesaikan masalah yang telah dirumuskan.

3.3.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu perangkat pengembangan (*development*). Adapun spesifikasi alat penelitian disajikan pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Tabel Spesifikasi Alat Penelitian

Spesifikasi Hardware	Spesifikasi Software
HP 14 Notebook PC <ul style="list-style-type: none"> • Processor Intel® Core™ i5-5200U • Memory 6 GB 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistem Operasi Windows 8.1 Enterprise 64 bit • Bahasa Pemrograman Python

<ul style="list-style-type: none"> • Graphics Intel HD Graphics 5500 	
--	--

3.3.2 Bahan Penelitian

Pembuatan aplikasi ini tidak terlepas dari bahan – bahan penunjang yaitu citra berwarna dengan format JPG/PNG maupun video *realtime* dari *webcam* laptop.

3.3.3 Parameter Pengujian

Parameter pengujian dalam penelitian ini adalah akurasi hasil perhitungan jarak dengan menggunakan metode *Viola Jones*. Tingkat akurasi didapatkan dengan membandingkan hasil keluaran sistem untuk melihat apakah hasil keluaran dapat mendeteksi wajah dengan baik.

Pada umumnya untuk mendapatkan akurasi dalam deteksi objek diperlukan *rules* dan standar khusus untuk menyatakan deteksi akurat. Confusion matrix merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengukur kinerja suatu metode klasifikasi. Pada dasarnya *confusion matrix* mengandung informasi yang membandingkan hasil klasifikasi yang dilakukan oleh sistem dengan hasil klasifikasi yang seharusnya (E. Prasetyo, 2012). Pada pengukuran kinerja menggunakan confusion matrix, terdapat 4 (empat) istilah sebagai representasi hasil proses klasifikasi. Keempat istilah tersebut adalah *True Positive* (TP), *True Negative* (TN), *False Positive* (FP) dan *False Negative* (FN). Nilai *True Negative* (TN) merupakan jumlah data negatif yang terdeteksi dengan benar, sedangkan *False Positive* (FP) merupakan data negatif namun terdeteksi sebagai data positif. Sementara

itu, *True Positive* (TP) merupakan data positif yang terdeteksi benar. *False Negative* (FN) merupakan kebalikan dari *True Positive*, sehingga data positif, namun terdeteksi sebagai data negatif. Adapun ilustrasi hubungan antar atribut:

Tabel 3. 2 Perhitungan *Confusion Matrix*

	P	N	
T	TP	FP	PPV
F	FN	TN	NPV
	TPR	FPR	N

Dimana dengan rumus,

$$\text{True Positive Rate (TPR)} = \text{Recall} = \frac{TP}{TP+FN} \times 100\% \quad (\text{Rumus 1.6})$$

$$\text{False Negative Rate (FPR)} = \text{Fall-out} = \frac{FP}{FP+FN} \quad (\text{Rumus 1.7})$$

Pada rumus (1.6) *recall* atau *sensitivity* merupakan wajah yang terdeteksi dengan benar dibagi wajah yang dideteksi dengan benar ditambah wajah yang tidak terdeteksi atau dapat diambil diartikan juga wajah yang terdeteksi dengan benar dibagi jumlah target wajah yang ada pada citra. Pada rumus (1.7) untuk mendapatkan FPR diperlukan *True Negative* (TN). Namun pada kenyataannya dalam deteksi wajah sangat sukar untuk menentukan TN tersebut. TN dalam deteksi wajah mempunyai makna wajah yang ditolak. Hal ini dapat ditanggulangi dengan mencari nilai *Positive Predicted Value* (PPV) karena TPR dan PPV tidak memerlukan nilai TN pada perhitungannya.

$$\text{Positive Predicted Value (PPV)} = \text{Precision} = \frac{TP}{TP+FP} \times 100\% \quad (\text{Rumus 1.8})$$

$$\text{Negative Predicted Value (NPV)} = \frac{TN}{TN+FN}$$

Pada rumus (1.8) precision atau nilai confidence merupakan ketepatan deteksi yang menyatakan seberapa besar deteksi dengan benar dapat diraih. Adapun cara perhitungannya akurasi menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\% \quad (\text{Rumus 1.9})$$

3.3.4 Rancangan Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menghitung akurasi ketepatan menentukan apakah citra yang dideteksi merupakan citra wajah yang menggunakan masker, citra wajah tidak menggunakan masker dan bukan citra wajah. Data uji yang digunakan pada penelitian ini adalah sebanyak 20 citra dengan beberapa kriteria yang berbeda. Tingkat akurasi pada setiap citra akan dicatat pada sebuah tabel dan kemudian akan dirata-ratakan untuk mengetahui rata-rata akurasi. Tahap awal dalam pengujian sistem adalah pembuatan suatu rancangan pengujian sistem yang menjabarkan fungsi dari sistem yang akan diuji. Tahap kedua yaitu menguji hasil akurasi penerapan metode *Viola Jones* pada sistem deteksi wajah dan menguji hasil akurasi sistem deteksi penggunaan masker. Rancangan pengujian sistem pada penelitian ini disajikan pada tabel 3.3 di bawah ini:

Tabel 3. 3 Rancangan Pengujian Sistem

No	Item Uji	Detail Pengujian
1	<i>Input Citra</i>	<i>Buka webcam / upload file</i>
2	Penyeragaman Citra	<i>Resize dan Konversi Citra</i>
3	Deteksi Wajah	Deteksi menggunakan <i>Viola Jones</i>
4	Segmentasi	Segmentasi hasil deteksi wajah

BAB IV

PENGUJIAN DAN HASIL

Pada bab ini merupakan penjelasan hasil pengujian sistem dan akurasi model yang diusulkan. Pengujian sistem akan dilakukan pada setiap proses yang dilakukan saat penelitian, sedangkan pengujian akurasi dilakukan perhitungan *confusion matrix*.

4.1 Koleksi Data

Pengambilan data citra yang digunakan untuk menguji hasil penelitian dengan total citra yang didapat sebanyak 20 citra, dengan kriteria sebagai berikut :

1. Citra dari *webcam* dengan resolusi 480x640 piksel.
2. Citra dari *upload file* dengan resolusi berbeda – beda yang diletakkan di dalam folder yang sama dengan program.
3. Citra dengan kegelapan yang berbeda – beda.
4. Citra dengan jarak yang berbeda – beda.
5. Citra berisi lebih dari satu wajah yang menggunakan masker.
6. Citra berisi lebih dari satu wajah yang menggunakan tidak masker.
7. Citra berisi wajah yang menggunakan masker kain, masker medis dan tidak menggunakan masker.
8. Citra berisi wajah dengan menggunakan *face shield*.

4.2 Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem merupakan hal yang sangat penting dalam memberikan jaminan kualitas sistem.


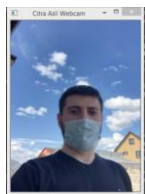





4.2.1 Kegiatan Pengujian




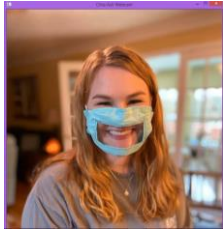








Kegiatan pengujian akan dilakukan berdasarkan rencana pengujian yang telah dibuat. Berikut adalah kegiatan pengujian.

1. Pengujian *Input* Citra

Input Citra digunakan untuk memilih citra yang akan dideteksi. Pada pengujian ini menggunakan kode pada *syntax* 1 jika digunakan untuk *input* citra melalui *webcam* dan *syntax* 2 jika digunakan untuk *input* citra melalui *upload file*. Pengujian *input* citra dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Pengujian Input Citra

No	Tampilan Sistem	Webcam	Upload File
1		 (480x640 piksel)	 (400x301 piksel)
2.		 (480x640 piksel)	 (750x750 piksel)
3.		 (480x640 piksel)	 (467x700 piksel)





4.		 <p>(480x640 piksel)</p>	 <p>(835x470 piksel)</p>
5.		 <p>(480x640 piksel)</p>	 <p>(960x720 piksel)</p>
6.		 <p>(480x640 piksel)</p>	 <p>(439x780 piksel)</p>
7.		 <p>(480x640 piksel)</p>	 <p>(722x1280 piksel)</p>
8.		 <p>(480x640 piksel)</p>	 <p>(330x330 piksel)</p>
9.		 <p>(480x640 piksel)</p>	 <p>(630x840 piksel)</p>





















10.		 (480x640 piksel)	 (924x1389 piksel)
-----	--	--	--

2. Pengujian Penyeragaman Citra

Proses pertama adalah penyeragaman citra, pada proses ini terdapat 2 perilaku yang akan dilakukan pada citra yaitu menyeragamkan citra menjadi ukuran yang sama. Saat proses pengambilan citra, citra yang didapat melalui *webcam* memiliki resolusi yaitu 480x640 piksel. Oleh karena itu, perlu dilakukannya proses *resize* menjadi ukuran 340x240 piksel untuk citra yang didapat dari *webcam*, sedangkan untuk pengambilan melalui *file* proses *resize* diperkecil menjadi 40% dari resolusi asli. Pada pengujian ini menggunakan kode pada *syntax* 4 jika digunakan untuk *resize* citra melalui *webcam* dan *syntax* 5 jika digunakan untuk *resize* citra melalui *upload file*. Pengujian *resize* citra dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Pengujian *Resize* Citra


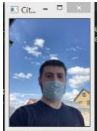



















No	Citra Asli		Hasil <i>Resize</i>	
	<i>Webcam</i>	<i>Upload File</i>	<i>Webcam</i>	<i>Upload File</i>
1	 (480x640 piksel)	 (400x301 piksel)	 (340x240 piksel)	 (160x120 piksel)

No	Citra Asli		Hasil <i>Resize</i>	
	<i>Webcam</i>	<i>Upload File</i>	<i>Webcam</i>	<i>Upload File</i>
2.	 <p>(480x640 piksel)</p>	 <p>(750x750 piksel)</p>	 <p>(340x240 piksel)</p>	 <p>(300x300 piksel)</p>
3.	 <p>(480x640 piksel)</p>	 <p>(467x700 piksel)</p>	 <p>(340x240 piksel)</p>	 <p>(186x280 piksel)</p>
4.	 <p>(480x640 piksel)</p>	 <p>(835x470 piksel)</p>	 <p>(340x240 piksel)</p>	 <p>(334x188 piksel)</p>
5.	 <p>(480x640 piksel)</p>	 <p>(960x720 piksel)</p>	 <p>(340x240 piksel)</p>	 <p>(384x288 piksel)</p>
6.	 <p>(480x640 piksel)</p>	 <p>(439x780 piksel)</p>	 <p>(340x240 piksel)</p>	 <p>(175x312 piksel)</p>

No	Citra Asli		Hasil <i>Resize</i>	
	<i>Webcam</i>	<i>Upload File</i>	<i>Webcam</i>	<i>Upload File</i>
7.	 (480x640 piksel)	 (722x1280 piksel)	 (340x240 piksel)	 (288x512 piksel)
8.	 (480x640 piksel)	 (330x330 piksel)	 (340x240 piksel)	 (132x132 piksel)
9.	 (480x640 piksel)	 (630x840 piksel)	 (340x240 piksel)	 (252x336 piksel)
10.	 (480x640 piksel)	 (924x1389 piksel)	 (340x240 piksel)	 (369x555 piksel)

Perilaku yang kedua adalah proses merubah citra RGB ke citra *grayscale*, proses ini perlu dilakukan terhadap seluruh gambar yang ada, agar mempermudah proses selanjutnya. Pada pengujian ini menggunakan kode pada *syntax* 3 untuk mengkonversi citra RGB ke citra *greyscale*. Pengujian konversi citra dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Pengujian Konversi Citra

No	Citra Hasil <i>Resize</i>		Hasil Konversi Citra	
	<i>Webcam</i>	<i>Upload File</i>	<i>Webcam</i>	<i>Upload File</i>
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				

No	Citra Hasil <i>Resize</i>		Hasil Konversi Citra	
	<i>Webcam</i>	<i>Upload File</i>	<i>Webcam</i>	<i>Upload File</i>
9.				
10.				

3. Pengujian Deteksi Wajah

Pada proses ini dilakukan proses pendeteksian wajah dengan metode *Viola Jones*. Pengujian pendeteksi wajah dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Pengujian Pendeteksian Wajah

No	Citra Hasil <i>Resize</i>		Hasil Pendeteksian Wajah	
	<i>Webcam</i>	<i>Upload File</i>	<i>Webcam</i>	<i>Upload File</i>
1				
2.				
3.				
4.				

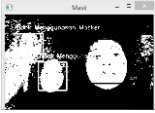


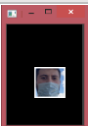
No	Citra Hasil <i>Resize</i>		Hasil Pendeteksian Wajah	
	<i>Webcam</i>	<i>Upload File</i>	<i>Webcam</i>	<i>Upload File</i>
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				

4. Pengujian Segmentasi

Pada proses ini dilakukan proses segmentasi dengan metode *Viola Jones*. Pengujian pendeteksi wajah dapat dilihat pada tabel 4.

5.


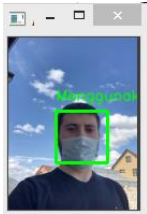



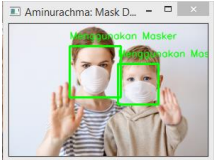


Tabel 4.5 Pengujian Segmentasi

No	Citra <i>Biner</i>		Hasil <i>Segmentasi</i>	
	<i>Webcam</i>	<i>Upload File</i>	<i>Webcam</i>	<i>Upload File</i>
1				

No	Citra Biner		Hasil Segmentasi	
	Webcam	Upload File	Webcam	Upload File
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				

No	Citra Biner		Hasil Segmentasi	
	Webcam	Upload File	Webcam	Upload File
10.				

Tabel 4. 6 Hasil Deteksi

No	Hasil Deteksi	
	Webcam	Upload File
1		
2.		
3.		
4.		

5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		

4.3 Hasil Pengujian

4.3.1 Metode Validasi Pengujian

Akurasi penerapan metode *Viola Jones* dilakukan dengan *confusion matrix* pada tabel 3.2.

4.3.2 Akurasi penerapan metode *Viola Jones*

Hasil pengujian akurasi penerapan metode *Viola Jones* dilakukan dengan data uji sebanyak 20 citra, dengan beberapa spesifikasi. Pengujian dilakukan dengan menghitung jumlah hasil keluaran benar dibandingkan dengan jumlah data citra yang diujikan. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.7 dan tabel 4.8 di bawah ini:

Tabel 4. 7 Perhitungan Pengujian *Confusion Matrix* untuk pendeteksian wajah

	Gambar wajah	Bukan Gambar Wajah	TOTAL
Gambar wajah	18	1	19
Bukan gambar wajah	0	1	1
Total	18	2	20

- a. $Precision = \frac{TP}{TP+FP} \times 100\% = \frac{18}{18+1} \times 100\% = 0,94736 = 94.73\%$
- b. $Recall = \frac{TP}{TP+FN} \times 100\% = \frac{18}{18+0} \times 100\% = 1 = 100\%$
- c. $Accuracy = \left(\frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \right) \times 100\% = \left(\frac{18+1}{20} \right) \times 100\% = 0,95 = 95\%$

Tabel 4. 8 Perhitungan Pengujian *Confusion Matrix* untuk pendeteksian penggunaan masker

	Menggunakan Masker	Tidak Menggunakan Masker	TOTAL
Menggunakan Masker	10	0	10
Tidak Menggunakan Masker	1	7	8
Total	11	7	18

- a. $Precision = \frac{TP}{TP+FP} \times 100\% = \frac{10}{10+0} \times 100\% = 1 = 100\%$
- b. $Recall = \frac{TP}{TP+FN} \times 100\% = \frac{10}{10+1} \times 100\% = 0,90909 = 90,90 \%$
- c. $Accuracy = \left(\frac{TP+TN}{TP+FP+FN+TN} \right) \times 100\% = \left(\frac{10+7}{18} \right) \times 100\% = 0,94444 = 94\%$

4.4 Hasil Analisis Pengujian

Berdasarkan dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa sistem yang dibangun dapat digunakan untuk implementasi dan menguji akurasi model yang diusulkan. Fakta yang didapat dari pengujian sistem antara lain :

1. Sistem mampu menerima masukkan berupa citra baik melalui *upload file* maupun *webcam* dengan resolusi yang berbeda-beda.
2. Sistem mampu memproses citra dengan metode Viola Jones dan segmentasi dengan cara konvolusi.
3. Teks hasil deteksi berhasil ditampilkan pada tampilan antarmuka sistem.
4. Pada pengujian penerapan metode Viola Jones pada deteksi wajah mendapat akurasi sebesar 95% , *precision* 94,73% , dan *recall* 100%.
5. Pada pengujian deteksi penggunaan masker mendapat akurasi sebesar 94%, *precision* 100% , dan *recall* 90,90%.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini merupakan uraian kesimpulan dan saran berdasarkan hasil pengujian. Kesimpulan diambil berkaitan dengan ketercapaian tujuan penelitian. Sedangkan saran berkaitan dengan pengembangan penelitian di masa mendatang.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian pada eksperimen yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa metode *Viola Jones* dapat diimplementasikan dengan baik untuk mendeteksi citra wajah. Akurasi yang didapatkan sebesar 95%, *precision* 94,73% , dan *recall* 100%. Sedangkan akurasi yang didapatkan untuk mendeteksi apakah wajah tersebut menggunakan masker yaitu sebesar 94%, *precision* 100% , dan *recall* 90,90%.

5.2 Saran

Dalam rangka mencapai performa yang lebih baik pada penelitian di masa mendatang, maka dapat dilakukan pengembangan sebagai berikut:

1. Perlu menambahkan metode lain untuk dapat mengenali hasil deteksi untuk citra yang kompleks. Karena setelah melakukan pengujian, hasil deteksi yang didapatkan jika mendeteksi citra yang kompleks masih kurang akurat, karena hanya bisa mendeteksi satu wajah saja.
2. Model yang diusulkan dapat dikembangkan dalam pengambilan informasi dan pendeteksian di bidang lain, misalnya dalam sistem absensi dengan wajah menggunakan masker, sistem pendeteksi buka pintu dengan wajah menggunakan masker, dll.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Hendrotiatmoko, S. H. (2014). "Penggunaan Metode ViolaJones dan Algoritma Eigen Eyes dalam Sistem Kehadiran Pegawai". *vol. 8, no. 1*, hal. 41–46.
- Ankur, S., Manjunath, T., & Veena, N. (2016). A Survey on Face Recognition Technology –Viola Jones Algorithm. *International Journal of Computer Applications*, 0975 –8887.
- Cohen, H., & Birkner, J. (2012). Department of Occupational And Environmental Medicine. *Respiratory Protection.*, 783-793.
- E. Prasetyo. (2012). *Data Mining: Konsep dan Aplikasi menggunakan Matlab*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Eshbaugh, J. P., Gardner, P. D., Richardson, A. W., & Hofacre, K. C. (2009). N95 and p100 respirator filter efficiency under high constant and cyclic flow. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene* 6(1), 52-61.
- Gonzalez, R. C., & Woods, R. (2002). *Digital Image Processing Second Edition*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Hui, S. D., Azhar, I. E., Madani, A. T., Ntoumi, F., Kock, R., Dar, O., . . . Petersen, E. (2020). The continuing 2019-nCoV epidemic threat of novel coronaviruses to global health - The latest 2019 novel coronavirus outbreak in Wuhan, China. *International Journal of Infectious Disease*, 91, 264–66.
- Imanuddin, Alhadi, F., Oktafian, R., & Ihsan, A. (2019). DETEKSI MATA MENGANTUK PADA PENGEMUDI MOBIL MENGGUNAKAN METODE VIOLA JONES. *Jurnal Matrik Vol.18 No.2 (Mei) 2019*, Hal 321-329.
- jlhjh. (2009). mn. nm, 12.
- Kemenkes, P. R. (2020). *Situasi Terkini Perkembangan Coronavirus Disease (COVID-19) 4 Agustus 2020*. Jakarta: <https://covid19.kemkes.go.id/situasi-infeksi-emerging/info-corona-virus/situasi-terkini-perkembangan-coronavirus-disease-covid-19-4-agustus-2020/#.Xyo2i4gzbIU>.
- (2020). *Ketua Satgas Covid-19: Kesadaran Masyarakat Pakai Masker Kurang dari 50%*. Jakarta: nasional.okezone.com.
- Kustian, N. (2016). PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS UNTUK SISTEM PENGENALAN WAJAH DENGAN MENGGUNAKAN METODE EIGENFACE. *Jurnal String Vol.1 No.2 Tahun 2016*, 193-202.

- Nurviyanto, D. A. (2012). Deteksi wajah metode viola jones pada opencv menggunakan pemrograman python. *Simp. Nas. RAPI XI FT UMS, PP*, 18–23.
- Pitas, I. (1993). *Digital Image Processing*. Singapore: Prentice Hall.
- Powers, D. (t.thn.). "Evaluation: From Precision, Recall and F-Measure to ROC, Informedness, Markedness & Correlation,". *Journal of Machine Learning Technologies*.
- Putra, D. (2010). *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: ANDI.
- Putri, R. E., Matulatan, T., & Hayaty, N. (2019). Sistem Deteksi Wajah Pada Camera Real Timedengan menggunakan Metode Viola -Jones. *Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian dan Industri Terapan*Vol. 08,No. 01, , 30-37.
- Putri, R., Matulatan, T., & Hayaty, N. (2019). Sistem Deteksi Wajah Pada Camera Real Time dengan menggunakan Metode Viola - Jones . *Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian dan Industri Terapan* Vol. 08, No. 01, 30- 37.
- S, A. B., Suma'inna, & Maulana, H. (2016). Pengenalan Citra Wajah Sebagai Identifier Menggunakan Metode. *JURNAL TEKNIK INFORMATIKA VOL 9 NO. 2*, 167.
- Suhery, C., & Ruslianto, I. (2017). Identifikasi Wajah Manusia untuk Sistem Monitoring Kehadiran Perkuliahan menggunakan Ekstraksi Fitur Principal Component Analysis (PCA). *Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika (JEPIN)* Vol. 3, No. 1, 9-15.
- Sujito, & Yunus, M. (2016). PERBANDINGAN STRATEGI PELABELAN OBJEK PADA CITRA DIGITAL DENGAN METODE FLOOD FILLING. *Jurnal Teknologi Informasi* Vol. 7 No. 2, 139.
- Sutoyo, T. d., Mulyanto, E., Suhartono, V., & Nurhayati, O. D. (2009). Teori pengolahan citra digital. *Yogyakarta: Andi*.
- Syafira , A. R., & Ariyanto , G. (t.thn.). Sistem Deteksi Wajah Dengan Modifikasi Metode Viola Jones. *Jurnal Emitor* Vol.17 No. 01 ISSN 1411-8890, 26-33.
- Wardoyo, S., Wiryadinata, R., & Sagita, R. (2014). Sistem Presensi Berbasis Algoritma Eigenface Dengan Metode Principal Component Analysis. *SETRUM; Volume 3, No 1*, 8.
- WHO. (2020). *Anjuran mengenai penggunaan masker dalam konteks*. Jakarta: https://www.who.int/docs/default-source/searo/indonesia/covid19/anjuran-mengenai-penggunaan-masker-dalam-konteks-covid-19-june-20.pdf?sfvrsn=d1327a85_2.

- Yunus, M. (2002). PERBANDINGAN METODE-METODE EDGE DETECTION UNTUK PROSES. *Jurnal Teknologi Informasi Vol. 3 No. 2*, 146.
- Yurianto, A. (2020). *Permintaan Pemerintah: Disiplin Cuci Tangan, Pakai Masker, Jaga Jarak Aman dan Tetap di Rumah*. Jakarta: <https://nasional.kompas.com/read/2020/04/08/18175821/permintaan-pemerintah-disiplin-cuci-tangan-pakai-masker-jaga-jarak-aman-dan>.
- Yurianto, A. (2020). *Sesuai Anjuran WHO, Pemerintah Wajibkan Pemakaian Masker!* Jakarta: <https://www.youtube.com/watch?v=O5AVGl27AR4>.
- Zhao, W., Chellappa, R., & Stubler, P. (2006). Face Processing: Advanced Modeling and Methods. *Journal of Electronic Imaging*.