

**SKRIPSI**

**SISTEM PRESENSI PEGAWAI BERBASIS  
COMPUTER VISION**

**Disusun dan diajukan oleh:  
MUHAMMAD KAIFI FAJRI KUDDUS  
D42114313**



**DEPARTEMEN TEKNIK INFORMATIKA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2021**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**SISTEM PRESENSI PEGAWAI BERBASIS COMPUTER VISION**

Disusun dan diajukan oleh

**MUHAMMAD KAHFI FAJRI KUDDUS**

**D421 14 313**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi

Program Sarjana Program Studi Informatika

Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 14 Oktober 2021

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama,



Dr. Indrabayu, S.T., M.T., M.Bus, Sys  
Nip. 19750716 200212 1 004

Pembimbing Pendamping,



A. Ais Prayogi Alimuddin, ST., M.Eng  
Nip. 19830510 201404 1 001



Dr. Abdul Azzam Ilham, S.T., M.IT  
Nip. 19731010 199802 1 001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : MUHAMMAD KAHFI FAJRI KUDDUS

Nim : D421 14 313

Program Studi : S1 Teknik Informatika

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang berjudul :

### **SISTEM PRESENSI PEGAWAI BERBASIS COMPUTER VISION**

Adalah karya ilmiah saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan/ditulis/diterbitkan sebelumnya, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari ternyata didalam naskah skripsi ini terdapat unsur-unsur djiplakan, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut dan diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2000, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Makassar, 14 Oktober 2021

Yang membuat Pernyataan



**MUHAMMAD KAHFI FAJRI KUDDUS**

## KATA PENGANTAR

Assalamu Alaikum Wr. WB.

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Karunia-Nya sehingga Tugas Akhir dengan judul "**SISTEM PRESENSI PEGAWAI BERBASIS COMPUTER VISION**" dapat diselesaikan sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan jejang Strata-1 pada Departemen Teknik Informatika Universitas Hasanuddin.

Pada penyusunan kali ini disajikan hasil penelitian menyagkut judul yang telah diangkat dan telah melalui proses pencarian dari berbagai sumber baik jurnal penelitian, buku maupun dari situs-situs internet, dan dari hasil-hasil penelitian sebelumnya.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai dengan masa penyusunan Tugas Akhir, sangatlah sulit untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis berterima kasih kepada:

1) Kedua Orang tua penulis, Bapak Ir. Muhammad Kuddus MM. dan Ibu Drs. Rakidah Arifuddin serta saudara-saudara dan keluarga penulis, yang selalu memberikan dukungan, doa dan semangat;

2) Bapak Dr. Indrabayu ST., MT., M.Bus.Sys., selaku pembimbing 1 dan bapak A. Ais Prayogi Alimuddin, S.T., M.Eng., selaku pembimbing II yang selalu menyediakan waktu, tenaga, pikiran dan perhatian yang luar biasa untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir;

3) Bapak Amil Ahmad Ilham, ST., M.IT., Ph.D selaku Ketua Departemen Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas bimbingannya selama masa perkuliahan penulis;

4) Bapak H. Saldy Mansyur, SE.Ak., MM., CWM selaku paman saya yang selalu memberikan saya semangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini sampai tuntas;

5) Para Sahabat, teman-teman tim *face recognition*, teman-teman dan kakak-kakak AIMP *Research Group* Unhas terutama kepada Sofyan Tandungan, Tiwi Nur Safitri, Angela Hervina Gosal, Syahdan Edy Murad, Magfira Putri Rachmat, Rahmiyanti Rusli, Rizka Irianty, Erlangga, Anisah Mayang Sari, Fadel Pratama dan Muh. Arkan Musyabbir yang telah memberikan begitu banyak bantuan, semangat, inspirasi, ilmu dan hiburan selama penelitian, pengambilan data dan diskusi progress penyusunan Tugas Akhir;

6) Segenap Staf Departemen Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah membantu penulis;

6) Seluruh teman-teman angkatan 2014 Departemen Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin;

8) Orang-orang berpengaruh lainnya yang tanpa sadar telah menjadi inspirasi penulis.

Akhir kata, penulis berharap semoga Allah SWT. berkenan membalas segala kebaikan dari semua pihak yang telah banyak membantu. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu. Aamiin.

Wassalam  
Makassar, Oktober 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>SKRIPSI.....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I.....</b>	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Tujuan Penelitian .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Batasan Masalah .....</b>	<b>3</b>
<b>1.5 Sistematika Penulisan .....</b>	<b>3</b>
<b>1.6 Manfaat Penelitian .....</b>	<b>4</b>
<b>BAB II .....</b>	<b>6</b>
<b>TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Pengertian Wajah.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2 Visi Komputer .....</b>	<b>8</b>
<b>2.3 Citra Digital .....</b>	<b>10</b>
<b>2.4 Video Digital .....</b>	<b>13</b>

<b>2.5 Metode Viola Jones .....</b>	<b>16</b>
2.5.1 Haar-like feature .....	16
2.5.2 Integral Image .....	18
2.5.3 Adaboost (Adaptive Boosting) .....	19
2.5.4 Cascade Classifier .....	21
<b>2.6 Face Recognition .....</b>	<b>23</b>
<b>2.7 Local Binary Pattern.....</b>	<b>24</b>
2.7.1 Parameter .....	25
2.7.2 Melatih Data .....	25
2.7.3 Menerapkan Operasi Local Binary Pattern Histogram.....	26
2.7.4 Ekstraksi <i>Histogram</i> .....	27
2.7.5 Melakukan Pengenalan Wajah ( <i>Face Recognition</i> ) .....	28
<b>2.8 Python.....</b>	<b>29</b>
<b>2.9 OpenCV.....</b>	<b>29</b>
<b>BAB III.....</b>	<b>31</b>
<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>31</b>
<b>3.1 Tahapan Penelitian .....</b>	<b>31</b>
<b>3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian .....</b>	<b>33</b>
<b>3.3 Instrumen Penelitian.....</b>	<b>33</b>
<b>3.4 Teknik Pengambilan Data .....</b>	<b>34</b>
<b>3.5 Perancangan Implementasi Sistem.....</b>	<b>35</b>
3.5.1 Proses Training .....	37
3.5.2 Proses Testing.....	48
<b>3.6 Analisis Kinerja Sistem.....</b>	<b>54</b>
<b>BAB IV .....</b>	<b>55</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>55</b>
<b>4.1 Analisis Kinerja Sistem .....</b>	<b>55</b>

4.1.1 Hasil Operasi Data Citra.....	55
4.1.2 Hasil Pengujian sistem.....	61
<b>4.2 Pembahasan .....</b>	<b>64</b>
<b>BAB V .....</b>	<b>65</b>
<b>PENUTUP.....</b>	<b>65</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>65</b>
<b>5.2 Saran.....</b>	<b>66</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>67</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>68</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem <i>Computer Vision</i> .....	10
Gambar 2.2 Koordinasi Citra Digital (Putra, 2010) [10] .....	12
Gambar 2.3 Struktur video digital .....	14
Gambar 2.4 Blok Diagram <i>Viola-Jones</i> .....	16
Gambar 2.5 Pemilihan Fitur Wajah .....	17
Gambar 2.6 Pemilihan Fitur Mulut, Mata dan Hidung .....	17
Gambar 2.7 <i>Haar-Like Feature</i> (Shulur dkk, 2015) [12] .....	18
Gambar 2.8 Nilai <i>pixel-pixel</i> pada sebuah fitur .....	19
Gambar 2.9 <i>Classifier</i> Lemah (Shulur dkk, 2015) [12] .....	20
Gambar 2.10 Hasil Kombinasi dari <i>Classifier</i> Lemah (Shulur dkk, 2015) [12] ...	21
Gambar 2.11 Hasil Kombinasi Dari <i>Classifier</i> Lemah (Shulur dkk, 2015) [12] ...	21
Gambar 2.12 <i>Cascade Classifier</i> (Shulur dkk, 2015) .....	22
Gambar 2.13 <i>Face Recognition Workflow</i> (Li, 2011) [13] .....	23
Gambar 2.14 Prosedur Operasi Algoritma LBPH .....	26
Gambar 2.15 Pembagian gambar oleh parameter grid X & Y .....	28
Gambar 3.1 Tahapan penelitian .....	31
Gambar 3.2 Gambaran umum penelitian .....	33
Gambar 3.3 Blok diagram perancangan sistem .....	35
Gambar 3.4 diagram perancangan sistem .....	35
Gambar 3.5 Flowchart alur perancangan sistem .....	36
Gambar 3.6 contoh gambar data latih .....	37
Gambar 3.7 contoh gambar grayscale .....	38

Gambar 3.8 proses sliding window .....	39
gambar 3.9 nilai pixel pada sliding window .....	40
Gambar 3.10 Proses perhitungan integral image .....	41
Gambar 3.11 Nilai Integral Image pada sliding window .....	41
Gambar 3.12 Proses perhitungan daerah tertentu .....	41
Gambar 3.13 Perhitungan daerah D pada sliding window.....	42
Gambar 3.14 contoh pendeteksian wajah .....	43
Gambar 3.15 Contoh rotasi gambar .....	45
Gambar 3.16 contoh isolasi wajah .....	46
Gambar 3.17 contoh resize gambar .....	46
Gambar 3.18 gambaran metode ekstraksi fitur LBP.....	47
Gambar 3.19 Contoh hasil proses metode LBP .....	47
Gambar 3.20 hasil ekstraksi histogram pada citra LBP.....	48
Gambar 3.21 perbandingan antara histogram .....	51
gambar 3.22 hasil proses euclidean distance .....	51
Gambar 3.23 Ilustrasi Graphical User Interface .....	53
Gambar 4.1 merubah inputan citra menjadi grayscale.....	55
Gambar 4.2 ilustrasi proses sliding window .....	55
Gambar 4.3 Hasil deteksi wajah pada citra input.....	56
Gambar 4.4 hasil deteksi mata .....	56
Gambar 4.5 ilustrasi proses rotasi wajah .....	57
Gambar 4.6 hasil crop pada wajah terotasi .....	58
Gambar 4.7 hasil resize pada wajah crop.....	58

Gambar 4.8 hasil rekognisi wajah.....	59
Gambar 4.9 contoh hasil laporan berdasarkan individu.....	60
Gambar 4.10 contoh hasil laporan berdasarkan tanggal .....	60
Gambar 4.11 contoh wajah gagal terekognisi .....	64
Gambar 4.12 perbandingan rekognisi wajah menggunakan aksesoris. ....	64

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 4.1 Tabel pengujian wajah dikenali oleh sistem .....	61
Tabel 4.2 Tabel pengujian wajah yang tidak terdapat didalam database.....	62
Tabel 4.3 tabel waktu proses rekognisi wajah .....	63

## **ABSTRAK**

Penelitian tentang presensi pegawai ada beberapa macam cabang yang meliputi semua karakteristik biometrik manusia seperti wajah, iris, sidik jari, pembuluh darah jari, bibir, suara, dan masing-masing dari karakteristik memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Khususnya untuk wajah dimana wilayah biometrik ini dapat melakukan identifikasi massal yang biasanya tidak dapat dilakukan oleh karakteristik biometrik lain.. Attendance Management System (AMS) otomatis ini berdasarkan teknik pendeteksian dan pengenalan wajah. Kamera dengan resolusi tinggi diletakkan di atas papan tulis menghadap siswa untuk mengambil gambar, Gambar yang diterima akan ditransmisi ke server dan akan disimpan dan diproses secara real time Dari penelitian di atas, pendeteksian wajah di lakukan dengan kondisi ruangan tertentu dan juga karyawan ditetapkan harus berada di dalam kamera untuk menandakan dia hadir dan juga sistem ini hanya mendeteksi kehadiran. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dibuat sebuah sistem yang hanya mendeteksi wajah karyawan pada saat kedatangan dan kepulangan. Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah studi literature terkait, identifikasi kebutuhan penelitian, pengambilan data citra/wajah pegawai, praproses data, implementasi algoritma visi computer dalam data video, pengujian ketepatan deteksi wajah dan rekognisi wajah , analisis akurasi rekognisi wajah. Hasil dari penelitian menyeluruh ini dapat dikatakan bahwa sistem berjalan dengan yang di inginkan dan sesuai dengan yang direncanakan. Tingkat akurasi dari pengenalan wajah dalam system ini sebesar 96.36%

Kata kunci: Attendance Management System , Biometrik, Kamera, Wajah.

## **ABSTRACT**

Research on employee absenteeism has several branches covering all human biometric characteristics such as face, iris, fingerprint, finger blood vessels, lips, voice, and each of these characteristics has its own advantages and disadvantages. Especially for faces where this biometric area can perform mass identification which usually cannot be done by other biometric characteristics. This automatic Attendance Management System (AMS) is based on face detection and recognition techniques. A high-resolution camera is placed on the blackboard facing students to take pictures, the received image will be transmitted to the server and will be stored and processed in real time. From the research above, face detection is carried out with certain room conditions and employees are set to be in in the camera to indicate he is present and also this system only detects the presence. Therefore, in this study, a system will be created that only detects the faces of employees upon arrival and departure. The method applied in this research is the study of related literature, identification of research needs, retrieval of employee image/face data, data preprocessing, implementation of computer vision algorithms in video data, testing the accuracy of face detection and facial recognition, analysis of facial recognition accuracy. The results of this thorough research can be said that the system runs as desired and in accordance with what was designed. The accuracy rate of facial recognition in this system is 96.36%

**Keywords:** Attendance Management System, Biometrics, Camera, Face.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan teknologi komputer sekarang sangat pesat, ini ditandai dengan hampir semua pengolahan data dan informasi telah dilakukan dengan komputer. Hal ini diakibatkan semakin beraneka ragam permasalahan informasi yang harus ditangani, salah satunya adalah dalam hal presensi pegawai.

Perusahaan ritel XYZ telah menggunakan salah satu sistem presensi yang mengimplementasikan teknologi *Radio-Frequency Identification* (RFID). Tapi karena banyaknya karyawan dan keterbatasan alat yang digunakan sehingga menyebabkan antrian yang panjang ketika melakukan presensi rutin karena setiap karyawan harus melakukan prosedur presensi dengan alat yang terbatas dan prosedurnya memakan waktu. Oleh karena itu dibutuhkannya sistem presensi yang lebih efektif.

Penelitian tentang presensi pegawai ada beberapa macam cabang yang meliputi semua karakteristik biometrik manusia seperti wajah, iris, sidik jari, pembuluh darah jari, bibir, suara, dan masing-masing dari karakteristik memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Khususnya untuk wajah dimana wilayah biometrik ini dapat melakukan identifikasi massal yang biasanya tidak dapat dilakukan oleh karakteristik biometrik lain. Dan juga sistem biometrik ini tidak memerlukan kontak langsung pada orang yang diverifikasi identitasnya. Karena inilah sistem ini sangat cocok untuk pemantauan, pelacakan, dan di sistem

**otomatisasi [1].** Ini menjadi alasan sistem biometrik wajah sangat cocok digunakan di perusahaan ritel XYZ.

Pada penelitian sebelumnya memberikan solusi dengan membuat perancangan sistem presensi siswa otomatis untuk menghilangkan adanya proses kerja manual yang memakan waktu. *Attendance Management System (AMS)* otomatis ini berdasarkan teknik pendeteksian dan pengenalan wajah. Kamera dengan resolusi tinggi diletakkan di atas papan tulis menghadap siswa untuk mengambil gambar, Gambar yang diterima akan ditransmisi ke *server* dan akan disimpan dan diproses secara *real time* [2].

Dari penelitian di atas, pendeteksian wajah di lakukan dengan kondisi ruangan tertentu dan juga karyawan ditetapkan harus berada di dalam kamera untuk menandakan dia hadir dan juga sistem ini hanya mendeteksi kehadiran. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dibuat sebuah sistem yang hanya mendeteksi wajah karyawan pada saat kedatangan dan kepulangan.

Dengan demikian, dalam penelitian ini akan diangkat judul “Sistem Presensi pegawai berbasis *computer vision*”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka pokok permasalahan dalam penelitian ini yaitu:

- a. Bagaimana cara mengenali wajah karyawan menggunakan *computer vision*?
- b. Bagaimana cara mendata karyawan yang telah hadir dan yang telah istirahat menggunakan *computer vision*?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang diuraikan, maka tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui cara mengenali wajah karyawan menggunakan *computer vision*.
2. Mengetahui cara mendata kehadiran karyawan yang telah hadir dan yang telah beristirahat menggunakan *computer vision*.

### **1.4 Batasan Masalah**

Ruang lingkup pembahasan tugas akhir ini dibatasi hanya mencakup hal-hal berikut:

- a. Objek penelitian adalah perusahaan retail XYZ
- b. Wajah yang di deteksi merupakan wajah yang menghadap kearah kamera.
- c. Wajah yang di deteksi memiliki penerangan yang baik
- d. Pengambilan data pegawai menggunakan Kamera Penguji.
- e. Jenis kamera yang digunakan adalah :
  - o Webcam Logitech C922 Pro

### **1.5 Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan penelitian adalah sebagai berikut :

#### **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini menguraikan secara singkat latar belakang penelitian, rumusan dan batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

## **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas tentang kerangka berpikir, serta landasan teori yang berhubungan proses perancangan sistem presensi pegawai menggunakan metode *computer vision*.

## **III : METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini membahas tentang jenis penelitian, metode pengumpulan data, alat dan bahan penelitian, metode pengujian dan hasil penelitian.

## **BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini membahas tentang hasil data yang dihasilkan dari perancangan sistem presensi pegawai menggunakan metode *computer vision*.

## **BAB V : PENUTUP**

Bab ini merupakan bab penutup yang berisi kesimpulan dan saran-saran.

### **1.6 Manfaat Penelitian**

Diharapkan dengan melakukan penelitian ini dapat diambil manfaat sebagai berikut:

1. Bagi perusahaan, dapat memiliki sistem presensi karyawan secara otomatis yang dapat mengurangi waktu tunggu karyawan untuk melakukan presensi.

2. Bagi peneliti, dapat digunakan untuk menambah pengetahuan dan sebagai referensi mengenai sistem presensi menggunakan metode pengolahan citra.
3. Bagi institusi pendidikan, dapat digunakan sebagai referensi dalam pengembangan penelitian topic terkait untuk sistem presensi menggunakan metode pengolahan citra.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Wajah**

Menurut KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia), wajah merupakan bagian depan dari kepala. Wajah merupakan bagian dari tubuh manusia yang penting pada saat berinteraksi langsung kepada sesama manusia lainnya. Wajah memainkan peranan vital dengan menunjukkan identitas seseorang. Wajah terutama digunakan untuk ekspresi wajah, penampilan, serta identitas. Tidak ada satu wajahpun yang serupa mutlak dengan lainnya, sehingga wajah dapat menjadi salah satu tanda pengenal ciri khusus pada seseorang. Wajah atau muka adalah bagian depan dari kepala pada manusia meliputi wilayah dari dahi (bagian atas) hingga dagu (bagian bawah). Bagian-bagian yang termasuk wilayah wajah yaitu rambut, dahi, alis, mata, pipi, hidung, kumis, mulut, bibir, gigi, kulit, janggut dan dagu.

Dalam ilmu kesehatan wajah dijelaskan berdasarkan karakteristik anatominya merupakan bagian *anterior* (struktur bagian depan) dari kepala, dengan batas kedua telinga di *lateral* (struktur terjauh dari garis pertengahan tubuh), dagu di *inferior* (bagian terendah) dan garis batas tumbuhnya rambut di *superior* (bagian teratas). Wajah merupakan bagian dari tubuh manusia yang bisa dikenali dengan teknologi biometrik untuk mengenal suatu individu tertentu. Pada teknologi biometric ciri-ciri biologis dari manusia seperti wajah bisa memberikan informasi yang unik. Pada wajah sendiri terdapat 66 fitur titik yang dapat menjadi ciri khusus pada suatu wajah (Kalansuriya & Dharmaratne, 2013) [3]. Informasi

unik tersebut dapat berupa karakteristik dari pola wajah sesuai dengan individu masing-masing, karena karakteristik dari pola wajah bisa diukur dan dianalisis untuk proses deteksi maupun autentifikasi. Sehingga wajah dapat digunakan sebagai salah satu ciri khusus untuk mengenal seorang individu. Fitur-fitur atau bagian-bagian pada wajah digunakan untuk menjadi ciri khusus pembeda laki-laki dan perempuan (bukan laki-laki).

Perbandingan pada mata dan mulut. Mata laki-laki memiliki ukuran mata yang kecil dan jarak mata dengan alis lebih dekat, sedangkan mata perempuan (bukan laki-laki) memiliki ukuran mata yang lebih besar dan jarak mata dengan alis lebih besar. Sedangkan pada fitur mulut atau bibir, mulut laki-laki memiliki jarak dasar hidung ke bibir atas lebih jauh dan ukuran yang lebih tipis. Sedangkan pada mulut atau bibir perempuan (bukan laki-laki) jarak dasar hidung ke bibir atas lebih sedikit dan ukurannya lebih tebal (Wulansari, Djamal, & Ilyas, 2017) [4]. Bentuk hidung laki-laki umumnya lebih besar sedangkan bentuk hidung perempuan (bukan laki-laki) bentuk wajah laki-laki lebih kotak, sedangkan perempuan (bukan laki-laki) membentuk wajah berbentuk hati serta dagu laki-laki lebih melebar, sedangkan dagu perempuan lebih membulat (Kalansuriya & Dharmaratne, 2015) [5].

Dari banyaknya faktor pembeda yang ada, kumis dan janggut digunakan sebagai fitur khusus menjadi pembeda antara laki-laki dan bukan laki-laki. Fitur khusus ini digunakan karena memiliki ciri-ciri pembeda yang jelas pada wajah dan memiliki nilai yang signifikan untuk dijadikan pembeda antara laki-laki dan bukan laki-laki. Berdasarkan data dari survei, lebih dari 50% laki-laki dengan

umur dari 18 hingga 39 memiliki rambut di wajah di negara Eropa, di daerah Amerika Serikat terdapat 60 hingga 70 persen. Di Jepang, 20% laki-laki memiliki rambut di wajah (Shinichi Terada, 2018) [6]. Adapun adanya keadaan dimana kehadiran rambut kasar pada bukan laki-laki dalam pendistribusiannya seperti laki-laki yang disebut dengan *hirsutisme*. Persentase bukan laki-laki dapat menumbuhkan kumis dan janggut adalah sebesar 5-10% (Sachdeva, 2018) [7].

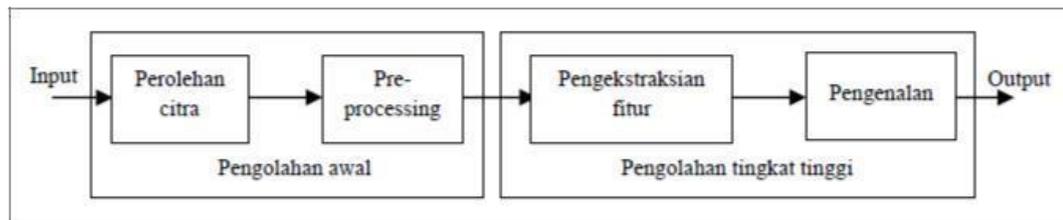
## 2.2 Visi Komputer

Visi komputer merupakan suatu bidang yang berhubungan dengan pengolahan otomatis suatu citra berbasis komputer untuk mengekstrak dan meninterpretasikan suatu informasi yang didapatkan. Sistem kerja visi komputer adalah dengan cara memproses data citra yang diinput dan menggunakan kombinasi algoritma pengolahan citra serta kecerdasan buatan sehingga dapat menghasilkan suatu informasi dari citra tersebut. Berbagai macam aplikasi dunia nyata menggunakan *computer vision* meliputi:

- *Optical Character Recognition* (OCR) : sering digunakan untuk mengidentifikasi citra huruf untuk kemudian diubah ke dalam bentuk file tulisan, seperti membaca kode pos tulisan tangan pada surat, dan pengenalan otomatis nomor plat atau *Automatic Number Plate Recognition* (ANPR)
- *Medical Imaging* (Pencitraan Medis) : mencatat atau merekam citra *pre-operative* dan *intra-operative* untuk tujuan klinis atau melakukan studi jangka panjang dari morfologi citra bagian tubuh manusia.

- *3D Model Building* : konstruksi otomatis model 3D dari foto udara yang digunakan dalam sistem seperti Bing Maps.
- *Automotive Safety* : mendeteksi rintangan yang tak terduga seperti pejalan kaki di jalan raya.
- *Surveillance* : pemantauan untuk penyusup dan menganalisis lalu lintas jalan raya (Szeliski, 2010) [8].
- *Face Recognition* : identifikasi wajah berdasarkan karakteristik tertentu sesuai dengan informasi yang kita inginkan (Zhao, 2006) [9]

Pengidentifikasian wajah, pengidentifikasian tanda tangan, pengidentifikasian tumor pada suatu citra resonansi magnetik, pengenalan objek pada citra satelit, penempatan sumber daya mineral dari suatu citra, penghasilan gambaran tiga-dimensi dari potongan citra dua dimensi, dan pengenalan suatu kode ZIP, dianggap berada dalam ruang lingkup *computer vision*. Manusia memiliki kemampuan untuk mengenal dan mengklasifikasikan citra, mengidentifikasi citra yang terhalang sebagian pada lingkungan yang memiliki *noise* (gangguan) pada citra, mengidentifikasi objek dengan orientasi dan skala yang berbeda, serta kedalaman persepsi. Proses mengenal dan mengklasifikasikan suatu citra ini dapat pula dilakukan oleh komputer yang dikenal dengan *computer vision*. Proses pengenalan tersebut terlihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Sistem *Computer Vision*

Pengembangan sistem visi komputer hingga saat ini untuk melaksanakan tugas-tugas seperti ini membutuhkan proses kerja yang kompleks. Biasanya untuk setiap aplikasi yang diberikan, keseluruhan tugas tidak dapat dilaksanakan pada sebuah tahapan tunggal. Oleh karena itu, sistem *computer vision* seringkali dibagi ke dalam beberapa tahapan, dan setiap tahapan melaksanakan satu fungsi atau lebih. Sistem *computer vision* tertentu terdiri dari tahapan-tahapan seperti perolehan citra atau sering disebut dengan input citra *preprocessing*, pengekstraksian fitur (mengambil ciri khusus pada suatu citra), penyimpanan objek secara asosiatif, pengaksesan suatu basis pengetahuan, dan pengenalan suatu citra dikelompokkan menjadi kategori tertentu.

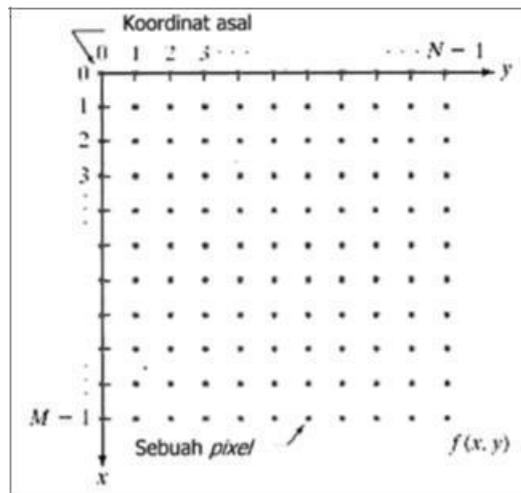
### 2.3 Citra Digital

Citra adalah suatu representasi (gambaran), kemiripan, atau imitasi dari suatu objek. Citra digital merupakan kumpulan piksel (*picture element*) dengan suatu intensitas tertentu. Resolusi atau dimensi citra merupakan ukuran dari sebuah citra yang dinyatakan dengan *pixel's pixel*. Semakin tinggi resolusi suatu citra, maka akan semakin baik tampilan dari citra digital tersebut. Bagian terkecil dari suatu citra disebut dengan *pixel*. Sedangkan intensitas (kedalaman *bit*) dari masing-masing *pixel*, secara keseluruhan akan menggambarkan terang atau gelapnya citra digital tersebut.

Citra sebagai keluaran suatu sistem perekaman data dapat bersifat optic berupa foto, bersifat analog berupa sinyal-sinyal video seperti gambar pada monitor televise, atau bersifat digital yang dapat langsung disimpan pada suatu media penyimpanan.

Citra terbagi menjadi dua yaitu citra diam (*still image*) dan citra bergerak (*moving image*). Citra diam adalah citra tunggal yang tidak bergerak. Sedangkan citra bergerak adalah rangkaian citra diam yang ditampilkan secara beruntun (*sequentiali*) sehingga memberi kesan pada mata sebagai gambar yang bergerak.

Pengolahan citra digital menunjuk pada pemrosesan gambar dua dimensi menggunakan komputer. Dalam konteks yang lebih luas, pengolahan citra digital, mengacu pada pemrosesan setiap data dua dimensi. Citra digital merupakan sebuah larik (*array*) yang berisi nilai-nilai real maupun kompleks yang direpresentasikan dengan deretan bit tertentu. Suatu citra dapat didefinisikan sebagai fungsi  $f(x,y)$  berukuran  $M$  baris dan  $N$  kolom, dengan  $x$  dan  $y$  adalah koordinat spasial, dan *amplitude*  $f$  di titik koordinat  $(x,y)$  dinamakan intensitas atau tingkat keabuan dari citra pada titik tersebut. Apabila nilai  $x$ ,  $y$ , dan nilai *amplitude*  $f$  secara keseluruhan berhingga (*finite*) dan bernilai diskrit maka dapat dikatakan bahwa citra tersebut adalah citra digital.



Gambar 2.2 Koordinasi Citra Digital (Putra, 2010) [10]

Nilai pada suatu irisan antar baris dan kolom (pada posisi  $x,y$ ) disebut dengan *picture elements*, *image elements*, *pels*, atau *pixels*. Istilah terakhir (*pixel*) paling sering digunakan pada citra digital. Citra digital tersusun atas titik-titik yaitu dapat berbentuk persegi panjang dan secara beraturan membentuk baris-baris dan kolom-kolom. Setiap titik memiliki koordinat dan dapat dinyatakan dalam bilangan bulat positif, yaitu 0 atau 1 bergantung pada sistem yang digunakan. Format nilai pixel sama dengan format citra keseluruhan. Pada kebanyakan sistem pencitraan, nilai ini dapat berupa bilangan bulat positif. Format citra digital yang banyak digunakan, yaitu:

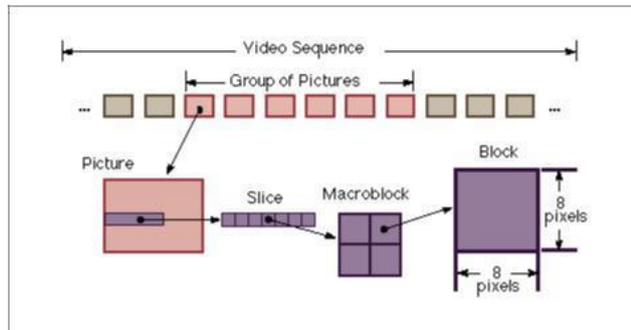
- Citra biner (Monokrom). Citra monokrom atau citra hitam putih merupakan citra yang setiap pikselnya hanya mempunyai dua kemungkinan nilai, seperti *on* dan *off*, disimpan dalam matriks dengan nilai 0 (*off*) dan 1 (*on*).
- Citra skala keabuan (*Grayscale*). Citra *grayscale* dikatakan format citra skala keabuan karena pada umumnya warna yang dipakai adalah warna

hitam sebagai warna minimum dan warna putih sebagai warna maksimumnya, sehingga warna antara keduanya adalah abu-abu.

- Citra berwarna, dimana citra warna terdiri atas 3 layer matriks, yaitu *R-layer*, *G-layer*, *B-layer*. Sistem warna RGB (*Red Green Blue*) menggunakan sistem tampilan grafik kualitas tinggi (*High quality raster graphic*) yaitu mode 24 bit. Setiap komponen warna merah, hijau, biru masing-masing mendapatkan alokasi 8 bit untuk menampilkan warna. Pada sistem warna RGB, setiap *pixel* akan dinyatakan dalam 3 parameter dan bukan nomor warna. Setiap warna mempunyai *range* nilai 00 (angka desimalnya adalah 0) dan *f* (angka desimalnya 255) atau mempunyai nilai derajat keabuan  $256 = 2^8$ . Dengan demikian, *range* warna yang digunakan adalah  $(2^8) (2^8) (2^8) = 2^{24}$  (atau dikenal dengan istilah *true color* pada Windows). Nilai warna yang digunakan merupakan gabungan warna cahaya merah, hijau dan biru.

#### **2.4 Video Digital**

Video adalah bentuk penerapan teknologi untuk menangkap, merekam, memproses, menyimpan, dan merekonstruksi kumpulan citra yang saling berurutan. Alan C. Bovik dalam bukunya *Handbook of Image and Video Processing* menjelaskan bahwa video digital merupakan hasil sampling dan kuantisasi dari video analog. Secara mendasar, tidak ada perbedaan proses sampling dan kuantisasi antara citra digital dan video digital.



Gambar 2.3 Struktur video digital

(<http://www.hongik.edu/~sjpark/mpeg.html>)

Dari gambar 2.3, struktur yang menyusun video yaitu (Mukhopadhyay, 2011) [11] :

1. *Video Sequence*, diawali dengan *sequence header*, berisi satu grup gambar atau lebih, diakhiri dengan kode *end-of-sequence*.
2. *Group of Pictures (GOP)*, *Header* dan serangkaian satu atau lebih gambar yang dimaksudkan untuk memungkinkan akses secara acak menjadi beruntun.
3. *Picture*, Unit pengkodean utama dari urutan video. Gambar terdiri dari tiga matriks segi empat yang mewakili nilai pencahayaan (*Y*) dan dua nilai krominasi (*Cb* dan *Cr*).
4. *Slice*, satu atau beberapa *macroblocks* bersebalahan. Urutan *macroblocks* dalam *slice* adalah dari kiri ke kanan dan dari atas ke bawah.
5. *Macroblocks*, komponen pencahayaan dan komponen krominasi sesuai dengan urutan blok pada aliran data.

Video digital pada dasarnya adalah sekumpulan citra digital yang disusun secara teratur dan berurutan sehingga menyebabkan efek objek yang ada di dalam

citra digital tersebut bergerak, dikarena adanya citra yang saling berurutan. Video digital terdiri dari beberapa *frame* yang ditampilkan dengan kecepatan tertentu. Setiap *frame* merupakan citra kontinu dan kecepatan untuk menampilkan citra-citra yang ada disebut sebagai *frame rate* dengan satuan *fps (frame per second)*. Jika *frame rate* pada suatu video digital cukup tinggi, maka video akan terlihat semakin halus, dikarenakan banyaknya citra yang menyusun sebuah video tersebut.

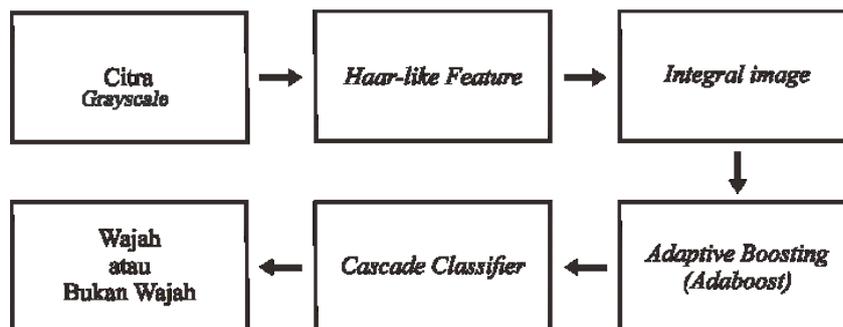
Kualitas suatu video sangat dipengaruhi oleh besarnya nilai karakteristik yang dimiliki oleh sebuah video digital, sehingga sensitifitas mata manusia terhadap video yang dilihat dipengaruhi oleh besarnya nilai-nilai karakteristik dari video itu sendiri. Adapun karakteristik yang dimiliki oleh sebuah video digital adalah :

1. Resolusi. Resolusi atau dimensi *frame* merupakan ukuran sebuah *frame* yang dinyatakan dengan *pixel x pixel*. Semakin tinggi resolusi maka semakin baik tampilan video tersebut, namun resolusi yang tinggi membutuhkan jumlah bit yang besar, sehingga memiliki ukuran file yang besar.
2. Kedalaman Bit. Kedalaman bit akan menentukan jumlah bit yang digunakan untuk merepresentasikan tiap piksel pada sebuah frame. Sama halnya dengan resolusi, semakin besar kedalaman bit yang digunakan, maka semakin besar jumlah bit yang dibutuhkan.
3. Laju *Frame*. Laju *frame* merupakan banyaknya jumlah *frame* yang bergerak tiap detik yang kerap dikenal sebagai *frame per second (fps)*. Karakteristik ini berkaitan dengan kehalusan gerakan (*smoothness of motion*) sebuah

objek di dalam video. Beberapa nilai standar *frame per second* (fps) yang umum digunakan adalah 30 fps dan 25 fps.

## 2.5 Metode Viola Jones

Deteksi wajah dilakukan dengan menggunakan metode *Viola - Jones*, ada beberapa proses yang dilakukan sebelum akhirnya akan menghasilkan sebuah output wajah yang terdeteksi pada sebuah citra, proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.4. Dimana proses-proses tersebut yaitu *Haar-Like Feature*, *Integral image*, *Adaboost (Adaptive Boosting)* dan *Cascade Classifier* (Shulur dkk, 2015) [12].

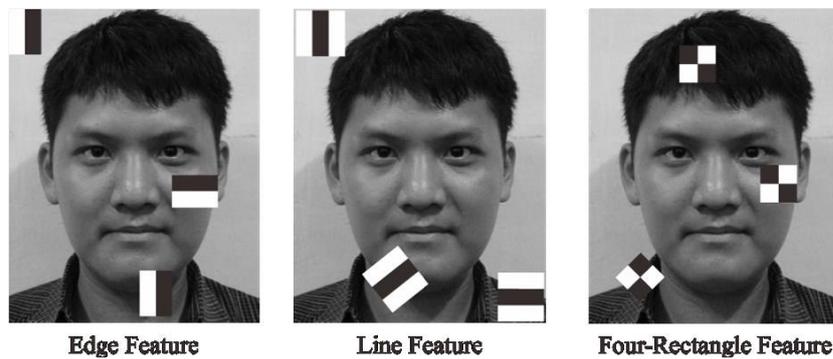


Gambar 2.4 Blok Diagram *Viola-Jones*

### 2.5.1 Haar-like feature

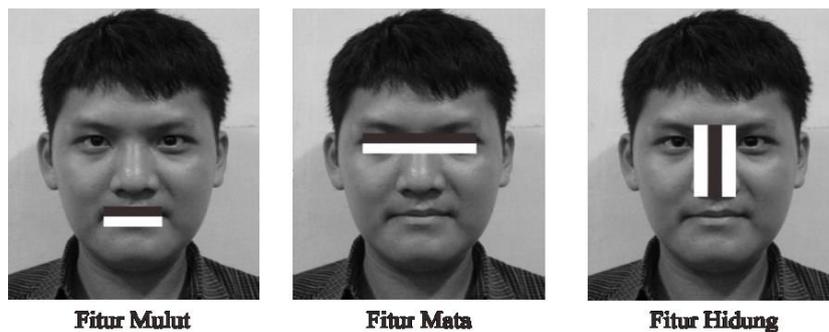
Untuk mendeteksi adanya fitur wajah pada sebuah citra, proses yang dilakukan yaitu memilih fitur *Haar* yang ada pada citra tersebut yang dalam metode *Viola Jones* disebut dengan *Haar-Like feature*. Teknik yang dilakukan yaitu dengan cara mengkotak-kotakkan setiap daerah pada citra mulai dari ujung kiri atas sampai kanan bawah. Proses ini dilakukan untuk mencari apakah ada fitur wajah pada area tersebut. Dalam metode *Viola Jones*, ada beberapa jenis fitur yang bisa digunakan seperti *Edge-feature*, *Line feature*, dan *Four-rectangle feature*. Pada proses pemilihan fitur *Haar*, fitur-fitur tersebut digunakan untuk

mencari fitur wajah seperti mata, hidung, dan mulut. Pada setiap kotak-kotak fitur tersebut terdiri dari beberapa *pixel* pada kotak gelap. Apabila nilai selisih antara daerah terang dengan daerah gelap di atas nilai ambang (*threshold*), maka daerah tersebut dinyatakan memiliki fitur. Proses pemilihan fitur dapat dilihat pada Gambar 2.5.



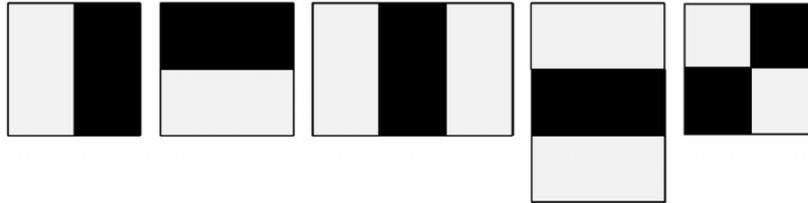
Gambar 2.5 Pemilihan Fitur Wajah

Untuk memilih fitur mata, hidung dan mulut maka digunakan kotak-kotak fitur yang bisa dilihat Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Pemilihan Fitur Mulut, Mata dan Hidung

Untuk jenis fitur itu sendiri terbagi atas 3 jenis fitur berdasarkan jumlah persegi panjang (terang dan gelap) yang terdapat di dalamnya yaitu: dua, tiga, empat persegi panjang seperti yang dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 *Haar-Like Feature* (Shulur dkk, 2015) [12]

Cara menghitung nilai dari fitur tersebut dengan (Shulur dkk, 2015) [12] mengurangkan nilai *pixel* pada area putih. Berikut adalah persamaan untuk mendapatkan nilai fitur sesuai dengan jumlah kotak :

$B_1 W = \text{Black (Hitam), White (Putih)}$

$$\text{Dua kotak} : W - B \quad (2.2)$$

$$\text{Tiga kotak} : W1 + W2 - B \quad (2.3)$$

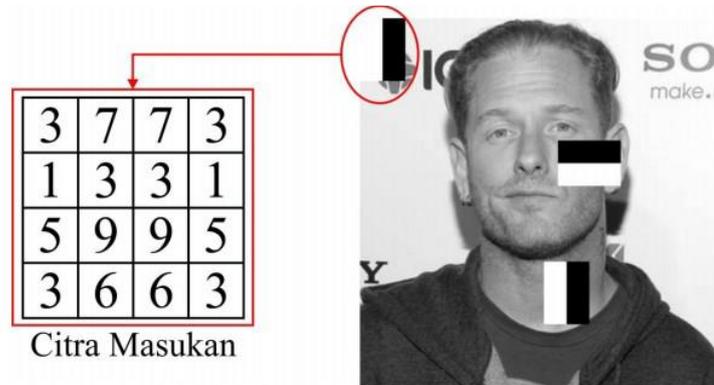
$$\text{Empat kotak} : (W1 + W2) - (B1 + B2) \quad (2.4)$$

Untuk mempermudah dan mempercepat proses perhitungan nilai *Haar* pada sebuah citra, metode *Viola Jones* menggunakan sebuah perhitungan yang disebut dengan *Integral Image*.

### 2.5.2 Integral Image

*Integral image* sering digunakan pada algoritma untuk pendeteksian wajah. Dengan menggunakan *integral image* proses perhitungan bisa dilakukan hanya dengan satu kali *scan*, memakan waktu yang cepat dan akurat. *Integral image* digunakan menghitung hasil penjumlahan nilai *pixel* pada daerah yang dideteksi oleh fitur *Haar*. Nilai-nilai *pixel* yang akan dihitung merupakan nilai-nilai *pixel* dari sebuah citra masukan yang dilalui oleh fitur *Haar*, pada saat pencarian fitur wajah. Pada setiap jenis fitur yang digunakan, pada setiap kotak-kotaknya terdiri dari

beberapa *pixel*. Apabila ada sebuah masukan yang dilalui oleh fitur oleh fitur *Haar* dapat dilihat pada Gambar 2.8 (Shuhur dkk, 2015) [12].



Gambar 2.8 Nilai *pixel-pixel* pada sebuah fitur

Dari nilai-nilai *pixel* yang didapatkan pada fitur tersebut, maka akan dihitung nilai *integral image* pada fitur tersebut dengan persamaan (2.5).

$$s(x,y) = i(x,y) + s(x,y) + s(x-1,y) - s(x-1,y-1) \quad (2.5)$$

$s(x,y)$  = merupakan nilai hasil penjumlahan dari tiap-tiap *pixel*.

$i(x,y)$  = merupakan nilai intensitas diperoleh dari nilai *pixel* dari citra masukan.

$s(x-1,y)$  = merupakan nilai *pixel* pada sumbu x.

$s(x,y-1)$  = merupakan nilai *pixel* pada sumbu y.

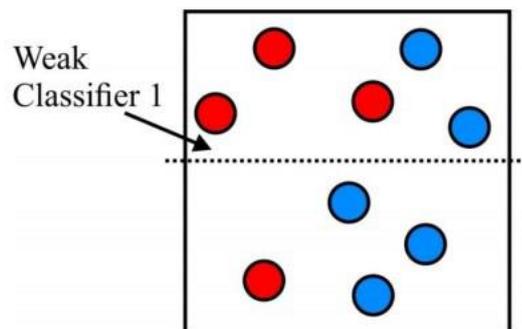
$s(x-1,y-1)$  = merupakan nilai *pixel* diagonal.

### 2.5.3 Adaboost (Adaptive Boosting)

*Adaptive boosting* merupakan teknik yang digunakan untuk mengkombinasikan banyak *classifier* lemah untuk membentuk suatu gabungan *classifier* yang lebih baik. Proses dari *adaptive boosting* akan menghasilkan sebuah *classifier* yang kuat dari *classifier* dasar. Satuan dari *classifier* dasar tersebut disebut dengan *weak learner*. Setelah sebelumnya dilakukan pemilihan fitur *Haar*,

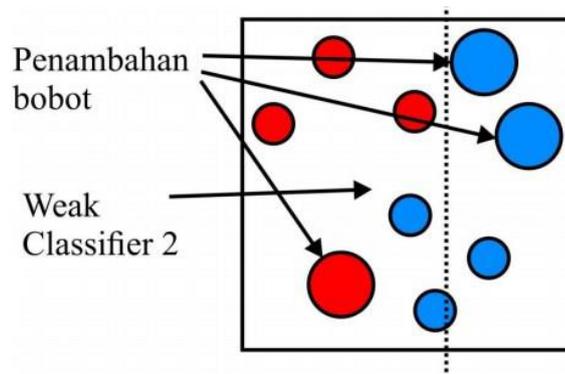
pada proses selanjutnya dalam deteksi wajah *Viola Jones*, dengan menggunakan algoritma *adaboost* fitur pada sebuah citra akan dideteksi kembali. Tujuannya untuk mengetahui apakah ada fitur wajah pada daerah dengan klasifikasi fitur yang lemah. Pada *classifier* lemah akan dilakukan perhitungan dan dibandingkan dengan *classifier* lainnya secara acak. Selanjutnya dilakukan kombinasi atau penggabungan pada *classifier* lemah untuk membentuk suatu kombinasi yang linier.

Pada Gambar 2.9 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.



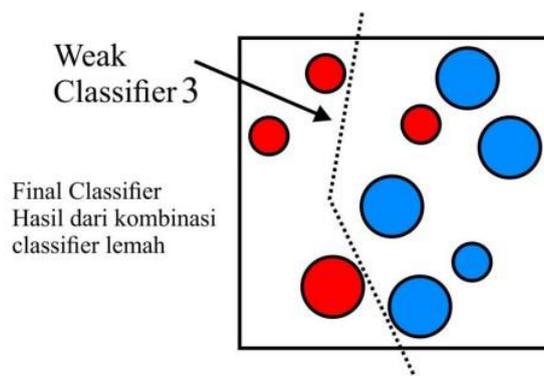
Gambar 2.9 *Classifier* Lemah (Shulur dkk, 2015) [12]

Pada Gambar 2.9 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 2.10



Gambar 2.10 Hasil Kombinasi dari *Classifier* Lemah (Shulur dkk, 2015) [12]

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 2.11.



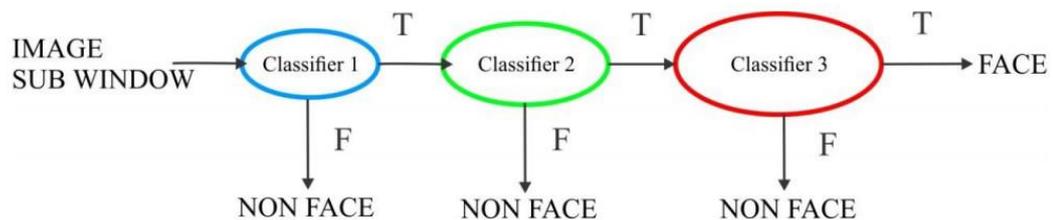
Gambar 2.11 Hasil Kombinasi Dari *Classifier* Lemah (Shulur dkk, 2015) [12]

#### 2.5.4 Cascade Classifier

*Cascade classifier* melakukan proses dari banyak fitur-fitur mengorganisirnya dengan bentuk klasifikasi bertingkat. Terdapat tiga buah

klasifikasi untuk menentukan apakah ada atau tidak ada fitur wajah pada fitur yang sudah dipilih (Shulur dkk, 2015) [12].

Pada klasifikasi filter pertama, tiap subcitra akan diklasifikasi menggunakan satu fitur. Jika hasil nilai fitur dan filter tidak memenuhi kriteria yang diinginkan, hasil tersebut akan ditolak. Algoritma kemudian bergerak ke *sub window* selanjutnya dan menghitung nilai fitur kembali. Jika didapat hasil sesuai dengan *threshold* yang diinginkan, maka dilanjutkan ke tahap filter selanjutnya. Hingga jumlah *sub window* yang lolos klasifikasi akan berkurang hingga mendekati citra yang dideteksi. Pada Gambar 2.12 di bawah ini merupakan proses rangkaian filter yang dilalui oleh setiap *classifier* (Shulur dkk, 2015) [12].



Gambar 2.12 *Cascade Classifier* (Shulur dkk, 2015)

Pada filter pertama dipilih satu fitur *classifier* dengan presentasi tingkat pendeteksian sebesar 100% dan sekita 50% tingkat kesalahan. Pada filter kedua dipilih lima buah fitur *classifier* dengan persentase tingkat pendeteksian sebesar 100% dan 40% tingkat kesalahan (20% kumulatif). Pada filter ketiga dipilih 20 fitur *classifier* dengan persentasi tingkat pendeteksian sebesar 100% dengan tingkat kesalahan sebesar 10% (2% kumulatif).

Hasil pendeteksian bisa berupa wajah atau bukan wajah. Citra tersebut akan ditandai dengan sebuah *rectangle* pada daerah wajah yang terdeteksi dan apabila

tidak ada wajah terdeteksi maka tidak akan ada *rectangle*, citra tersebut tidak akan ditandai oleh sebuah *rectangle* (Shulur dkk, 2015) [12].

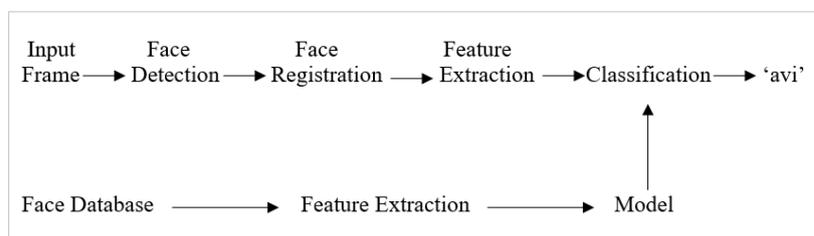
## 2.6 Face Recognition

*Face Recognition* adalah proses mengidentifikasi orang dalam gambar atau *frame* video dengan membandingkan tampilan wajah dalam citra yang diambil dengan yang ada pada *database*.

Sebagai sistem biometrik, *face recognition* beroperasi dalam salah satu atau kedua mode: (1) verifikasi wajah (atau otentikasi), dan (2) identifikasi wajah (atau pengenalan).

Verifikasi wajah merupakan sebuah sistem *one-to-one match* yang membandingkan citra wajah *query* dengan citra wajah pendaftaran yang identitasnya diklaim. Salah satu aplikasi yang khas adalah penggunaan *E-passport* untuk pembersihan imigrasi swalayan.

Identifikasi wajah merupakan sebuah sistem pencocokan *one-to-match* yang membandingkan citra wajah *query* dengan beberapa citra wajah dalam *database* pendaftaran untuk mengaitkan identitas *query* wajah dengan salah satu yang ada di dalam *database*.



Gambar 2.13 *Face Recognition Workflow* (Li, 2011) [13]

## 2.7 Local Binary Pattern

Local Binary Pattern (LBP) adalah operator tekstur sederhana namun sangat efisien yang melabeli pixel-pixel setiap gambar dengan mengirik lingkungan setiap pixel dan menganggap hasilnya sebagai bilangan biner. Karena keserhanaan komputasinya, operator tekstur LBP telah menjad pendekatan populer dalam berbagai aplikasi. Salah satu property dan mungkin merupakan property yang paling penting dari operator LBP dalam aplikasi dunianya adalah ketahanannya terhadap perubahan skala abu-abu monoton yang disebabkan, misalnya oleh variasi pencahayaan. Properti penting lainnya, seperti yang telah disebutkan sebelumnya yaitu kesederhanaan komputasinya, yang memungkinkan untuk menganalisis gambar dalam pengaturan real-time yang menantang (Prado, 2017) [16].

Ide dasar untuk mengembangkan operator LBP adalah bahwa tekstur permukaan dua dimensi dapat dijelaskan oleh dua Langkah komplementer yaitu pola spasial local dan kontras skala abu-abu. Operator asli LBP membentuk label untuk pixel gambar dengan mengesampingkan 3x3 lingkungan setiap pixel dengan nilai tengah dan mempertimbangkan hasilnya sebagai bilangan biner. Histogram dari  $2^8 = 256$  tabel ini kemudian dapat digunakan sebagai deskripsi tekstur. Operator ini digunakan Bersama-sama dengan ukuran kontras lokal sederhana yang menyediakan kinerja yang menyediakan kinerja yang sangat baik dalam segmentasi tekstur tanpa pengawasan. Setelah ini, banyak pendekatan terkait telah dikembangkan untuk tekstur dan segmentasi tekstur warna.

Dengan menerapkan konsep *local binary pattern* (LBP) dan di kombinasikan dengan histogram maka dapat mewakili gambar wajah dengan vector data sederhana. Karena LBP adalah pendeskripsi visual maka juga dapat digunakan

untuk tugas pengenalan wajah, seperti yang dapat dilihat dari penjelasan selangkah demi selangkah berikut ini.

### 2.7.1 Parameter

*Local Binary Pattern Histogram* menggunakan empat parameter yaitu:

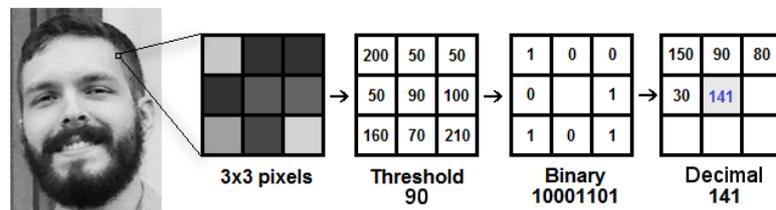
- Radius, digunakan untuk membangun pola biner lokal melingkar dan mewakili radius di sekitar pixel pusat.
- *Neighbors*, jumlah titik sampel yang digunakan untuk membangun pola biner lokal melingkar dan semakin banyak titik sampel yang dimasukkan maka semakin tinggi pula nilai atau biaya komputasi.
- *Grid X*, merupakan jumlah sel dalam arah horizontal. Semakin banyak sel, semakin halus grid, semakin tinggi pula dimensi dari vektor yang dihasilkan.
- *Grid Y*, merupakan jumlah sel dalam arah vertikal. Semakin banyak sel, semakin halus grid, semakin tinggi pula dimensi dari vektor yang dihasilkan.

### 2.7.2 Melatih Data

Hal berikutnya setelah menentukan atau melakukan pengaturan pada parameter yaitu melatih data dengan menggunakan algoritma pelatihan. Untuk melakukannya, kita perlu menggunakan kumpulan data dengan gambar wajah orang-orang yang ingin kita kenali. Kita perlu juga mengatur ID (memungkinkan nomor atau nama orang tersebut) untuk setiap gambar, gambar orang yang sama harus memiliki ID atau label yang sama, sehingga algoritma akan menggunakan informasi ini untuk mengenali gambar input dan memberi output.

### 2.7.3 Menerapkan Operasi Local Binary Pattern Histogram

Langkah komputasi pertama dalam *Local Binary Pattern Histogram* (LBPH) adalah untuk membuat gambar (*intermediate image*) yang mendeskripsikan gambar asli dengan cara yang lebih baik, dengan cara melakukan sorotan (*highlight*) pada karakteristik wajah. Untuk melakukannya, algoritma menggunakan konsep jendela geser (*sliding window*), berdasarkan parameter *radius* dan *neighbors*.



Gambar 2.14 Prosedur Operasi Algoritma LBPH

(<https://cdn-images->

[1.medium.com/max/1600/1\\*J16\\_DKuSmAH3WDDqWKeNA.png](https://cdn-images-1.medium.com/max/1600/1*J16_DKuSmAH3WDDqWKeNA.png))

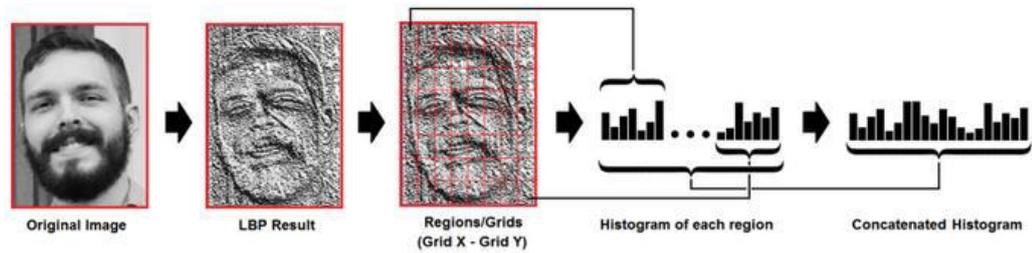
Berdasarkan Gambar 2.14 operasi LBPH (*Local Binary Pattern Histogram*) dapat dibagi sebagai berikut :

- Misalnya kita memiliki gambar wajah dengan skala abu-abu (*grayscale*).
- Mendapatkan bagian dari gambar tersebut dengan jendela  $3 \times 3$  *pixel*.
- Dapat juga direpresentasikan sebagai matriks  $3 \times 3$  yang berisi intensitas setiap *pixel* (0-255).
- Mengambil nilai pusat dari matriks yang akan digunakan sebagai ambang batas.

- Nilai ini akan digunakan sebagai nilai baru dari *neighbor* yang telah diatur sebelumnya.
- Untuk setiap *neighbor* dari nilai pusat (ambang), ditetapkan nilai biner baru. Dalam hal ini yaitu 1 untuk nilai yang sama atau lebih tinggi dari ambang dan 0 untuk nilai yang lebih rendah dari ambang (*threshold*).
- Sekarang, matriks hanya akan berisi nilai-nilai biner (mengabaikan nilai pusat). Masing-masing nilai biner perlu digabungkan dari setiap posisi dan garis matriks.
- Kemudian, kita mengubah nilai biner ini menjadi nilai decimal dan mengaturnya ke nilai pusat matriks yang sebenarnya adalah sebuah *pixel* dari gambar aslinya.
- Pada akhirnya prosedur ini (prosedur LBP), kita memiliki gambar baru yang memiliki karakteristik yang lebih baik dibandingkan gambar asli.

#### **2.7.4 Ekstraksi *Histogram***

Dengan menggunakan gambar yang didapatkan pada langkah sebelumnya, dengan menggunakan parameter grid X dan grid Y yang telah diatur sebelumnya maka gambar tersebut dibagi menjadi beberapa bagian, seperti dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.15 Pembagian gambar oleh parameter grid X & Y

([https://cdn-images-1.medium.com/max/1600/1\\*-cyqWPcas3CXp4O2O7xPpg.png](https://cdn-images-1.medium.com/max/1600/1*-cyqWPcas3CXp4O2O7xPpg.png))

Berdasarkan Gambar 2.15, kita dapat mengekstrak *histogram* dari setiap bagian sebagai berikut:

- Karena gambar yang ada adalah dalam skala abu-abu (*grayscale*), setiap *histogram* (dari setiap kotak) hanya akan berisi 256 posisi (0-255) yang mewakili kemunculan setiap intensitas *pixel*.
- Kemudian perlu digabungkan setiap *histogram* untuk mendapatkan *histogram* baru yang lebih besar. Misalkan terdapat 8x8 grid, maka kita akan memiliki  $8 \times 8 \times 256 = 16.384$  posisi dalam *histogram* akhir. *Histogram* akhir mewakili karakteristik gambar dari gambar asli (*original*).

### 2.7.5 Melakukan Pengenalan Wajah (*Face Recognition*)

Pada langkah ini, algoritma telah dilatih (*train*). Setiap *histogram* yang telah dibuat digunakan untuk mempresentasikan setiap gambar (*image*) yang berasal dari dataset gambar latihan (*training image*). Kemudian saat diberikan gambar masukan, maka akan dilakukan lagi langkah-langkah seperti di atas pada gambar masukan tersebut untuk membuat *histogram* yang mewakili gambar.

Jadi untuk menemukan gambar yang cocok dengan gambar masukan, hanya perlu membandingkan dua *histogram* dan mengembalikan gambar dengan *histogram* terdekat. Untuk membandingkan dua *histogram* (jarak antara dua *histogram*) dapat dilakukan dengan berbagai pendekatan misalnya dengan menggunakan jarak *Euclidean*, *chi-square*, nilai absolut dan lain-lain.

Jadi output dari algoritma adalah ID dari gambar dengan *histogram* terdekat. Algoritma juga harus menghitung jarak (*distance*) yang dapat digunakan sebagai pengukuran kepercayaan (*confidence*). Yang dapat digunakan bersamaan dengan nilai ambang (*threshold*) untuk memperkirakan secara otomatis bila algoritma telah mengenali gambar dengan benar.

## 2.8 Python

Python merupakan bahasa pemrograman yang menggunakan metode pemrograman berorientasi objek (OOP) dengan manajemen memori otomatis (*pointer*). Program yang ditulis menggunakan Python dapat dijalankan di hampir semua sistem operasi Linux/Unix, Microsoft Windows, Mac OS, Android, Java, Virtual Machine, Symbian OS, Amiga, Raspberry Pi, dan Palm (python.org) [17].

## 2.9 OpenCV

OpenCV (*Open Source Computer Vision Library*), adalah sebuah *library open source* yang dikembangkan oleh Intel yang berfokus untuk *computer vision*. Banyak algoritma yang ditawarkan oleh OpenCV yang dapat kita gunakan untuk membuat sebuah aplikasi yang berfokus pada *computer vision*. Algoritma-algoritma tersebut dapat digunakan untuk mendeteksi dan mengenali wajah atau

objek, mengklasifikasikan gerakan manusia dalam video, mengikuti pergerakan kamera, mengikuti objek yang bergerak, mengekstrak model 3D dari suatu objek, menggabungkan citra untuk mendapatkan citra yang beresolusi tinggi, mencari gambar yang mirip dalam *database*, menghilangkan efek mata merah dari citra hasil tangkapan kamera *flash* dan masih banyak lagi. Pustaka ini memiliki *interface* untuk C++, C, Python, Java dan MATLAB dan juga mendukung sistem operasi *Windows, Linux, Android, dan Mac OS*. OpenCV sangatlah handal digunakan pada *realtime vision application* ([opencv.org](http://opencv.org)) [18].