

SKRIPSI

**SISTEM MONITORING KEBERADAAN PEGAWAI DENGAN *VIDEO*
PROCESSING SECARA *REAL TIME***

Disusun dan diajukan oleh:

ASRI OKTIANAWATI

D421 16 503



DEPARTEMEN TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2022

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI
SISTEM MONITORING KEBERADAAN PEGAWAI DENGAN VIDEO
PROCESSING SECARA REAL TIME

Disusun dan diajukan oleh

ASRI OKTIANAWATI

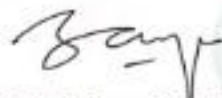
D42116503

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 25 November 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Dr. Indrabayu, ST, MT, M.Bus.Sys
Nip. 197507162002121004



Dr. Ir. Ingrid Nurtanio, MT
Nip. 196108131988112001

Ketua Program Studi,



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

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Asri Oktianawati
NIM : D421 16 503
Departemen : Teknik Informatika
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini karya tulisan saya berjudul:

SISTEM MONITORING KEBERADAAN PEGAWAI DENGAN *VIDEO* *PROCESSING* SECARA *REAL TIME*

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilalihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 20 November 2022

Yang menyatakan,


Asri Oktianawati

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya sehingga tugas akhir dengan judul “Sistem Monitoring Keberadaan Pegawai dengan *Video Processing* dan *Real Time*” dapat diselesaikan sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan jenjang Strata-1 pada Departemen Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, mulai dari masa perkuliahan sampai hingga penyusunan tugas akhir akan sangat sulit untuk dijalani. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Sudirman dan Ibu Basse Daeng yang selalu memberikan doa dan dukungan, serta kepada adik-adik penulis yang selalu menemani dan mendukung penulis.
2. Bapak Dr. Indrabayu, S.T., M.T., M.Bus.sys., selaku pembimbing 1 dan Dr. Ir. Ingrid Nurtanio, M. T., selaku pembimbing II yang selalu menyediakan waktu, tenaga dan pikiran serta semangat untuk penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Segenap Dosen dan Staff Departemen Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang banyak membantu penulis selama masa perkuliahan.
4. Keluarga besar AIMP *Research Group* Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan begitu banyak bantuan selama penelitian, pengambilan data dan diskusi terkait progress penyusunan Tugas Akhir.
5. Para sahabat penulis, Namirah S.T., Nabila Iskandar S. Psi., Muhammad Naufal S. S. Ing., Aisyah Mutmainnah dan Achmad Maulana Sasongko yang selalu menjadi tempat bercerita dan memberikan semangat kepada penulis.

6. Keluarga Mata09 SMFT-UH, terutama Aditya Ariawan, Syarwan Syiraid dan Rijal Khiyari yang selalu memberi semangat dan dukungan kepada penulis.
7. Kepada saudara-saudara ku Igniter 2016, terutama Astuti Mayangsari S.T., Ayu Lestari R, Cici Purnamasari, Tedi Setiady S.T., Irham Sahbana, Tuti Amalia, dan Dirga Utama Kamal yang selalu menjadi teman diskusi, serta memberi doa dan semangat kepada penulis.
8. Kepada seluruh pihak yang tidak sempat penulis sebutkan satu persatu dan telah memberikan dukungan, semangat serta doanya selama penyusunan Tugas Akhir ini.

Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini baik secara isi maupun penyajian. Oleh karena itu penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Makassar, Mei 2022

Penulis

ABSTRAK

Sistem monitoring atau sistem pengawasan adalah suatu upaya dalam mengawasi kegiatan pegawai yang dilakukan untuk membuktikan bahwa pegawai hadir dan bekerja di suatu perusahaan. Sistem absensi yang digunakan masih bersifat konvensional, seperti tanda tangan, kartu pengenalan, dan sidik jari yang dimana perusahaan hanya dapat mengetahui kedatangan dan kepulangan pegawai tanpa adanya pemantauan di jam kerja. Oleh karena itu, penting bagi pihak perusahaan untuk mengetahui apakah pegawai sedang berada di tempat pada jam kerja, atau hadir tepat waktu atau terlambat. Penelitian ini berfokus pada pengenalan wajah pegawai di lingkungan kerja. Sistem ini dibuat dengan menggunakan metode *Histogram of Oriented Gradient* (HOG) untuk ekstraksi fitur, *Cascade Classifier* dengan descriptor *Local Binary Pattern* (LBP) untuk mendeteksi wajah, *Kanade Lucas Tomasi* (KLT) untuk *tracking* wajah dan klasifikasi wajah yang terdeteksi menggunakan *Support Vector Machine* (SVM) dengan *kernel polynomial*. Data *training* yang digunakan sebanyak 60 citra. Data *testing* yang diolah memiliki resolusi 1920 x 1080 piksel berjenis citra RGB dengan ketinggian kamera 2.45meter serta area deteksi sekitar empat meter dari jarak antara kamera dan objek dengan sudut kemiringan kamera $\pm 65^\circ$. Pada tahap *testing* menggunakan 4 file video yang masing-masing berdurasi 5 detik. Hasil akurasi terbaik yang didapatkan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan fungsi kernel dengan hasil akurasi pengenalan wajah 1 pegawai sebesar 100%, pengenalan 2 pegawai dengan rata-rata akurasi 97%, dan pada akurasi pada pengenalan wajah 3 pegawai sebesar 93%. Sedangkan hasil pada uji 2 pegawai dan 1 orang tidak dikenali menghasilkan akurasi terbaik dengan hasil 72%.

Kata kunci: Monitoring Pegawai, Pengenalan Wajah, LBP, KLT, SVM

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Monitoring	5
2.2 Teknologi Biometric	6
2.3 Visi Komputer.....	7
2.4 Pengolahan Citra Digital	8
2.5 Jenis – Jenis Citra.....	11

2.6 Face Recognition.....	13
2.7 Local Binary Pattern (LBP).....	14
2.8 <i>Cascade Classifier</i>	15
2.9 <i>Histogram of Oriented Gradient (HOG)</i>	16
2.10 Kanade Lucas Tomasi (KLT).....	18
2.11 Support Vector Machine (SVM)	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Tahapan Penelitian	22
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	24
3.3 Instrumen Penelitian.....	24
3.4 Teknik Pengambilan Data	24
3.5 Perancangan Implementasi Sistem	26
3.6 Analisis Kerja Sistem	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	40
BAB V PENUTUP	70
5.1 Kesimpulan	70
5.2 Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN.....	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram sederhana sistem biometrik.....	7
Gambar 2. 2 Contoh Frame RGB	12
Gambar 2. 4 Tahap Pengenalan Wajah	13
Gambar 2. 5 Cara Kerja Local Binary Pattern.....	15
Gambar 2. 6 Ilustrasi Pembentukan sel, block dan channel HOG	17
Gambar 2. 7 KLT face tracking algorithm	19
Gambar 2. 8 Visualisasi SVM berusaha mencari hyperlane terbaik dengan cara memisahkan kelas -1 dan +1	21
Gambar 3. 1 Diagram Tahapan Penelitian.....	22
Gambar 3. 2 Ilustrasi Pengambilan Data	25
Gambar 3. 3 Flowchart Perancangan Sistem.....	26
Gambar 3. 4 Contoh frame wajah tahap training.....	28
Gambar 3. 5 Tahapan Metode HOG.....	29
Gambar 3. 6 Gambar Visualisasi Citra	29
Gambar 3. 7 Contoh Frame RGB	32
Gambar 3. 8 Tahapan metode cascade classifier	33
Gambar 3. 9 Output display sistem (a) 1 Pegawai, (b) 2 Pegawai, (c) 3 Pegawai.	38
Gambar 4. 1 Ilustrasi proses sliding window	40
Gambar 4. 2 Hasil deteksi wajah pada frame	41
Gambar 4. 3 Ilustrasi proses penyalinan nilai setiap pixel pada proses resize	42

Gambar 4. 4 Hasil konversi citra wajah	43
Gambar 4. 5 Image Divison for HOG computation	43
Gambar 4. 6 Visualisasi HOG descriptor	44

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil uji pengenalan wajah pegawai A dengan <i>threshold</i> > 50	48
Tabel 4. 2 Hasil uji pengenalan wajah pegawai A dengan <i>threshold</i> >60.	49
Tabel 4. 3 Hasil uji pengenalan wajah pegawai A dengan <i>threshold</i> > 70.	50
Tabel 4.4 Hasil uji pengenalan wajah Pegawai A dan Pegawai B dengan <i>threshold</i> > 50.	51
Tabel 4.5 Hasil uji pengenalan wajah Pegawai A dan Pegawai B dengan <i>threshold</i> > 60	52
Tabel 4. 6 Hasil uji pengenalan wajah Pegawai A dan B dengan <i>threshold</i> > 70.	53
Tabel 4. 7 Hasil uji pengenalan wajah Pegawai A, B dan C dengan <i>threshold</i> > 50	54
Tabel 4. 8 Hasil uji pengenalan wajah Pegawai A, B dan C dengan <i>threshold</i> > 60.....	55
Tabel 4. 9 Hasil uji pengenalan wajah Pegawai A, B dan C dengan <i>threshold</i> > 70.....	56
Tabel 4. 10 Hasil akurasi pengenalan wajah untuk1 pegawai.....	57
Tabel 4. 11 Hasil akurasi pengenalan wajah untuk 2 pegawai.....	57
Tabel 4. 12 Hasil akurasi pengenalan wajah untuk 3 pegawai.....	58
Tabel 4. 13 Hasil akurasi pengenalan wajah 2 pegawai dan 1 orang tidak dikenali	59
Tabel 4.14 Hasil uji pengenalan wajah pegawai A dengan kernel.....	61
Tabel 4. 15 Hasil uji pengenalan wajah Pegawai A dan Pegawai B dengan kernel.	62

Tabel 4. 16	Hasil uji pengenalan wajah Pegawai A, Pegawai B dan Pegawai C.	63
Tabel 4. 17	Hasil akurasi pengenalan wajah 1 Pegawai dengan kernel	64
Tabel 4. 18	Hasil akurasi pengenalan wajah 2 Pegawai dengan kernel	64
Tabel 4. 19	Hasil akurasi pengenalan wajah 3 Pegawai dengan kernel	65
Tabel 4. 20	Kesalahan Pengenalan Wajah	68

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Monitoring merupakan suatu aktivitas yang bertujuan untuk memantau atau mengamati sesuatu. Pegawai adalah mereka yang bekerja pada suatu badan usaha atau perusahaan, baik swasta maupun di pemerintahan sebagai pegawai tetap ataupun tidak dan melaksanakan suatu pekerjaan untuk memenuhi kebutuhan perusahaan. Sistem monitoring atau sistem pengawasan adalah suatu upaya dalam mengawasi kegiatan pegawai yang dilakukan untuk membuktikan bahwa dia hadir dan bekerja di suatu perusahaan.

Absensi adalah salah satu hal penting untuk mengetahui kehadiran seseorang dalam suatu institusi. Absensi berguna memantau kondisi kehadiran setiap orang yang berada pada lingkungan pekerjaan baik institusi maupun perusahaan. Sistem absensi yang digunakan masih berupa absensi tanda tangan, kartu pengenalan, dan sidik jari, yang dimana perusahaan hanya dapat mengetahui kedatangan dan kepulangan pegawai tanpa adanya pemantauan. Oleh karena itu, penting bagi pihak perusahaan untuk mengetahui apakah pegawai sedang berada di tempat pada jam kerja atau tidak dan hadir tepat waktu atau terlambat. Selain itu, dengan adanya sistem absensi maupun monitoring kepegawaian peraturan kedisiplinan dapat terwujud dengan adanya data-data yang real.

Berdasarkan hal tersebut, maka dibutuhkan sistem yang dapat melakukan monitoring pegawai sehingga instansi dapat melihat dan memonitoring kedisiplinan

serta kerajinan pegawainya. Teknologi ini akan melakukan monitoring pegawai. Satu hal yang mampu dilakukan perusahaan atau instansi untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan menggunakan sistem visual surveillance.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka rumusan masalah yang akan diuraikan dalam skripsi ini antara lain:

- a. Bagaimana membuat sistem yang mampu melakukan monitoring pegawai dengan *video processing*?
- b. Bagaimana menganalisis akurasi pendeteksian dan pengenalan wajah pada pegawai?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka dapat dibuat tujuan sebagai berikut:

- a. Membuat sistem yang dapat melakukan monitoring pegawai dengan *video processing*.
- b. Mengetahui hasil akurasi pendeteksian dan pengenalan wajah pada pegawai.

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan dilakukannya penelitian ini, manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

- a. Membantu pengembangan *Face Recognition* pada bidang Visi Komputer.

- b. Membantu instansi atau perusahaan dalam memantau kinerja pegawai.
- c. Sebagai bahan rujukan dan studi bagi peneliti dibidang yang sama.

1.5 Batasan Masalah

Yang menjadi batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

- a. Data yang diolah berupa data video dengan format .m4v.
- b. Data video diambil menggunakan kamera Vivotek IB369.
- c. Sistem diolah menggunakan Laptop dengan spesifikasi Acer Swift SF314-56G, Core i5, RAM 4 GB.
- d. Data video diambil dengan tinggi kamera 2,45 m dengan sudut kemiringan kamera 65°.
- e. Jarak antara objek dan kamera 4 m.
- f. Fitur yang digunakan untuk mendeteksi wajah adalah fitur global (seluruh bagian wajah).
- g. Objek penelitian yang digunakan sebanyak 3 orang.

1.6 Sistematika Penulisan

Gambaran singkat mengenai isi tulisan secara keseluruhan, maka akan diuraikan dalam beberapa tahapan dari penulisan secara sistematis, yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menguraikan secara umum hal yang mengenai/menyangkut latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi teori-teori tentang hal yang berhubungan dengan video processing, pengolahan citra, dan metode yang digunakan.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang perencanaan metode - metode dan penerapan algoritma pengolahan data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini mengurai mengenai hasil dari pengolahan data beserta pembahasannya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan mengenai sistem yang telah dihasilkan berdasarkan hasil penelitian dan juga saran untuk pengembangan sistem.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Monitoring

Monitoring merupakan proses mengumpulkan dan menyajikan informasi yang berkaitan dengan pencapaian tujuan spesifik secara sistematis. Menurut M. Lutfi Mustofa (2012) evaluasi dapat dilihat sebagai siklus monitoring, evaluasi dan review. Monitoring sebaiknya didasarkan pada rangkaian aktivitas yang dilaksanakan selama kegiatan pekerjaan secara keseluruhan. Perencanaan monitoring dapat membantu menjaga manajemen yang baik, dan juga menyediakan data yang berguna bagi proses evaluasi.

Monitoring adalah proses pengumpulan dan analisis informasi berdasarkan indikator yang ditetapkan secara sistematis tentang suatu kegiatan sehingga dapat dilakukan tindakan koreksi untuk penyempurnaan kegiatan selanjutnya. Monitoring merupakan pemantauan yang dapat diartikan sebagai kesadaran tentang apa yang ingin diketahui. Proses monitoring adalah proses rutin pengumpulan data dalam memantau perubahan yang terjadi pada proses keluarannya. Monitoring memiliki beberapa tujuan, yaitu:

1. Mengkaji apakah kegiatan-kegiatan yang dilaksanakan telah sesuai dengan rencana.
2. Mengidentifikasi masalah yang timbul agar langsung dapat diatasi.
3. Melakukan penilaian apakah pola kerja dan manajemen yang digunakan sudah tepat untuk mencapai tujuan kegiatan.

4. Mengetahui ikatan antara kegiatan dengan tujuan untuk memperoleh ukuran kemajuan.
5. Menyesuaikan kegiatan dengan lingkungan yang berubah, tanpa menyimpang dari tujuan.

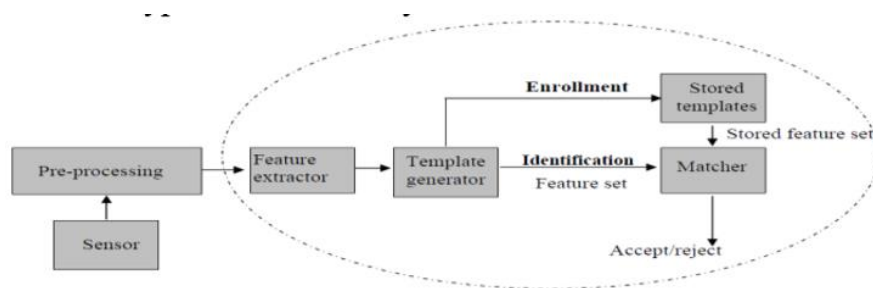
Melalui kegiatan monitoring seseorang akan dapat menentukan apakah sumber daya yang ada pada sebuah instansi telah mencukupi dan telah dilakukan dengan baik atau tidak. Tujuan dilakukannya monitoring adalah menyajikan pengawasan reguler mengenai pelaksanaan program yang berkaitan dengan input, kehadiran, penjadwalan kerja, hasil yang akan dicapai, dan lain sebagainya.

2.2 Teknologi Biometric

Teknologi Pengenalan Biometrik merupakan pengenalan seseorang secara otomatis berdasarkan karakteristik unik dari bagian-bagian tubuh tertentu, seperti sidik jari, wajah, retina (fisiologis) maupun perilakunya. Sistem biometrik banyak digunakan sebagai model verifikasi dan modifikasi. (E-Jurnal Teknik Informatika 2017).

Cara kerja teknologi biometrik yaitu dengan menggunakan teknik pattern recognition, yaitu teknik pengenalan pola. Pola yang akan dikenali dapat bermacam-macam, seperti wajah, iris mata, tanda tangan, garis telapak tangan, dan pengenalan suara. (Yola Tri Handika, Implementasi Metode Filter Gabor dan Backpropagation Neural Network Pada Sistem Pengenalan Wajah Sebagai Personal Authentication, 2014).

Sebagian besar sistem biometrik tipikal didasarkan pada proses identifikasi *real-time* yaitu berbagi informasi fitur-fitur unik dari individu dengan *database* yang sudah berisi beberapa kandidat terdaftar. Gambar 1 menunjukkan evaluasi representasi diagram blok sederhana dari sistem biometrik.



Gambar 2. 1 Diagram sederhana sistem biometrik

2.3 Visi Komputer

Visi Komputer atau yang dapat disebut sebagai *machine vision* merupakan disiplin ilmu dari kecerdasan buatan yang mempelajari bagaimana mesin dapat mengenali objek yang diamati dari sekumpulan citra yang dibuat oleh komputer.

Menurut Shapiro dan Stockman (2001), visi komputer merupakan bidang ilmu yang bertujuan membuat suatu keputusan yang berguna mengenai objek fisik nyata dan keadaan berdasarkan atas sebuah citra. Visi komputer merupakan kombinasi antara pengolahan citra dan pengenalan pola.

Visi Komputer menggunakan algoritma dan sensor untuk melakukan rangsangan visualisasi manusia yang secara otomatis akan mengekstraksi informasi berharga dari suatu objek tertentu. Pengenalan pola yang merupakan cabang dari visi komputer memfokuskan proses identifikasi objek melalui transformasi gambar untuk mendapatkan kualitas gambar yang lebih baik.

Dalam melakukan akuisisi gambar, visi komputer memiliki kerangka umum yaitu *preprocessing, feature extraction, detection / segmentation, high level processing, and decision making*. Visi Komputer telah mampu merekam data mentah dan mengekstraksi pola gambar dan interpretasi informasi. Dalam menghasilkan informasi, visi komputer mengkombinasikan teknik, konsep, dan ide dari pemrosesan gambar digital, pengenalan pola, kecerdasan buatan dan grafik komputer. Proses memperoleh informasi dengan visi komputer melakukan deskripsi dari gambar digital dan ekstraksi fitur. Untuk memecahkan masalah dengan visi komputer digunakan metode yang tergantung pada aplikasi dan sifat data yang dianalisis.

2.4 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra adalah teknik mengolah citra yang mentransformasikan citra masukan menjadi citra lain agar keluaran citra memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan kualitas citra masukan. Pengolahan citra sangat bermanfaat, diantaranya adalah untuk meningkatkan kualitas citra, menghilangkan cacat pada citra, mengidentifikasi objek, penggabungan dengan bagian citra yang lain.

Pengolahan citra digital menjadi bidang teoretis yang berkembang pesat dengan disiplin ilmu tertentu, seperti matematika, aljabar liner, statistik, komputasi lunak, dan ilmu saraf komputasi. Pengolahan citra merupakan proses manipulasi dan menganalisis data dengan bantuan sistem komputer dengan mendeteksi tepi yang ditentukan oleh titik-titik dari tepi suatu objek.

Citra merupakan representasi dua dimensi untuk bentuk fisik nyata dari tiga dimensi. Perwujudan citra dapat berupa gambar putih pada sebuah foto yang tidak bergerak hingga pada gambar warna yang bergerak pada sebuah televisi. Untuk menghasilkan citra dari bentuk transformasi bentuk tiga dimensi menjadi bentuk dua dimensi dipengaruhi oleh faktor-faktor yang dapat mengakibatkan tampilan citra suatu benda tidak sama persis dengan bentuk fisik nyatanya. Seperti faktor efek degradasi atau penurunan kualitas yang menghilangkan beberapa data pada suatu citra.

Digital Image Processing diterapkan pada bidang visi komputer, deteksi wajah, deteksi fitur, sistem peringatan keberangkatan, pemrosesan gambar medis, pemrosesan gambar mikroskop, pemrosesan gambar morfologis, dan lain sebagainya.

Gambar digital dapat diproduksi oleh berbagai perangkat, seperti kamera foto dan video, perangkat sinar-X, mikroskop elektron, radar dan ultrasonik, yang kemudian digunakan untuk berbagai keperluan medis, bisnis, industri, militer, sipil, keamanan dan ilmiah. Namun secara umum, tujuan dari gambar digital adalah untuk mengolah dan mengekstrak informasi yang berguna.

Pada prosesnya, gambar digital merupakan bagian dari sebuah domain elektronik yang mengkonversikan nilai array bilangan bulat kecil (piksel) yang disimpan dalam memori dan akan diproses oleh komputer atau perangkat keras lainnya. Sebuah gambar merupakan interaksi antara beberapa proses fisik, yakni intensitas dan distribusi radiasi cahaya, interaksi radiasi dengan materi, geometri

proyeksi radiasi atau radiasi dari 3 dimensi ke 2 dimensi, dan karakteristik elektronik sensor.

Citra atau *image* adalah angka, dari segi estetika, citra atau gambar adalah kumpulan warna yang bisa terlihat indah, memiliki pola, berbentuk abstrak dan lain sebagainya. Citra dapat berupa foto udara, gambar wajah, hasil tomografi otak dan lain sebagainya. Dari segi ilmiah, citra adalah gambar 3-dimensi dari suatu fungsi, biasanya intensitas warna sebagai fungsi spasial x dan y . Pada komputer warna dapat dinyatakan sebagai angka dalam bentuk skala RGB. Karena citra adalah angka, maka citra dapat diproses secara digital.

Citra digital terdiri dari beberapa elemen – elemen dasar yang dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Kecerahan, merupakan intensitas cahaya rata-rata dari suatu area yang melingkupinya.
2. Kontras, merupakan sebaran terang dan gelap di dalam sebuah citra. Citra kontras dengan kontras rendah komposisi citranya sebagian besar terang atau sebagian besar gelap. Citra dengan kontras yang baik akan membagi gelap dan terang secara merata.
3. Kontur, merupakan keadaan yang ditimbulkan oleh perubahan intensitas pada piksel-piksel tetangga sehingga dapat dideteksi tepi objek di dalam citra
4. Warna, merupakan representasi persepsi yang dirasakan oleh sistem visual manusia terhadap panjang gelombang cahaya yang dipantulkan oleh objek.

Warna-warna yang dapat ditangkap oleh manusia merupakan kombinasi cahaya dengan panjang yang berbeda. Kombinasi yang memberikan rentang warna paling lebar adalah merah, hijau dan biru (RGB).

5. Bentuk, merupakan properti instrinsik dari objek tiga dimensi. Citra yang dibentuk oleh manusia umumnya berupa 2D, sedangkan objek yang dilihat adalah 3D.
6. Tekstur, merupakan distribusi spesial dari derajat keabuan di dalam sekumpulan piksel-piksel yang bertetangga.

2.5 Jenis – Jenis Citra

Nilai suatu piksel memiliki nilai dalam rentang tertentu dari nilai minimum sampai nilai maksimum. Jangkauan yang digunakan berbeda – beda tergantung jenis warnanya. Namun secara umum untuk citra 8-bit jangkauannya adalah 0 – 255. Citra dengan penggambaran seperti ini digolongkan e dalam citra integer. Berikut adalah jenis – jenis citra berdasarkan nilai pikselnya:

1. Citra Warna

Pada setiap citra warna, setiap titik mempunyai warna yang spesifik yang merupakan kombinasi 3 warna dasar, yaitu merah, hijau dan biru. Format citra ini sering disebut sebagai citra RGB. Satu citra berwarna dinyatakan sebagai 3 buah matriks *grayscale* yang berupa matrik untuk Red (R-layer), matrik Green (G-layer) dan matrik untuk Blue (B-layer). R-layer adalah matrik yang

menyatakan kecerahan untuk warna merah (misalkan untuk skala keabuan 0-255, nilai 0 menyatakan gelap (hitam) dan 255 menyatakan merah).



Gambar 2. 2 Contoh *Frame* RGB

2. Citra Skala Keabuan (*GrayScale*)

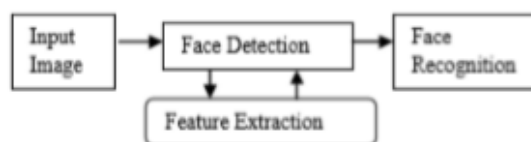
Citra grayscale adalah suatu citra yang hanya memiliki warna tingkat keabuan. Citra grayscale digunakan karena membutuhkan sedikit informasi pada tiap piksel dibandingkan dengan citra berwarna. Warna abu-abu pada citra grayscale adalah warna R (Red), G (Green), B (Blue) yang memiliki intensitas yang sama sehingga dalam grayscale image hanya membutuhkan nilai intensitas tunggal dibandingkan dengan citra berwarna membutuhkan tiga intensitas untuk tiap pikselnya. Intensitas dari citra grayscale disimpan dalam 8bit integer yang memberikan 256 kemungkinan yang mana dimulai dari level 0 sampai dengan 255 (0 untuk hitam dan 255 untuk putih dan nilai diantaranya adalah derajat keabuan).



Gambar 2. 3 Contoh *Frame* Grayscale

2.6 Face Recognition

Pengenalan wajah (*face recognition*) merupakan proses mengidentifikasi sebuah citra wajah yang tidak diketahui dengan menggunakan algoritma komputasi, dan melakukan perbandingan dengan data wajah yang ada. Dibandingkan dengan sistem biometrik lainnya yang menggunakan sidik jari atau telapak tangan, dan iris, pengenalan wajah memiliki kelebihan yang berbeda karena proses non-kontaknya. Dalam proses pengenalan wajah, gambar dapat diambil dari jarak jauh. Pengenalan wajah memiliki tiga tahap yaitu a) lokasi deteksi wajah, b) ekstraksi fitur, c) klasifikasi citra wajah.



Gambar 2. 4 Tahap Pengenalan Wajah

Wajah digunakan untuk menunjukkan sikap seseorang terhadap ekspresi wajah, penampilan dan identitasnya. Wajah secara umum meliputi daerah dahi hingga dagu, termasuk rambut, dahi, alis, mata, hidung, pipi, mulut, bibir, gigi, dagu dan kulit. Setiap wajah yang dimiliki oleh manusia tidak ada satupun yang sama, bahkan pada manusia kembar sekalipun.

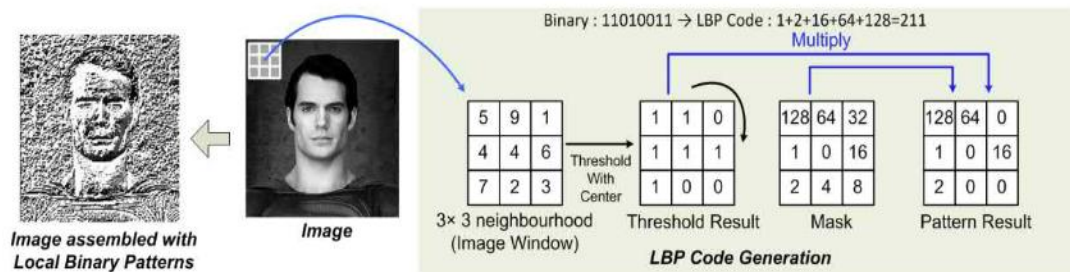
2.7 Local Binary Pattern (LBP)

Local Binary Pattern adalah suatu operasi gambar yang mentransformasikan sebuah citra menjadi sebuah susunan label integer yang menggambarkan kenampakan skala kecil dari suatu citra. Label atau statistik tersebut biasanya merupakan sebuah *histogram*, kemudian digunakan lagi untuk analisis citra yang lebih lanjut.

LBP telah meluas di banyak aplikasi, misalnya analisis citra wajah, pengambilan citra dan video, analisis gerakan, analisis citra biomedis. LBP dapat digunakan untuk representasi citra wajah dalam berbagai tugas, termasuk deteksi wajah, pengenalan wajah, analisis ekspresi wajah dan demografi (jenis kelamin, ras, usia, dll).

Tujuan deteksi wajah adalah untuk menentukan lokasi dan ukuran wajah manusia dalam citra digital atau video. Kumpulan fitur wajah yang terdapat di dalam dataset deskriptor LBP memberikan hasil yang optimal dalam pendeteksian wajah. Citra wajah yang didapat akan diekstrak fiturnya menggunakan LBP. Fitur yang didapatkan berupa tekstur wajah yang kemudian setiap nilai pikselnya dimasukkan ke dalam *histogram* sehingga menghasilkan *histogram* yang berisikan

frekuensi nilai 1 sampai dengan 255. Contoh penggunaan LBP dapat dilihat pada Gambar 2.5.

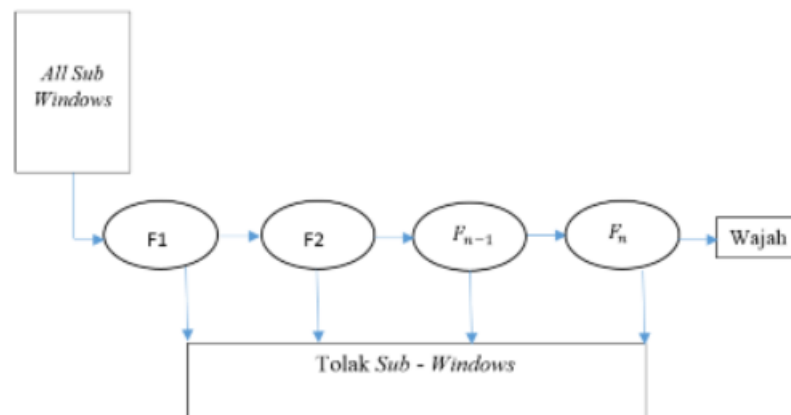


Gambar 2.5 Cara Kerja Local Binary Pattern

2.8 Cascade Classifier

Cascade Classifier merupakan salah satu karakteristik dari metode pendeteksian dan pengenalan wajah Viola-Jones yang merupakan klasifikasi bertingkat. Klasifikasi pada algoritma ini terdiri dari beberapa tingkatan dan tiap tingkatan mengeluarkan subcitra yang diyakini bukan wajah. Hal ini dilakukan karena lebih mudah menilai subcitra yang bukan wajah daripada menilai apakah subcitra tersebut berisi wajah (Yogi, 2004).

Setiap *subwindows* dibandingkan dengan setiap fitur pada setiap *stage*. Jika tidak mencapai target maka *subwindows* akan bergerak ke *subwindows* berikutnya dan melakukan perhitungan yang sama pada proses sebelumnya.



Gambar 2. 6 Ilustrasi Cascade Classifier

Berdasarkan gambar di atas, pada klasifikasi tingkat pertama, tiap subcitra pada *subwindows* diklasifikasi menggunakan beberapa fitur. Jika subcitra mencapai *threshold* maka proses berlanjut ke stage berikutnya. Tetapi jika tidak mencapai *threshold* maka *subwindows* ditolak dan proses berlanjut ke subcitra berikutnya.

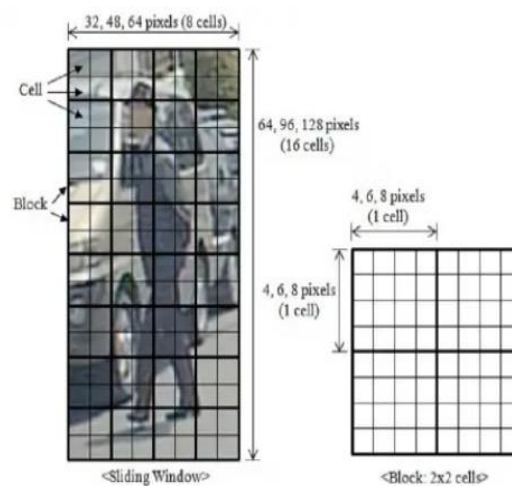
Pada proses selanjutnya didapat hasil yaitu *subwindows* yang terdeteksi sebagai wajah dan berlanjut ke subcitra berikutnya. Sampai pada akhirnya didapatkan kandidat kuat yang terdeteksi sebagai wajah.

2.9 Histogram of Oriented Gradient (HOG)

Histogram of Oriented Gradient adalah sebuah metode yang digunakan dalam image processing untuk tujuan deteksi objek. Teknik ini menghitung nilai gradien dalam daerah tertentu pada suatu gambar atau citra input. Tiap gambar mempunyai karakteristik yang ditunjukkan oleh distribusi gradien. Karakteristik ini diperoleh dengan membagi gambar ke dalam daerah kecil yang disebut *cell*. Tiap

cell disusun sebagai *histogram* dari sebuah gradient. Kombinasi dari *histogram* ini dijadikan sebagai deskriptor yang mewakili sebuah objek.

Pembuatan deskriptor fitur HOG diawali dengan menentukan ukuran citra. Citra kemudian dibagi ke dalam *cells* dengan ukuran piksel *cell* tertentu. Di dalam *cell* inilah terjadi pembuatan *histogram*.



Gambar 2. 7 Ilustrasi Pembentukan sel, block dan channel HOG

HOG bekerja menggunakan konsep pergeseran window dengan menghitung vektor gradien yang diperoleh dari setiap window. Besaran nilai dan arah dari vektor gradien dalam daerah tertentu secara keseluruhan akan menampilkan karakteristik distribusi gradien sebuah gambar. Karakteristik distribusi gradien akan menggambarkan bentuk ciri suatu objek dalam gambar sehingga dapat dilakukan pelatihan untuk mengenali suatu objek. Pada akhirnya, objek dalam suatu gambar akan dapat dikenali dengan membandingkan tingkat

kemiripan distribusi gradien yang telah dilatih terhadap distribusi gradien dalam gambar yang akan dideteksi.

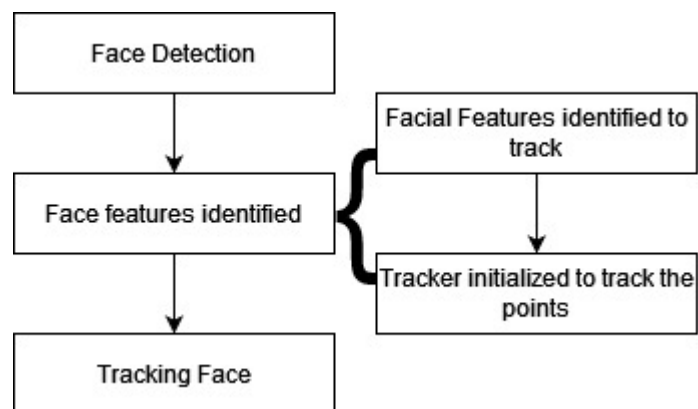
2.10 Kanade Lucas Tomasi (KLT)

Kanade Lucas Tomasi merupakan algoritma *tracking* yang dikembangkan oleh Shi dan Tomasi (1994) berdasarkan karya asli yang disajikan oleh Lucas dan Kanade (1981). Pada Computer Vision, *tracking* KLT telah banyak digunakan untuk pengaplikasian sistem real time seperti pengukuran aliran optik, multiobject *tracking* dalam pengawasan video, aircraft *tracking* dan otomatisasi georeferensi gambar. Prinsip dasar dari pelacakan KLT adalah untuk melacak fitur kecil, spasial dan perubahan temporal yang telah terjadi dalam urutan gambar. KLT merupakan salah satu teknik pelacakan fitur yang paling dikenal karena memiliki spesialisasi seperti pelacakan akurat dan presisi, waktu komputasi yang lebih sedikit dan perkiraan lokasi yang akurat antara titik fitur.

Kanade Lucas Tomasi merupakan algoritma yang digunakan untuk melakukan *tracking* terhadap area *bounding box* dari hasil pendeteksian. Konsep *tracking* ini yaitu membandingkan skor pada masing-masing *bounding box*. Apabila nilai skor *bounding box* pada *frame* acuan hingga *frame* n termasuk nilai ambang batas sebuah objek maka *bounding box* tersebut merupakan satu buah objek yang sama. Selain membandingkan nilai skor, *tracking* yang digunakan ini bersifat multiple objek sehingga penentuan overlap dan arah perpindahan *bounding box* pada setiap *frame* juga akan diperhatikan.

Konsep umum algoritma ini bertumpu pada 3 asumsi, yaitu:

1. *Brightness constancy*, merupakan intensitas piksel pada frame suatu objek tidak berubah secara berturut-turut. Diasumsikan bahwa kecerahan piksel tidak berubah saat dilacak dari satu *frame* ke *frame* lainnya.
2. *Small movements*, tidak adanya perpindahan yang signifikan antara *frame* yang berurutan.
3. *Spatial coherence*, titik-titik dalam suatu *scene* berada pada permukaan yang sama, memiliki gerakan yang serupa dan diproyeksikan ke titik-titik terdekat pada citra.



Gambar 2. 8 KLT face *tracking* algorithm

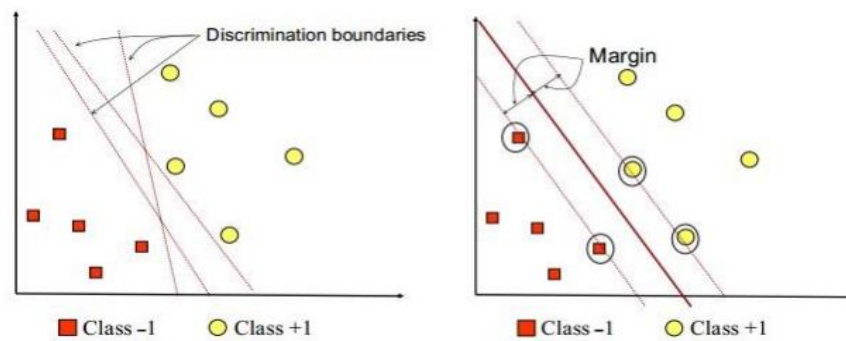
2.11 Support Vector Machine (SVM)

Support Vector Machine merupakan model yang menggunakan algoritma pembelajaran yang terakit untuk klasifikasi pola dan analisis regresi. Dasar dari SVM sendiri adalah mencari *linear decision surface (hyperplane)*. SVM memroyeksikan data pelatihan dengan kernel ke dalam ruang dimensi yang lebih

tinggi dimana data dapat dipisahkan secara linear dan kemudian menemukan *hyperplane* yang dioptimalkan yang memisahkan dua kelas data dan memaksimalkan jarak ke titik data terdekat, yang disebut margin.

Learning pada bidang computer vision merupakan proses suatu mesin atau sistem belajar mengenai informasi-informasi hasil deteksi ekstraksi ciri yang didapatkan dari sekumpulan data model. Di dalam *learning*, ada dua perbedaan mendasar yaitu supervised dan unsupervised. Supervised *learning* merupakan proses *learning* dimana data *training* telah diberi label kelas sebelumnya. Selanjutnya sistem hanya mengecek kedekatan fitur natar data baru yang masuk dengan data *training* kemudian memberi label sesuai data *training* yang terpilih. Sedangkan unsupervised learning merupakan proses *learning* di mana data tidak diberika label kelas sebelumnya.

Konsep SVM dapat dijelaskan secara sederhana sebagai usaha mencari *hyperplane* terbaik yang berfungsi sebagai pemisah dua buah *class* pada *input space*. Prinsip dasar dari SVM adalah *liner classifier* dan selanjutnya dikembangkan agar dapat bekerja pada problem *non-linear* dengan memasukkan konsep *kernel trick* pada ruang kerja berdimensi tinggi. SVM *linear classifier* berfungsi untuk mencari nilai optimal dari sebuah *hyperplane* sehingga bertujuan untuk mendeteksi ada atau tidaknya sebuah objek. Klasifikasi objek dapat diterjemahkan dengan cara menemukan garis (*hyperplane*) yang memisahkan antara kedua kelompok. *Hyperplane* pemisah terbaik diantara dua kelas didapat dengan cara mengukur margin *hyperplane* dan mencari titik maksimalnya.



Gambar 2. 9 Visualisasi SVM berusaha mencari hyperlane terbaik dengan cara memisahkan kelas -1 dan +1

Pada klasifikasi SVM, metode kernel membentuk teknik *learning* yang mampu memodelkan data yang kompleks melalui penggunaan trik kernel. Trik kernel memungkinkan penggunaan algoritma *linier* untuk beroperasi secara implisit dalam ruang fitur yang diubah, sehingga menghasilkan metode yang efisien dalam membangun model *non-liner* dalam ruang *input*.

Kernel Polynomial merupakan fungsi kernel yang digunakan ketika data tidak dapat dipisahkan secara linear. Kernel polynomial adalah bentuk yang lebih umum dari kernel linear. Persamaan untuk fungsi kernel polynomial adalah:

$$K(\mathbf{x}, \mathbf{x}_i) = 1 + \sum (\mathbf{x} * \mathbf{x}_i)^d \quad (2.1)$$

Kernel polynomial memiliki parameter derajat (d) yang berfungsi untuk mencari nilai optimal pada setiap dataset. Parameter d adalah derajat dari fungsi kernel polynomial dengan nilai default $d = 2$.