

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Dalam penelitian ini ide dan proses pencarian solusi permasalahan tidak lepas dari penelitian sebelumnya yang digunakan sebagai acuan dan perbandingan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat perbandingan penelitian terdahulu sebagai berikut:

2.1.1. Sistem Absensi Pengenalan Wajah dengan Menggunakan pustaka Dlib dan metode KNN pada Jaringan LAN

Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem yang dapat mengenali wajah dosen dan karyawan yang sebelumnya didaftarkan terlebih dahulu untuk dijadikan dataset. Karyawan yang telah terdaftar dapat melakukan absensi dengan mengakses aplikasi absensi pada komputer yang masuk dalam jaringan LAN yang sama. Diperlukan sebuah data pengguna yang disebut dataset, dimana dataset terdiri dari beberapa gambar dari pengguna. Setelah sistem selesai dilakukan training maka proses selanjutnya adalah melakukan pengujian sistem. Sistem absensi berbasis jaringan LAN dengan pengolahan citra dapat mengenali setiap wajah yang telah didaftarkan pada sistem secara keseluruhan, dimana pengujian dilakukan melalui komputer dan menggunakan perangkat webcam untuk mengambil gambar (Sugeng, 2022).

2.1.2. *Face Recognition Based on Computer Vision: A New Way of Attendance Marking*

Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan sistem presensi otomatis berbasis pengenalan wajah menggunakan teknologi *Computer Vision* sebagai alternatif yang lebih efisien dan akurat dibandingkan metode manual. Sistem ini memanfaatkan algoritma *Haar Cascade* untuk mendeteksi fitur wajah dan *Local Binary Pattern Histogram* (LBPH) untuk mengenali pola tekstur wajah, dengan model yang dilatih menggunakan dataset dari 8 partisipan, masing-masing

menyumbangkan hingga 1000 gambar. Proses pengembangan dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan pustaka OpenCV, dan hasil presensi berupa nama, waktu, serta tanggal dicatat dalam file CSV. Pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu mencapai tingkat akurasi pengenalan hingga 95%, dengan peningkatan signifikan pada jumlah data latih yang lebih besar. Temuan ini membuktikan bahwa teknologi pengenalan wajah dapat menjadi solusi yang efektif untuk mempermudah proses pencatatan kehadiran secara otomatis (Rosemarie & Shem, 2023).

2.1.3. Pengembangan Aplikasi Absensi Berbasis Web Menggunakan *Face Recognition*

Latar belakang permasalahan adalah pandemi Covid-19 mengharuskan sebagian besar karyawan bekerja dari rumah atau *work from home*. Maka dari itu membutuhkan sistem absensi yang mudah dilakukan secara *online* tetapi juga aman dari kecurangan yang mungkin terjadi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempermudah dalam melakukan absensi dengan mendeteksi wajah oleh karyawan secara *online*. Mempermudah karyawan dalam mengajukan cuti dan pimpinan perusahaan mengkonfirmasi cuti terhadap pegawainya secara *online*. Meningkatkan efisiensi dan efektifitas dalam perhitungan gaji, pencatatan dan laporan gaji pada perusahaan. Aplikasi yang dibuat berjalan dengan baik sesuai dengan fungsinya, yaitu membantu presensi kehadiran lebih mudah baik saat bekerja di kantor maupun di rumah. Serta dapat digunakan pegawai perusahaan untuk mengajukan cuti secara cepat dan memudahkan pimpinannya dalam mengkonfirmasi cuti dari pegawainya (Isputrawan, 2023).

2.1.4. Perancangan Absensi Berbasis *Face Recognition* Pada Desa Sokaraja Lor Menggunakan Platform Android

Tujuan dari penelitian ini adalah pegawai desa agar bisa lebih tertib dan mudah dalam melakukan absensi kemudian juga mudah dalam mengelola data absensi pegawai. Staf admin yang mengurus absensi tersebut lebih gampang mengelola data kehadiran pegawai Desa Sokaraja Lor. Kepala Desa Sokaraja lor

lebih mudah mengelola dan melihat siapa saja pegawainya yang datang tepat waktu dan yang terlambat. Mengurangi kecurangan dengan melakukan titip absen kepada pegawai lainnya karena sudah menggunakan pengenalan wajah dalam proses absensi tersebut (Darmansah, 2021).

2.1.5. Aplikasi Pengenalan Wajah untuk Sistem Absensi Kelas Berbasis Raspberry Pi

Latar belakang permasalahan adalah seringkali mahasiswa yang tidak masuk kampus terkadang mereka ingin berbuat curang dengan menitip absen kepada teman dekat mereka agar mereka tidak dihitung alpa oleh dosen yang bersangkutan di mata kuliah tersebut. Maka dari itu dikembangkan sistem absen yang mampu mendeteksi wajah dari seseorang (mahasiswa) dengan menggunakan kamera dimana sistem absen tersebut dapat mengenali seseorang (mahasiswa) yang sedang duduk di dalam kelas, kemudian akan diidentifikasi wajah mereka sehingga tidak ada lagi yang bisa menitip absen karena wajah mereka tidak bisa di-copy begitu saja. Kondisi pencahayaan yang masih menjadi masalah bagi kamera raspberry pi night vision untuk mendeteksi wajah mahasiswa, oleh karena itu perlu adanya memakai kamera yang mungkin lebih bagus untuk pengembangan kedepan (Setiono, 2020).

2.1.6. Penerapan *Haar Cascade Classifier* dalam Mendeteksi Wajah dan Transformasi Citra *Grayscale* Menggunakan OpenCV

Penelitian ini mengembangkan penerapan algoritma *Haar Cascade Classifier* menggunakan pustaka OpenCV untuk mendeteksi wajah pada citra digital dan mentransformasi citra berwarna menjadi *grayscale* guna meningkatkan efisiensi pemrosesan. Algoritma ini dikenal karena kecepatannya dalam mendeteksi objek, khususnya pada citra wajah dengan posisi frontal atau mendekati frontal. Proses penelitian mencakup pengumpulan citra berwarna, transformasi ke citra *grayscale*, dan pengujian untuk mengukur akurasi sistem. Hasilnya menunjukkan bahwa deteksi wajah memiliki akurasi hingga 100% pada posisi wajah frontal, namun akurasi menurun drastis untuk posisi non-frontal hingga di bawah 50%.

Selain itu, terdapat kesalahan deteksi sebesar 24% di mana objek non-wajah kadang terdeteksi sebagai wajah. Dengan hasil ini, algoritma *Haar Cascade Classifier* terbukti efektif untuk mendeteksi wajah frontal, tetapi masih membutuhkan pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan akurasi pada posisi wajah yang lebih bervariasi agar dapat diterapkan lebih luas, termasuk pada sistem presensi berbasis wajah (Syefrida, 2021).

2.1.7. *Face Recognition Based Attendance System Using Haar Cascade Algorithm with Histogram Equalization and Median Blur Filter*

Penelitian ini merancang sistem absensi otomatis menggunakan teknologi pengenalan wajah berbasis algoritma *Haar Cascade*, dengan tambahan teknik *Histogram Equalization* (HE) dan *Median Blur Filter* untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam proses pencatatan kehadiran di lingkungan pendidikan. Sistem ini dikembangkan sebagai solusi atas kelemahan metode absensi manual yang sering kali memakan waktu dan rentan terhadap manipulasi. Dengan memanfaatkan kamera internal, sistem dapat mendeteksi dan mengenali wajah pengguna secara langsung, lalu mencatat data kehadiran dalam format CSV yang berisi informasi seperti nama, NIM, kelas, serta waktu dan tanggal absensi. Hasil pengujian menunjukkan adanya peningkatan akurasi yang signifikan, di mana sistem tanpa preprocessing mencatat tingkat keberhasilan sebesar 71,2%, sementara dengan preprocessing, akurasi meningkat menjadi 91,5%. Penerapan *Histogram Equalization* membantu memperbaiki kontras dan distribusi intensitas cahaya pada gambar, sedangkan *Median Blur Filter* mengurangi noise dan memperhalus gambar wajah, membuat sistem ini lebih efektif dan andal dalam mengenali wajah pengguna (Nurmalasari, 2023).

2.1.8. *Aplikasi Buku Tamu Menggunakan Fitur Kamera dan Ajax Berbasis Website pada Kantor Dispora Kota Medan*

Aplikasi buku tamu berbasis *website* dengan fitur kamera dan AJAX dikembangkan untuk mempermudah dan mempercepat pengelolaan data tamu di Dinas Pemuda dan Olahraga (Diaspora) Kota Medan. Sebelumnya, pencatatan tamu

dilakukan secara manual, yang sering kali menyebabkan kesalahan, ketidakakuratan, dan risiko kehilangan data. Dengan aplikasi ini, proses pencatatan menjadi lebih praktis dan terorganisir. Dibangun menggunakan PHP dan MySQL, aplikasi ini berjalan di atas XAMPP dengan bantuan Visual Studio Code sebagai editor dan PhpMyAdmin untuk mengelola database. Aplikasi ini memungkinkan pengunjung mengisi data diri seperti nama, alamat, nomor telepon, dan tujuan kunjungan, serta dilengkapi fitur kamera untuk mengambil foto tamu secara langsung. Selain itu, terdapat sistem login yang menjaga keamanan data, serta fitur statistik yang memberikan gambaran jumlah pengunjung secara real-time. Dengan adanya aplikasi ini, pencatatan tamu menjadi lebih cepat, akurat, dan efisien, sehingga mendukung proses digitalisasi di lingkungan Dispora Kota Medan dan mengurangi ketergantungan pada metode manual (Kherina, 2022).

2.1.9. *Real Time Face Detection and Recognition System Using Haar Cascade Classifier and Neural Networks*

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem keamanan rumah berbasis deteksi dan pengenalan wajah secara real-time dengan memanfaatkan algoritma Haar Cascade Classifier dan K-Nearest Neighbor (KNN). Sistem ini bekerja dengan mendeteksi gerakan menggunakan sensor PIR, mengambil gambar, mendeteksi wajah, mengenali identitas berdasarkan data yang sudah dilatih, dan memberikan notifikasi kepada administrator jika diperlukan. Algoritma Haar Cascade dipilih karena dinilai lebih akurat dan konsisten dibandingkan metode LBP, terutama ketika menangani jumlah objek yang lebih besar. Sistem ini mencakup beberapa modul utama, seperti deteksi gerakan, pengambilan gambar, pengenalan wajah, dan pengiriman notifikasi, yang didukung oleh jaringan saraf tiruan berlapis untuk meningkatkan kinerja pengenalan. Hasil pengujian menunjukkan tingkat keberhasilan sistem lebih tinggi dibandingkan metode konvensional, meskipun membutuhkan perangkat keras berkinerja tinggi untuk pelatihan gambar. Dengan pengembangan lebih lanjut, sistem ini berpotensi mendeteksi ancaman spoofing 3D, sehingga menawarkan solusi keamanan rumah yang lebih andal dan efisien (Anirban & Shilpa, 2021).

2.1.10. *A Study Of “Face Recognition Based Attendance System Using Support Vector Machine and Haar Cascade Algorithms”*

Penelitian ini mengembangkan sistem presensi otomatis berbasis pengenalan wajah dengan memanfaatkan algoritma Haar Cascade dan Support Vector Machine (SVM), didukung oleh OpenCV2, Tkinter, MySQL, NumPy, dan Pandas. Sistem ini bertujuan menggantikan metode presensi manual yang kurang efisien dengan pendekatan modern yang lebih cepat dan akurat. Prosesnya meliputi deteksi wajah menggunakan Haar Cascade, pengenalan wajah melalui model yang telah dilatih, serta pencatatan kehadiran yang disimpan dalam database MySQL dan dilengkapi fitur pembuatan laporan dalam berbagai format. Uji coba menunjukkan bahwa sistem ini memiliki akurasi hingga 96% dalam mengenali wajah pada dataset uji, serta berhasil mencatat data kehadiran secara efisien dan akurat. Dengan antarmuka grafis berbasis Tkinter yang mudah digunakan, sistem ini cocok diterapkan di sekolah, kantor, atau organisasi lainnya. Ke depannya, sistem ini dapat ditingkatkan melalui integrasi teknologi seperti RFID dan sensor biometrik untuk mendukung performa yang lebih baik (Ankit, 2023).

2.1.11. *A Real-Time Face Recognition Attendance System Using Haar Cascade Classifiers*

Penelitian ini mengembangkan sistem kehadiran berbasis pengenalan wajah real-time dengan menggunakan algoritma Haar Cascade Classifier. Sistem ini dirancang untuk mengatasi kekurangan metode tradisional seperti sidik jari dan telapak tangan, yang sering kali kurang efektif dalam kondisi tertentu. Dengan memanfaatkan kamera untuk menangkap wajah siswa di dalam kelas, algoritma pengolahan citra dari OpenCV digunakan untuk mendeteksi, mengenali, dan mencocokkan wajah-wajah tersebut dengan data yang tersimpan. Proses pencatatan kehadiran dilakukan secara otomatis, dan laporan dapat langsung dikirimkan melalui email ke pihak yang berwenang, sehingga menghilangkan kebutuhan akan pencatatan manual. Selain menghemat waktu, sistem ini juga menawarkan keamanan, fleksibilitas, dan beragam manfaat tambahan seperti kemampuan melacak individu di tempat-tempat ramai. Berkat desainnya yang modular, sistem

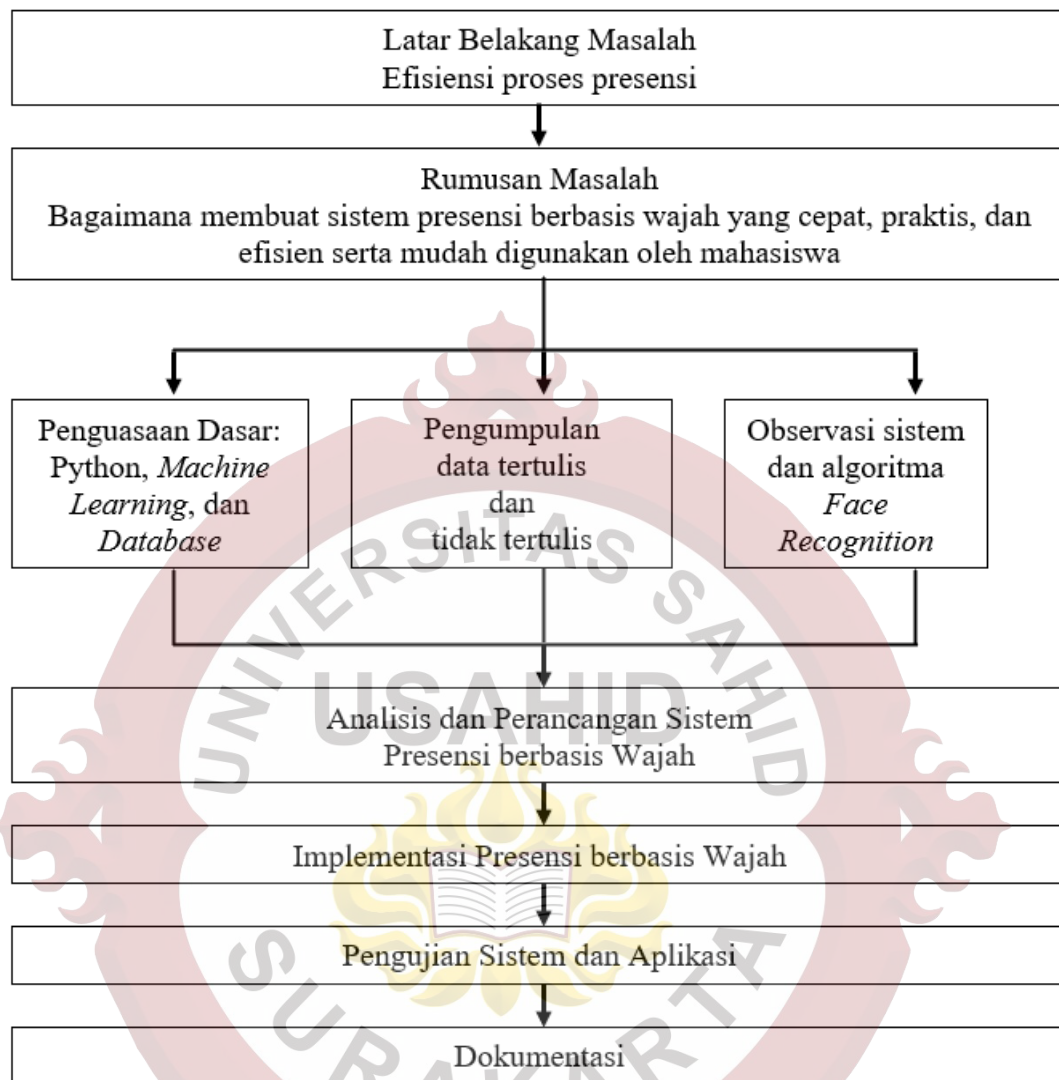
ini dapat dikembangkan dan dipelihara dengan lebih mudah, menjadikannya solusi teknologi yang andal untuk manajemen kehadiran (Kumar, 2023).

2.1.12. Sistem Pendeteksi Kantuk Berbasis Metode *Haar Cascade* Untuk Aplikasi *Computer Vision*

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem deteksi kantuk berbasis metode Haar Cascade yang mampu mengidentifikasi kondisi mata pengemudi secara real-time menggunakan kamera. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan keselamatan berkendara dengan mendeteksi tanda-tanda kantuk melalui perhitungan Eye Aspect Ratio (EAR), yang digunakan untuk mengukur apakah mata terbuka, setengah tertutup, atau tertutup. Dengan memanfaatkan dataset sebanyak 1.600 gambar wajah dan melalui 200 kali pengujian, sistem berhasil mencapai tingkat akurasi 92,5%, presisi 89,71%, dan *recall* 96%. Pengujian menggunakan confusion matrix menunjukkan bahwa sistem dapat secara akurat membedakan antara kondisi mengantuk dan tidak mengantuk. Faktor seperti pencahayaan serta jarak optimal antara kamera dan wajah (30-40 cm) turut mempengaruhi kinerja sistem. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa metode Haar Cascade efektif untuk deteksi kantuk dan memiliki potensi untuk diterapkan dalam kendaraan guna mencegah kecelakaan, dengan peluang pengembangan lebih lanjut melalui penambahan variasi data pelatihan serta integrasi ke perangkat sistem mobil. (Aqsha, 2023).

2.2. Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran adalah suatu diagram yang menjelaskan secara garis besar alur logika berjalannya sebuah penelitian. Kerangka pemikiran dalam penelitian ini dibangun berdasarkan permasalahan presensi manual yang kurang efisien dan rentan manipulasi. Solusi yang ditawarkan adalah pengembangan sistem presensi biometrik wajah yang terintegrasi. Alur kerangka pemikiran penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 2.1 Kerangka Pemikiran

Penjelasan dari kerangka pemikiran tersebut adalah:

1. Latar Belakang Masalah

Tahap awal dimulai dari identifikasi masalah pada sistem presensi manual yang berjalan saat ini. Kerumitan rekapitulasi data kehadiran, serta kerentanan terhadap manipulasi data (kecurangan titip absen). Hal ini mendasari kebutuhan akan efisiensi proses presensi menggunakan teknologi biometrik.

2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, dirumuskan permasalahan utama penelitian yaitu bagaimana membangun sebuah sistem presensi berbasis wajah

yang cepat, praktis, efisien, serta mudah digunakan oleh mahasiswa tanpa memerlukan perangkat keras tambahan yang mahal, cukup menggunakan *webcam* dan komputer.

3. Pengumpulan Data (Tertulis dan Tidak Tertulis)

Tahap ini dilakukan untuk mendapatkan bahan penelitian:

1. **Data Tertulis:** Melakukan studi literatur dari jurnal, buku, dan artikel ilmiah terkait *Face Recognition*, metode *Haar Cascade*, dan algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN).
2. **Data Tidak Tertulis:** Melakukan pengumpulan *dataset* wajah mahasiswa secara langsung menggunakan kamera untuk dijadikan data latih (*training data*) pada sistem.

4. Penguasaan Dasar

Sebelum masuk ke tahap teknis, dilakukan pendalaman materi terhadap teknologi kunci yang digunakan. Fokus penguasaan dasar meliputi bahasa pemrograman Python, konsep *Machine Learning* untuk pengenalan pola, manajemen *Database* (penyimpanan data CSV/Excel), serta penggunaan *framework* Flask untuk antarmuka berbasis web.

5. Observasi Sistem dan Algoritma

Melakukan pengamatan mendalam terhadap cara kerja algoritma yang akan diimplementasikan.

1. **Observasi Algoritma:** Mempelajari karakteristik *Haar Cascade Classifier* untuk mendeteksi lokasi wajah dan mata secara cepat.
2. **Observasi Sistem:** Mempelajari alur kerja sistem presensi biometrik yang ideal, mulai dari pendaftaran wajah hingga pencatatan kehadiran.

6. Analisis dan Perancangan

Pada tahap ini dilakukan perancangan arsitektur sistem presensi berbasis wajah. Kegiatan meliputi perancangan *Flowchart* sistem, desain antarmuka (*User Interface*) untuk halaman *dashboard* dan kamera presensi, serta perancangan logika penyimpanan data yang memisahkan antara presensi masuk dan presensi keluar.

7. Implementasi Sistem

Tahap ini merupakan realisasi dari perancangan ke dalam bentuk kode program. Sistem dibangun menggunakan Python dengan mengintegrasikan modul OpenCV untuk pengolahan citra (*Preprocessing* dan *Feature Extraction*), dan *Scikit-Learn* untuk klasifikasi identitas wajah.

8. Pengujian Sistem dan Aplikasi

Setelah sistem selesai dibangun, dilakukan pengujian untuk mengukur kinerja algoritma dalam mengenali wajah. Pengujian dilakukan menggunakan metode **Confusion Matrix** untuk menghitung tingkat **Akurasi (*Accuracy*)**, **Presisi (*Precision*)**, dan **Recall** dari sistem dalam mengklasifikasikan wajah mahasiswa yang terdaftar maupun yang tidak terdaftar.

9. Dokumentasi

Tahap akhir adalah penyusunan laporan hasil penelitian secara sistematis ke dalam bentuk Skripsi, mulai dari Bab I hingga Bab V, serta menyertakan lampiran kode program dan panduan penggunaan sistem sebagai bukti fisik penelitian.

2.3. Teori Pendukung

2.3.1. Sistem Presensi

Menurut (Hariani & Fadillah, 2019), presensi adalah suatu pendataan kehadiran, bagian dari pelaporan aktivitas suatu institusi, atau komponen institusi itu sendiri yang berisi data-data kehadiran yang disusun dan diatur sedemikian rupa sehingga mudah untuk dicari dan dipergunakan apabila sewaktu-waktu diperlukan oleh pihak yang berkepentingan. Sedangkan menurut (Pangemanan, 2019), presensi merupakan sebuah sistem yang ada di suatu instansi yang digunakan untuk mencatat daftar kehadiran setiap anggota instansi tersebut, sistem presensi mencatat identitas anggota instansi dan waktu keluar-masuk anggotanya, sistem presensi juga mempunyai kemampuan untuk memberikan laporan yang akurat. Presensi merupakan kehadiran atau ketidakhadiran seseorang dalam suatu organisasi maupun instansi yang mengharuskan adanya pemberitahuan dalam ruang lingkup organisasi maupun instansi tersebut.

Berdasarkan pendapat yang telah dikemukakan diatas, dapat disimpulkan bahwa presensi adalah dokumen yang mencatat jam hadir mahasiswa dalam mengikuti mata kuliah, yang dimana dalam hal ini data berupa wajah mahasiswa yang mengikuti mata kuliah. Dan setiap hari dan setiap bulan akan ada pelaporannya dalam bentuk file CSV.

2.3.2. Teknologi Biometrik

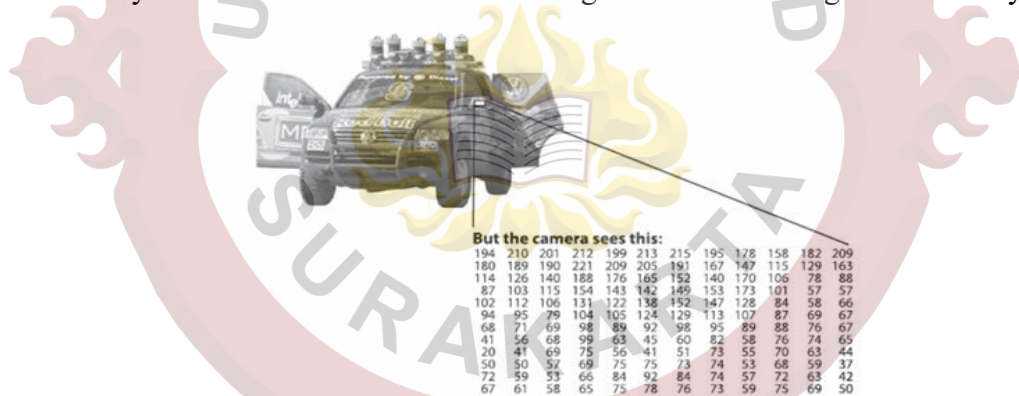
Identifikasi individu kini semakin terbantu dengan kehadiran biometrik, sebuah metode pengembangan dari cara identifikasi dasar yang memanfaatkan keunikan alami manusia. Biometrik mencakup baik ciri-ciri fisik maupun perilaku seseorang. Menurut (Sumijan, 2021), Karakteristik fisiologis adalah ciri fisik yang relatif stabil seperti sidik jari, siluet tangan, ciri khas wajah, pola gigi, pola iris, atau retina mata, sedangkan karakteristik perilaku, memiliki basis fisiologis yang relatif stabil namun dipengaruhi kondisi psikologis yang mudah berubah seperti tanda tangan, pola ucapan, atau ritme mengetik.

Keunggulan utama sistem biometrik adalah karena data biologis tiap orang itu unik, nyaris mustahil untuk ditiru. Inilah yang membuat biometrik menjadi sistem keamanan yang sangat efektif dan personal. Walaupun begitu, tetap ada masalah seperti potensi data bocor dan percobaan kecurangan memakai topeng, replika, atau *Deepfake*. Untungnya, dengan perkembangan teknologi yang berkelanjutan, biometrik terus berevolusi menjadi solusi keamanan yang lebih terjamin dan terpercaya bagi pengguna dan penyedia layanan digital.

2.3.3. Computer Vision

Computer Vision adalah cabang dari ilmu komputer yang berkaitan dengan kemampuan komputer untuk memahami gambar. *Computer Vision* bertujuan untuk menciptakan teknik yang memungkinkan komputer untuk “melihat” dan menginterpretasikan konten gambar digital seperti foto dan video. (Shubham Mishra et al., 2022). *Computer Vision* melakukan proses transformasi atau perubahan data yang berasal dari kamera video maupun foto/gambar kedalam sebuah hasil keputusan ataupun sebuah presentasi yang baru, dimana hasil dari

kegiatan transformasi tersebut memiliki kepentingan untuk mencapai tujuan tertentu. Data yang dimasukan kedalam kegiatan transformasi tersebut memungkinkan untuk memiliki beberapa informasi yang kontekstual seperti halnya sebuah foto/gambar yang didalamnya terdapat berbagai objek. Dengan demikian akan didapatkan keputusan-keputusan yang akan diambil pada gambar, misalnya berupa "Apakah ada gambar mobil?" atau "Ada berapa orang dalam foto tersebut?". Adapun perubahan kedalam presentasi yang baru seperti perubahan gambar menjadi grayscale atau juga pemotongan objek pada gambar. Berbeda halnya dengan manusia yang memiliki pemikiran untuk meneliti, memahami, dan membandingkan informasi pada objek secara langsung dengan informasi dari pengalaman-pengalaman yang didapatkan selama bertahun-tahun hidup didunia. Dalam sistem penglihatan mesin (*machine vision*), komputer hanya mampu mendapatkan informasi berupa kumpulan angka-angka dari media input data contohnya kamera. Berikut contoh sebuah gambar untuk mengilustrasikannya:



Gambar 2.2 Ilustrasi *Machine Vision*

Dari gambar berikut terlihat bahwa kaca samping pada gambar mobil hanyalah berupa kumpulan angka-angka jika dilihat oleh komputer. Tentunya angka-angka ini masih memiliki banyak noise atau gangguan sehingga informasi yang terkandung sangatlah sedikit. Hal ini disebabkan dari penglihatan komputer yang terbatas hanya 2 dimensi (2D) namun objek yang diproses ialah objek 3 dimensi (3D) dunia nyata, sehingga informasi yang didapat mengalami banyak sekali gangguan dan kendala dari berbagai fenomena di kehidupan nyata (cuaca, cahaya, bayangan, refleksi cahaya, dan gerakan). Dengan demikian hal tersebut

menjadi permasalahan yang terus-menerus diteliti untuk ditemukan cara atau teknik penyelesaiannya.

2.3.4. Pengenalan Wajah (Face Recognition)

Bagian dari tubuh manusia yang menjadi fokus perhatian dalam interaksi sosial yaitu wajah, wajah dapat memainkan peranan dalam menunjukkan identitas dan emosi. Kita dapat mengenali ribuan wajah karena frekuensi interaksi yang sangat sering ataupun hanya sekilas bahkan dalam rentang waktu yang sangat lama. Dan kita dapat mengenali seseorang walaupun terjadi perubahan pada orang tersebut karena bertambahnya usia atau pemakaian kacamata atau perubahan gaya rambut. Oleh karena sistem pengenalan seseorang banyak menggunakan wajah sebagai indikasi pengenalan atau *face recognition*. (Marti, 2010)

Pengenalan wajah (*Face Recognition*) merupakan suatu pengembangan dari teknologi deteksi wajah (*Face Detection*) yang mana teknologi ini dapat menghasilkan wajah dari hasil tangkapan kamera dan akan melakukan deteksi persamaan wajah dengan data wajah yang telah disimpan di *database* pada komputer, sehingga komputer dapat mengenali dan mengetahui identitas wajah seseorang tersebut. (Alexander, Sentinumo, & Sambul, 2017)

Pengenalan wajah adalah salah satu teknologi biometrik yang telah banyak diaplikasikan dalam sistem keamanan selain pengenalan retina mata, pengenalan sidik jari dan iris mata. Dalam aplikasinya sendiri pengenalan wajah menggunakan sebuah kamera untuk menangkap wajah seseorang kemudian dibandingkan dengan wajah yang sebelumnya telah disimpan di dalam *database* tertentu.

Cara kerja pengenalan wajah (*face recognition*) secara umum yaitu dengan mengkonversikan foto, sketsa, dan gambar video menjadi serangkaian angka, yang disebut dengan *faceprint* yang kemudian akan membandingkan dengan rangkaian angka yang lain yang mewakili wajah-wajah yang sudah dikenal. Proses pengenalan citra wajah oleh sistem secara garis besar dapat dibagi menjadi lima tahap seperti deteksi, pengenalan posisi, normalisasi, pengkodean, perbandingan. (Wiryadinata, Sagita, Wardoyo, & Priswanto, 2016)

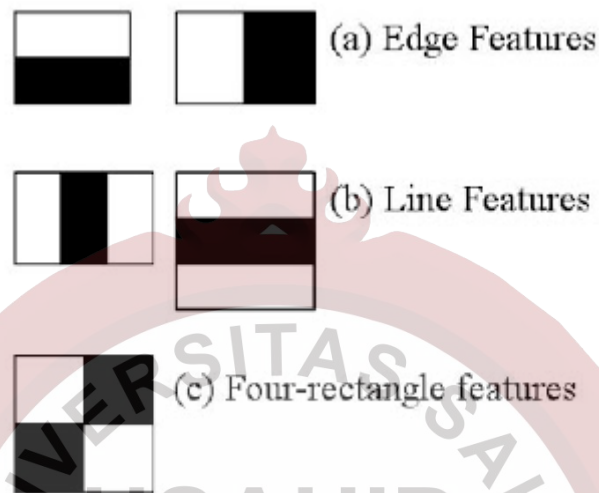
Pengenalan wajah melibatkan banyak variabel, misalnya citra sumber, citra hasil pengolahan citra, citra hasil ekstraksi dan data profil seseorang. Dibutuhkan juga alat pengindra berupa sensor kamera dan metode untuk menentukan apakah citra yang ditangkap oleh *webcam* tergolong wajah manusia atau bukan, sekaligus untuk menentukan informasi profil yang sesuai dengan citra wajah yang dimaksud.

Dalam perangkat lunak pengenalan wajah yang mengenali wajah seseorang setelah sebelumnya dilakukan proses pendeteksian wajah berdasarkan penanda-penanda tertentu seperti jarak antara mata, lebar hidung dan bentuk dari pipi tulang. Suatu proses deteksi wajah (*face detection*) merupakan tahapan awal dari suatu proses yang disebut pengenalan wajah (*face recognition*). Pengenalan wajah termasuk teknologi yang memiliki metode yang tidak seratus persen aman. Ada beberapa sistem-sistem yang menggunakan metode ini dapat diretas dengan menggunakan foto target pengguna. Tetapi tidak semua sistem memiliki kelemahan tersebut. Pada metode pengenalan wajah aspek tunggal dan kenyamanan bukanlah masalah. Tetapi yang lebih penting dalam metode ini adalah sebuah perangkat lunak yang digunakan. Yang lebih spesifiknya adalah bagaimana perangkat lunak yang digunakan mampu untuk mengenali wajah pada berbagai kondisi pencahayaan dan pada saat wajah terdapat berbagai aksesoris seperti penggunaan kacamata dan topi.

2.3.5. Haar Cascade

Haar Cascade adalah algoritma pembelajaran mesin untuk mendeteksi objek yang diusulkan oleh Paul Viola dan Michael Jones pada tahun 2001. Algoritma ini adalah pendekatan berbasis pembelajaran mesin yang menggunakan fungsi cascade, dimana fungsi ini dilatih dari berbagai citra positif dan negatif. Citra positif merupakan citra yang memiliki objek yang akan dideteksi, sedangkan citra negatif merupakan citra yang tidak memiliki objek deteksi. Sehingga fungsi ini dapat digunakan untuk mendeteksi objek pada citra yang lain. Saat ini, OpenCV sudah memberikan library untuk algoritma Haar Cascade yang sudah dilatih sebelumnya, serta sudah dikategorikan kedalam beberapa kategori seperti wajah,

mata, dan sebagainya, tergantung pada gambar yang telah dilatih. Haar Cascade mengekstraksi fitur dari gambar menggunakan sebuah “filter” mirip dengan konsep kernel konvolusional. Filter ini disebut fitur Haar dan terlihat seperti gambar 1.

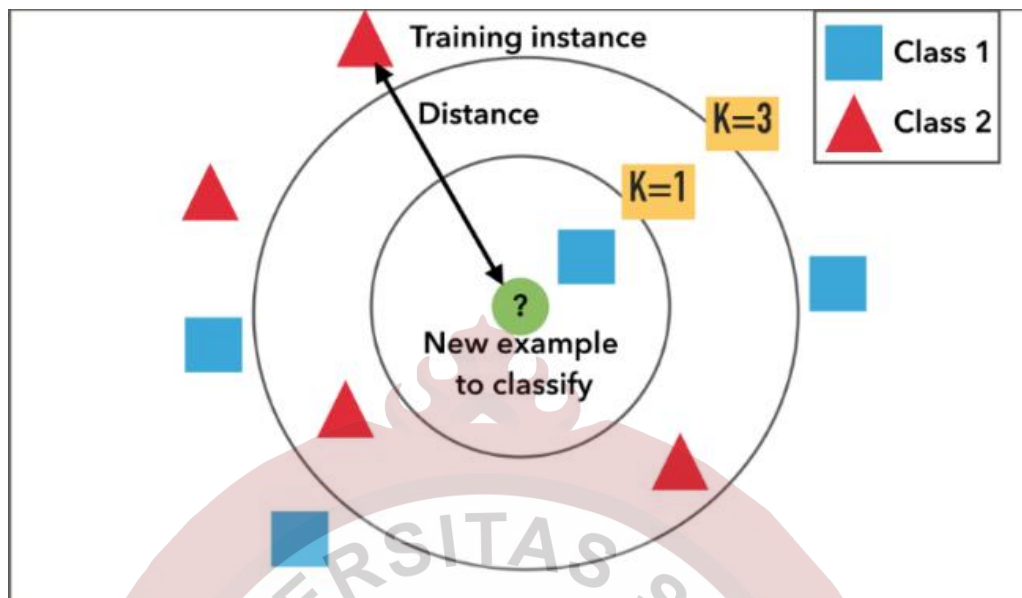


Gambar 2.3 Fitur Haar

Filter ini akan memeriksa satu bagian pada satu waktu. Kemudian untuk tiap bagian, semua intensitas piksel pada bagian hitam dan putih akan dijumlahkan, lalu menghitung selisih dari tiap nilai yang dijumlahkan. Nilai tersebut merupakan nilai fitur yang diekstraksi. Karakteristik dari algoritma ini adalah adanya klasifikasi bertingkat. Klasifikasi ini terdiri dari beberapa tingkatan dimana tiap tingkatan mengeluarkan subcitra yang diyakini bukan wajah.

2.3.6. K-Nearest Neighbors (KNN)

K-Nearest Neighbors merupakan salah satu algoritma nonparametric dalam permasalahan klasifikasi dan regresi (Cover & Hart, 1967). KNN mengasumsikan bahwa data yang serupa cenderung berada dalam kelompok yang sama atau memiliki nilai yang serupa. Saat diberikan data baru, KNN mencari tetangga terdekat dalam dataset pelatihan menggunakan matrik jarak seperti Euclidean distance atau Manhattan distance (Du & Li, 2019). Selanjutnya, KNN menentukan kelas mayoritas atau nilai rata-rata dari tetangga-tetangga tersebut sebagai prediksi untuk data baru tersebut.



Gambar 2.4 Ilustrasi *K-Nearest Neighbors* (KNN)

Konsep KNN dapat diilustrasikan dalam Gambar 2.4. Sebagai contoh, sampel lingkaran uji hijau dapat dikelompokkan ke dalam kategori pertama persegi biru atau kategori kedua segitiga merah. Jika nilai K yang berarti jumlah tetangga adalah satu maka sampel tersebut akan dikategorikan sebagai kelas persegi karena jarak tetangga yang terdekat dari sampel adalah persegi. Sedangkan jika jumlah tetangga adalah tiga (lingkaran eksternal), sampel tersebut akan diklasifikasikan ke dalam kelas segitiga karena terdapat dua segitiga dan hanya satu persegi di dalam lingkaran.

2.3.7. OpenCV

OpenCV (Open Computer Vision) merupakan sebuah *open source library* dari fungsi pemrograman yang terutama fungsi ini ditujukan untuk keperluan pengolahan citra secara *realtime*, yang dimana openCV ini dikembangkan oleh sebuah pusat penelitian Intel Rusia di Nizhny Novgorod, dan sekarang sudah didukung oleh Willow Garage dan Itseez. OpenCV sendiri sudah memiliki lebih dari 500 algoritma yang sudah dioptimalkan untuk keperluan pengolahan citra dan video.

OpenCV menjadikan komputer memiliki kemampuan yang mirip dengan cara pengolahan visual pada manusia. OpenCV sendiri telah menyediakan banyak

algoritma visi komputer dasar. OpenCV juga telah menyediakan modul pendeteksian sebuah objek yang menggunakan algoritma Viola Jones. (Prasetya & Nurviyanto, 2012)

OpenCV dibuat untuk menyelesaikan kebanyakan masalah *computer vision* yang sudah ditentukan. Untuk mencapai tingkat optimasi yang tinggi diperlukan ketegasan yang merupakan aspek dari OpenCV. Hal tersebut dimaksudkan untuk aplikasi *real-time* dan dirancang untuk sebuah proses eksekusi yang sangat cepat. OpenCV sendiri memiliki beberapa modul yang dapat digunakan untuk proses langsung sesuai fungsionalitasnya.

Intel Open Source Computer Vision Library merupakan kepanjangan dari OpenCV yang sekurang-kurangnya terdiri dari tiga ratus fungsi-fungsi C, bahkan bisa lebih. OpenCV dapat dioperasikan pada komputer berbasis windows maupun linux. Ada beberapa contoh aplikasi dari OpenCV adalah pada *Human Computer Interaction* (interaksi manusia computer) antara lain *Object Identification* (identifikasi objek), *Segmentation* (segmentasi) dan *Recognition* (pengenalan), *Face Recognition* (pengenalan wajah), *Gesture Recognition* (pengenalan gerak isyarat), *Motion Tracking* (penjajakan gerakan), *Ego Motion* (gerakan ego) dan *Motion Understanding* (pemahaman gerakan), *Structure From Motion* (gerakan dari struktur), *Mobile Robotics* (robot-robot yang bergerak).

OpenCV menggunakan sebuah tipe *face detector* yang disebut Haar Cascade Classifier. *Face detector* akan bekerja jika ada sebuah image yang berasal dari file gambar atau live video, *face detector* tersebut akan menguji tiap lokasi image dan akan mengklasifikasi file *image* atau live video tersebut sebagai wajah atau bukan wajah. Dalam mengklasifikasi wajah tersebut digunakan sebuah pemisalan skala yang tetap, contohnya 50×50 pixel. Jika sebuah wajah pada *image* lebih besar ataupun lebih kecil dari ukuran pixel yang sudah ditentukan, maka *classifier* akan terus menerus jalan beberapa kali untuk mencari wajah pada gambar tersebut.

Dalam melakukan tugasnya *classifier* menggunakan data yang sudah disimpan pada file XML untuk memutuskan bagaimana cara mengklasifikasi tiap

lokasi image. OpenCV akan menggunakan 4 data XML untuk mendeteksi wajah depan, dan satu untuk wajah profile.

2.3.8. Python

Python merupakan Bahasa pemrograman tingkat tinggi yang bisa diartikan untuk tujuan umum. Diciptakan oleh Guido Van Rossum pada tahun 1990 di negeri Belanda sebagai pengganti bahasa pemrograman. Walaupun Guido adalah orang yang pertama kali menciptakan bahasa pemrograman ini, tetapi bahasa pemrograman Python yang digunakan sekarang merupakan kontribusi dari berbagai sumber. Bahasa pemrograman Python merupakan bahasa pemrograman yang dapat dikembangkan oleh siapa saja karena bersifat Open Source atau dengan kata lain bahasa pemrograman ini gratis, dapat digunakan tanpa lisensi, dan dapat dikembangkan semampu yang dapat dilakukan. Sebenarnya bahasa pemrograman Python ini mudah dipelajari karena penulisan sintaks yang lebih fleksibel. Selain itu, bahasa pemrograman Python ini memiliki efisiensi tinggi untuk struktur data level tinggi, pemrograman berorientasi objek lebih sederhana tetapi efektif, dapat bekerja pada multiplatform, dan dapat digabungkan dengan bahasa pemrograman lain untuk menghasilkan aplikasi yang diinginkan. Python dikenal sebagai bahasa pemrograman interpreter, Terdapat dua cara untuk menggunakan interpreter, yaitu dengan mode baris perintah dan modus script. Pada mode baris, perintah diketikkan pada shell atau command line dan Python langsung menampilkan hasilnya. Bila menggunakan shell, semua definisi yang telah dibuat baik fungsi atau variabel akan dihapus. Cara lain adalah dengan menyimpan perintah –perintah python dalam satu file, yang disebut selanjutnya sebagai script. Kita dapat mengetikkan perintah-perintah Python dengan menggunakan text editor seperti Notepad. Lalu menyimpannya dengan akhiran ".py". kemudian menjalankannya dengan Python. Bahasa pemrograman Python adalah bahasa pemrograman yang mudah dibaca dan terstruktur, hal ini karena digunakannya sistem indentasi. Yaitu memisahkan blok - blok program susunan indentasi. Jadi untuk memasukan sub-sub program dalam suatu blok, sub-sub program tersebut diletakkan satu atau lebih spasi dari kolom suatu blok program.

2.3.9. Visual Studio Code

Visual Studio Code adalah Software yang sangat ringan, namun kuat editor kode sumbernya yang berjalan dari desktop. Muncul dengan built-in dukungan untuk JavaScript, naskah dan Node.js dan memiliki array beragam ekstensi yang tersedia untuk bahasa lain, termasuk C ++, C # , Python, dan PHP. Hal ini didasarkan sekitar Github ini Elektron, yang merupakan versi cross-platform dari Atom komponen kode-editing, berdasarkan JavaScript dan HTML5. Editor ini adalah fitur lengkap lingkungan pengembangan terpadu (IDE) dirancang untuk pengembang yang bekerja dengan teknologi cloud yang terbuka Microsoft. Visual Studio Code menggunakan open source NET perkakas untuk memberikan dukungan untuk ASP.NET C # kode, membangun alat pengembang Omnisharp NET dan compiler Roslyn. Antarmuka yang mudah untuk bekerja dengan, karena didasarkan pada gaya explorer umum, dengan panel di sebelah kiri, yang menunjukkan semua file dan folder Anda memiliki akses ke panel editor di sebelah kanan, yang menunjukkan isi dari file yang telah dibuka. Dalam hal ini, editor telah dikembangkan dengan baik, dan menyenangkan pada mata. Ia juga memiliki fungsi yang baik, dengan intellisense dan autocomplete bekerja dengan baik untuk JSON, CSS, HTML, dan Node.js.

Visual Studio Code telah dirancang untuk bekerja dengan alat-alat yang ada, dan Microsoft menyediakan dokumentasi untuk membantu pengembang bersama, dengan bantuan untuk bekerja dengan ASP.NET 5, Node.js, dan Microsoft naskah, serta alat-alat yang dapat digunakan untuk membantu membangun dan mengelola aplikasi Node.js. Visual Studio Code benar-benar sedang ditargetkan pada pengembang JavaScript yang ingin alat pengembangannya lengkap untuk scripting server-side mereka dan yang mungkin ingin usaha dari Node.js untuk kerangka berbasis NET. Visual Studio Code, adalah belum solid, lintas platform code Editor ringan, yang dapat digunakan oleh siapa saja untuk membangun aplikasi untuk Web.

2.3.10. HTML

Hypertext Markup Language, atau HTML, dikenal sebagai Hypertext karena dalam skripnya, HTML memungkinkan teks untuk menjadi tautan yang dapat mengarahkan pengguna ke halaman lain hanya dengan mengkliknya. Teks yang berfungsi sebagai tautan ini disebut Hypertext karena pada dasarnya, sebuah website adalah dokumen yang mengandung banyak tautan untuk menghubungkan satu dokumen dengan dokumen lainnya. Istilah Markup Language digunakan karena skrip HTML memakai simbol-simbol tertentu, yang disebut "mark," untuk menandai bagian-bagian teks, memberikan tampilan atau fungsi khusus pada teks tersebut. Dalam praktiknya, simbol atau "mark" ini dikenal sebagai "tag." HTML merupakan bahasa dasar dalam pengembangan website. HTML menggunakan tanda-tanda untuk menandai bagian-bagian teks dan disebut sebagai bahasa dasar karena tanpa tambahan elemen lain, tampilan website menggunakan HTML saja akan kurang menarik. Saat ini, HTML adalah standar internet yang didefinisikan dan diatur oleh World Wide Web Consortium. Standar HTML untuk website telah terbukti memiliki banyak keunggulan dibandingkan aplikasi desktop, seperti portabilitas yang lebih baik, kemudahan penerapan, pembaruan otomatis, dan kemudahan pemeliharaan di semua klien.

HTML terdiri dari berbagai kode yang memberikan instruksi kepada browser untuk menampilkan halaman dengan tampilan yang sesuai dengan yang diinginkan. Sebagai sebuah file digital, HTML dapat dibuka dan ditampilkan menggunakan berbagai jenis browser website seperti Mozilla Firefox, Microsoft Internet Explorer, Opera, Google Chrome, Safari, dan masih banyak lagi. Dokumen HTML dapat berisi berbagai elemen seperti teks, gambar, suara, atau video. Salah satu hal yang membedakan dokumen HTML dari dokumen lainnya adalah adanya elemen-elemen HTML yang dilengkapi dengan tag-tag tertentu. Elemen-elemen dan tag-tag ini memiliki fungsi untuk memformat atau menandai bagian tertentu dari dokumen HTML, sekaligus menentukan struktur dan tata letak dari bagian tersebut di dalam dokumen HTML.

2.3.11. Agile Development Methodology

Muhammad Robith Adani menyatakan bahwa, “Agile Software Development adalah metodologi pengembangan software yang didasarkan pada proses pengerjaan yang dilakukan berulang di mana tujuh aturan dan solusi yang disepakati dilakukan dengan kolaborasi antar tiap tim secara terorganisir dan terstruktur” (Adani, 2020). *Agile development* adalah model pengembangan perangkat lunak jangka pendek yang kemudian dapat dengan cepat disesuaikan dengan perubahan potensial. Nilai terpenting dari *Agile development* adalah memungkinkan tim membuat pengambilan keputusan yang cepat, berkualitas tinggi dan proaktif, serta potensi yang baik untuk menghadapi perubahan.

2.3.12. Flowchart

Menurut Mulyadi (2016:47), “Bagan alir dokumen merupakan simbol-simbol standar yang digunakan oleh analis sistem untuk menggambarkan bagan alir dokumen suatu sistem.”

Fungsi utama flowchart adalah untuk menggambarkan aliran program dari satu proses ke proses lainnya. Dengan demikian, proses program menjadi dapat dimengerti oleh semua orang. Selain itu, fungsi lain dari flowchart adalah untuk menyederhanakan rangkaian prosedur agar informasi lebih mudah dipahami.

2.3.13. Confusion Matrix

Confusion matrix merupakan suatu metode yang biasanya digunakan untuk melakukan perhitungan akurasi pada konsep data *mining* (Rosandy, 2016).

Confusion matrix pada umumnya mengandung informasi yang membandingkan hasil klasifikasi yang dilakukan oleh sistem dengan hasil klasifikasi yang seharusnya (Satria, Zamhariri, & Syaripudin, 2020).

Pengukuran kinerja menggunakan *confusion matrix*, terdapat empat istilah sebagai representasi hasil proses klasifikasi. Keempat istilah tersebut adalah *True Positive* (TP), *True Negative* (TN), *False Positive* (FP) dan *False Negative* (FN) (Wijaya, Saepudin, & Rohmawati, 2020).

Confusion matrix juga 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. 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. Pada jenis klasifikasi *binary* yang hanya memiliki 2 keluaran kelas, *confusion matrix* yaitu kelas positif dan kelas negatif. Sehingga dari keempat istilah itu kita bisa tau mana saja yang fitur atau tahapan yang akan digunakan. *Confusion matrix* adalah suatu metode yang biasanya digunakan untuk melakukan perhitungan akurasi pada konsep data mining atau Sistem Pendukung Keputusan.

Berdasarkan nilai *True Negative* (TN), *False Positive* (FP), *False Negative* (FN), dan *True Positive* (TP) dapat diperoleh nilai akurasi, presisi dan recall. Nilai akurasi menggambarkan seberapa akurat sistem dapat mengklasifikasikan hasil akurasi menggambarkan seberapa akurat sistem dapat mengklasifikasikan data secara benar. Dengan kata lain, nilai akurasi merupakan perbandingan antara data yang terklasifikasi benar dengan keseluruhan data. Nilai akurasi dapat diperoleh dengan Persamaan 1. Hasil akurasi menggambarkan seberapa akurat sistem dapat mengklasifikasikan Nilai presisi menggambarkan jumlah data kategori positif yang diklasifikasikan secara benar dibagi dengan total data yang diklasifikasi positif. Presisi dapat diperoleh dengan Persamaan 2. Sementara itu, recall menunjukkan berapa persen data kategori positif yang diklasifikasikan dengan benar oleh sistem. Nilai *recall* diperoleh dengan Persamaan 3.

$$\text{Akurasi} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} * 100\% \quad (1)$$

$$\text{Precision} = \frac{TP}{FP + TP} * 100\% \quad (2)$$

$$\text{Akurasi} = \frac{TP}{FN + TP} * 100\% \quad (3)$$

Dimana:

1. TP adalah *True Positive*, yaitu jumlah data positif yang terklasifikasi dengan benar oleh sistem.
2. TN adalah *True Negative*, yaitu jumlah data negatif yang terklasifikasi dengan benar oleh sistem.
3. FN adalah *False Negative*, yaitu jumlah data negatif namun terklasifikasi salah oleh sistem.
4. FP adalah *False Positive*, yaitu jumlah data positif namun terklasifikasi salah oleh sistem.