

**SKRIPSI**

**PERANCANGAN SISTEM ABSENSI KARYAWAN SECARA  
*REAL TIME* BERBASIS PENGENALAN WAJAH  
MENGUNAKAN METODE *DEEP METRIC LEARNING***

Disusun dan diajukan oleh:

**WILSON SOEPARMAN**

**D041201037**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA**

**2024**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

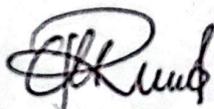
**PERANCANGAN SISTEM ABSENSI KARYAWAN SECARA  
REAL TIME BERBASIS PENGENALAN WAJAH DENGAN  
METODE DEEP METRIC LEARNING**

Disusun dan diajukan oleh

**Wilson Soeparman  
D041201037**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 9 Oktober 2024  
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,  
Pembimbing,



Merna Baharuddin, ST.M.Tel.Eng., Ph.D.  
NIP. 197512052005012002

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. Ing. Faizal Arya Samman, M.T., IPU., ASEAN.Eng.  
NIP. 197506052002121004



## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Wilson Soeparman

NIM : D041201037

Program Studi : Teknik Elektro

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

### **PERANCANGAN SISTEM ABSENSI KARYAWAN SECARA *REAL TIME* BERBASIS PENGENALAN WAJAH DENGAN METODE *DEEP METRIC LEARNING***

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

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

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

Gowa, 9 Oktober 2024

Yang Menyatakan



Wilson Soeparman

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “PERANCANGAN SISTEM ABSENSI KARYAWAN SECARA *REAL-TIME* BERBASIS PENGENALAN WAJAH MENGGUNAKAN METODE *DEEP METRIC LEARNING*”. Penyusunan tugas akhir merupakan salah satu syarat kelulusan pada pendidikan strata satu (S1) di Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa selama penyusunan skripsi ini, penulis banyak dihadapi dengan berbagai hambatan, namun berkat adanya bimbingan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak, akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan seluruh keluarga besar penulis yang tak henti-hentinya memberikan semangat, dukungan, dan doa sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Ibu Dr. Merna Baharuddin, ST.M.Tel.Eng., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, mengarahkan, dan memberi evaluasi selama proses pembuatan tugas akhir ini.
3. Ibu Prof. Dr.Eng. Intan Sari Areni, ST.MT., selaku dosen penguji I dan bapak Azran Budi Arief, S.T., M.T., selaku dosen penguji II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan saran, koreksi, dan arahan dalam penyelesaian tugas akhir penulis.
4. Seluruh anggota laboratorium antena dan propagasi Universitas Hasanuddin yang telah memberikan izin untuk menggunakan komputer di laboratorium sehingga mempermudah proses perancangan alat untuk penelitian.

5. Segenap Dosen dan Staf Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah banyak memberikan ilmu yang tidak terhingga selama perkuliahan dan membantu kelancaran proses penyusunan tugas akhir ini.
6. A. Nur Syahdi Eka Saputra, Andi Muhammad Farras Ramadhan, Arthur Hozanna, Chusnul Khatimah, Efraim Andre Sangka, Fatimah, Febriansyah Yoga Pratama, Francesco Delfi, Gloria Rarung Linggi Allo, Hamza Hamid, Khaidir Alif, Mahirah Irfani, Muh. Alif Rezky Ilham, Muh. Khalil Fattah, Muh. Nur Alias, Muh. Ridha Adha, Muhammad Syaifullah Tamsir, Talin Fania Manjani, dan Zity Alizah Aras selaku teman penulis yang bersedia menjadi objek dalam penelitian ini.
7. Justine Clive Simon, Pricilia Anastasia Julius, dan Valentino Soeparman selaku adik dan sepupu penulis yang juga bersedia menjadi objek dalam penelitian ini.
8. Seluruh teman-teman PROCEZ20R yang telah menjadi sahabat dan penginspirasi dalam perjalanan penulis di dunia akademis ini serta telah melalui begitu banyak tantangan dan rintangan yang juga telah menciptakan kenangan tak terlupakan yang akan disimpan dalam ingatan sepanjang hidup.
9. Dan untuk semua pihak yang tak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih memiliki banyak kesalahan dan kekurangan serta masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kami membuka kesempatan kepada pembaca untuk memberikan kritik dan saran yang membangun untuk perkembangan penelitian ini dan perkembangan penulis.

Gowa, 9 Oktober 2024

Penulis

## ABSTRAK

**Wilson Soeparman.** *Perancangan Sistem Absensi Karyawan Secara Real-time Berbasis Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Deep Metric Learning* (Dibimbing oleh: Merna Baharuddin)

Salah satu cara untuk mengukur kinerja seorang pekerja di perusahaan adalah dengan melihat tingkat kehadirannya. Untuk dapat memantau adanya aktivitas kehadiran karyawan, maka diperlukan sebuah sistem absensi yang dapat mencatat absensi kehadiran karyawan. Penggunaan wajah dalam sistem presensi dipilih karena kemudahan dalam pengambilan citra, yang hanya memerlukan kamera. Dalam penelitian ini, sebanyak 10 orang akan berperan sebagai karyawan yang dikenali dan 15 orang sebagai orang yang tidak dikenali oleh sistem. Metode yang digunakan untuk pelatihan adalah *Deep Metric Learning* yang tingkat akurasi mencapai 100%. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem absensi karyawan secara *real-time* berbasis pengenalan wajah menggunakan metode *Deep Metric Learning*.

Sistem absensi dirancang dengan diberikan data berupa gambar-gambar wajah dengan berbagai variasi pengambilan wajah dari 10 orang. Data-data ini akan dipelajari oleh sistem dengan metode *Deep Metric Learning*. Proses pengujian dilakukan dengan melakukan absensi secara langsung dengan jarak antara wajah dan kamera sejauh 40 cm dan kondisi pencahayaan ruangan cukup terang dan merata untuk aktivitas sehari-hari. Data hasil absensi akan langsung terkirim ke google spreadsheet sehingga kepala karyawan dapat memantau waktu absensi secara langsung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem dapat mengenali semua wajah karyawan dengan akurat. Rata-rata waktu yang diperlukan untuk melakukan absensi adalah sekitar 2 sampai 3 detik yang menandakan efisiensi yang tinggi.

**Kata kunci:** Sistem Absensi, *Deep Metric Learning*, Karyawan, *Real-time*, Pengenalan Wajah

## ABSTRACT

**Wilson Soeparman.** *Designing a Real-time Employee Attendance System Based on Face Recognition Using Deep Metric Learning Method* (Supervised by Merna Baharuddin)

One way to measure the performance of a worker in a company is by looking at the level of attendance. To be able to monitor employee attendance activities, an attendance system is needed that can record employee's attendance. The use of faces in the attendance system was chosen because of the ease of image capture, which only requires a camera. In this research, 10 people will act as recognized employees and 15 people as people who are not recognized by the system. The method used for training is Deep Metric Learning whose accuracy rate reaches 100%. This research aims to design a real-time employee attendance system based on face recognition using the Deep Metric Learning method.

The attendance system is designed by being given data in the form of face images with various variations of face capture from several people. These data will be learned by the system with the Deep Metric Learning method. The testing process is carried out by doing attendance directly with a distance between the face and the camera as far as 40 cm and the room lighting conditions are quite bright and evenly distributed for daily activities. The attendance result data will be sent directly to google spreadsheet so that the head of employee can monitor attendance time directly. The results show that the system can recognize all employee faces accurately. The average time required to perform attendance is about 2 to 3 seconds which indicates high efficiency.

**Keywords:** Attendance System, Deep Metric Learning, Employee, Real-time, Face Recognition

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Ruang Lingkup .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Sistem Absensi.....	6
2.2 Pengolahan Citra.....	6
2.3 Pengenalan Wajah.....	8
2.4 Convolutional Neural Network.....	9
2.5 Deep Convolutional Neural Network .....	11
2.6 Python.....	12

	viii
2.7 FaceNet .....	13
2.8 TensorFlow .....	14
2.9 Keras .....	15
2.10 Deep Metric Learning .....	16
2.11 Triplet Loss .....	19
2.12 Penelitian Terkait .....	20
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	22
3.2 Variabel Perancangan .....	22
3.3 Alat dan Bahan Perancangan .....	23
3.4 Tahapan Penelitian .....	24
3.5 Perancangan Umum Sistem .....	26
3.6 Pelatihan Identifikasi Masker .....	28
3.6.1 Input .....	28
3.6.2 Preprocessing .....	28
3.6.3 Encoding .....	29
3.6.4 Ekstraksi Fitur .....	29
3.6.5 Klasifikasi .....	30
3.6.6 Hasil .....	31
3.7 Pelatihan Pengenalan Wajah .....	31
3.7.1 Input .....	32
3.7.2 Preprocessing .....	33
3.7.3 Ekstraksi Fitur .....	33
3.7.4 Pelatihan Model .....	34

3.7.5 Hasil .....	35
3.8 Perancangan Perangkat Lunak.....	36
3.8.1 Tampilan Antarmuka .....	36
3.8.2 Pengujian Identifikasi Masker.....	38
3.8.3 Pengujian Pengenalan Wajah.....	39
3.8.4 Proses Absensi .....	40
3.8.5 Pengiriman Data Absensi.....	41
3.9 Teknik Pengambilan Data.....	43
3.9.1 Data Identifikasi Masker .....	43
3.9.2 Data Pengenalan Wajah .....	44
3.10 Teknik Analisis Data .....	45
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>46</b>
4.1 Pelatihan Identifikasi Masker .....	46
4.2 Pelatihan Pengenalan Wajah.....	48
4.3 Pengujian Identifikasi Masker .....	51
4.4 Pengujian Pengenalan Wajah.....	52
4.5 Pengujian Sistem Absensi.....	54
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>60</b>
5.1 Kesimpulan .....	60
5.2 Saran .....	61
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>62</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Proses convolutional neural network.....	9
Gambar 2 Operasi konvolusi.....	10
Gambar 3 Max pooling.....	10
Gambar 4 Fully-connected layer.....	11
Gambar 5 Arsitektur deep convolutional neural network .....	12
Gambar 6 Python.....	13
Gambar 7 Ekstraksi fitur FaceNet.....	14
Gambar 8 Tensorflow.....	15
Gambar 9 Keras.....	16
Gambar 10 Hirarki jaringan neural .....	17
Gambar 11 Deep metric learning .....	19
Gambar 12 Triplet loss.....	20
Gambar 13 Diagram tahapan penelitian.....	25
Gambar 14 Diagram blok sistem.....	27
Gambar 15 Usecase diagram.....	27
Gambar 16 Tahap pelatihan identifikasi masker.....	28
Gambar 17 Folder dataset penggunaan masker.....	28
Gambar 18 Pengubahan skala .....	29
Gambar 19 Tahap pelatihan pengenalan wajah.....	32
Gambar 20 Folder dataset pelatihan pengenalan wajah .....	32
Gambar 21 Hasil citra konversi ke RGB dan pengubahan skala.....	33
Gambar 22 Konversi citra ke embedding.....	34

Gambar 23 Triplet .....	35
Gambar 24 Perencanaan tampilan antarmuka .....	36
Gambar 25 Tahap pengujian identifikasi masker .....	38
Gambar 26 Tahap pengujian pengenalan wajah.....	39
Gambar 27 Diagram alir proses absensi .....	41
Gambar 28 Tampilan data absensi .....	42
Gambar 29 Dataset identifikasi masker.....	43
Gambar 30 Pengujian identifikasi masker.....	43
Gambar 31 Dataset pengenalan wajah .....	44
Gambar 32 Pengujian pengenalan wajah .....	44
Gambar 33 Lapisan model pelatihan identifikasi masker .....	46
Gambar 34 Grafik loss dan accuracy pelatihan identifikasi masker .....	47
Gambar 35 Arsitektur Facenet .....	48
Gambar 36 Visualisasi embedding.....	48
Gambar 37 Grafik loss pelatihan pengenalan wajah .....	50
Gambar 38 Grafik akurasi pengenalan wajah .....	51
Gambar 39 Tampilan pengujian identifikasi masker.....	51
Gambar 40 Probabilitas pengujian identifikasi masker.....	52
Gambar 41 Tampilan pengujian pengenalan wajah .....	53
Gambar 42 Jarak embedding wajah yang dikenali.....	53
Gambar 43 Tampilan antarmuka hasil perancangan .....	54
Gambar 44 Tampilan saat akan melakukan absensi.....	54
Gambar 45 Tampilan bersihkan aktif dan datang lebih awal .....	55

Gambar 46 Tampilan datang tepat waktu.....	55
Gambar 47 Tampilan datang terlambat .....	56
Gambar 48 Tampilan sudah absen.....	56
Gambar 49 Tampilan pulang lebih awal .....	56
Gambar 50 Tampilan pulang tepat waktu .....	57
Gambar 51 Tampilan lembur .....	57
Gambar 52 Tampilan sudah pulang.....	58
Gambar 53 Tampilan perintah membuka masker .....	58
Gambar 54 Tampilan orang tidak dikenali .....	58
Gambar 55 Tampilan data absensi .....	59
Gambar 56 Durasi pengujian sistem absensi.....	59

**DAFTAR TABEL**

Tabel 1 Perangkat lunak yang digunakan.....	24
Tabel 2 Keterangan saat absen masuk kantor.....	37
Tabel 3 Keterangan saat absen pulang kantor .....	37
Tabel 4 Keterangan berbagai kondisi saat melakukan absensi.....	37
Tabel 5 Parameter pelatihan identifikasi masker.....	47
Tabel 6 Parameter pelatihan pengenalan wajah .....	49
Tabel 7 Hasil pengujian identifikasi masker .....	52
Tabel 8 Hasil pengujian pengenalan wajah.....	53

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kode Program Untuk Melatih Identifikasi Masker .....	65
Lampiran 2 Kode Program Untuk Melatih Pengenalan Wajah.....	68
Lampiran 3 Kode Program Sistem Absensi .....	73
Lampiran 4 Dataset Pelatihan Identifikasi Masker .....	83
Lampiran 5 Dataset Pelatihan Pengenalan Wajah.....	91
Lampiran 6 Pengujian identifikasi masker .....	94
Lampiran 7 Pengujian Pengenalan Wajah.....	96

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Salah satu cara untuk mengukur kinerja seorang pekerja di perusahaan adalah dengan melihat tingkat kehadirannya. Absensi biasanya digunakan untuk melihat tingkat kedisipinan pekerja. Kedisipinan karyawan biasanya dinilai sebagai indikator untuk menentukan apakah karyawan tersebut boleh untuk mengajukan kenaikan gaji dan lain sebagainya. Untuk dapat memantau adanya aktivitas kehadiran karyawan, maka diperlukan sebuah sistem absensi yang dapat mencatat absensi kehadiran dan ketidakhadiran karyawan (Sugeng dkk, 2022). Penggunaan sistem kehadiran telah banyak diterapkan di berbagai lembaga pendidikan seperti sekolah dan universitas, serta di berbagai perusahaan. Meskipun beberapa masih menggunakan sistem kehadiran konvensional, namun sistem kehadiran memiliki peran yang sangat vital pada zaman ini. Keberadaannya menjadi krusial mengingat data yang dihasilkan oleh sistem tersebut bersifat valid. Sebagai contoh, dalam konteks perusahaan, sistem kehadiran karyawan dapat menjadi alat bantu bagi administrator dalam melakukan pencatatan kehadiran, mengoptimalkan efisiensi waktu administrasi. Sistem ini juga membantu fungsi pengelolaan Sumber Daya Manusia (SDM) dalam mengolah data karyawan, terutama menjelang periode pembayaran gaji. Data yang tercatat meliputi waktu kedatangan dan waktu kepulangan karyawan dari perusahaan (Alhanaee dkk, 2021).

Pada umumnya, sebuah perusahaan melakukan proses absensi karyawan dengan cara menuliskan nama karyawan di buku kehadiran dan menandatangani sebagai bukti kehadiran. Setelah itu admin akan memasukkan nama-nama karyawan yang telah hadir ke dalam file Microsoft excel sebagai data karyawan. Beberapa masalah yang timbul dalam proses absensi manual ini antara lain waktu yang diperlukan untuk absensi dan proses penginputan cukup lama sehingga mengganggu efektifitas dan efisiensi admin dalam bekerja. Selain itu, terdapat beberapa kecurangan

yang dilakukan oleh karyawan dengan menitip absen kepada karyawan lainnya dengan cara menuliskan nama dan tandatangannya. Hal ini dapat membuat berkurangnya kedisiplinan pada karyawan dan dapat merugikan perusahaan karena aktivitas produksi menjadi menurun. Oleh karena itu, diperlukan adanya sistem absensi yang dapat dilakukan dengan cepat dan mampu menanggulangi proses manipulasi dengan efektif (Siahaan, 2021).

Teknologi biometrik merupakan teknologi yang memanfaatkan ciri biologis untuk menentukan identitas seseorang. Hal ini dikarenakan tiap manusia memiliki ciri biologis yang berbeda-beda seperti sidik jari, retina, pola suara, dan pola wajah. Dengan menggunakan teknologi biometrik ini banyak keuntungan yang bisa didapatkan seperti sistem keamanan dapat meningkat dan proses pengenalan target dapat lebih cepat dan tepat (Nurfadillah, 2020). Ada berbagai jenis sistem absensi menggunakan teknologi biometrik antara lain sensor wajah, sidik jari, dan suara. Teknologi biometrik menggunakan sidik jari sebelumnya telah banyak digunakan. Namun sensor sidik jari memiliki beberapa kelemahan yang biasa disebabkan oleh kesalahan manusia sendiri antara lain tangan yang luka, kotor, ataupun basah yang menyebabkan sistem tidak mampu mendeteksi sidik jari orang tersebut. Selain itu, akibat adanya pandemi Covid-19 yang membuat kebersihan tangan harus dijaga ketat. Sedangkan sensor suara memiliki beberapa kelemahan yaitu harga mesin absensi yang mahal dan faktor kebisingan yang ditimbulkan saat proses absensi. Hal ini tentu sangat mengganggu kinerja karyawan lainnya yang sedang fokus bekerja (LinovHR, 2022). Maka dari itu penulis memilih untuk merancang sistem absensi menggunakan teknologi pengenalan wajah.

Sistem absensi yang melibatkan teknologi pengenalan wajah merupakan suatu inovasi yang mampu mengidentifikasi atau memverifikasi individu melalui gambar digital. Wajah, sebagai salah satu unsur paling krusial dalam membedakan antara satu manusia dengan yang lain, menjadi bukti utama yang dapat diandalkan oleh sistem presensi. Keunggulan teknologi pengenalan wajah muncul karena wajah sulit disangkal keasliannya oleh pemiliknya, bahkan pada kasus kembar identik. Penggunaan wajah

dalam sistem presensi dipilih karena kemudahan dalam pengambilan citra, yang hanya memerlukan kamera, dan berbagai metode pengolahan serta identifikasi wajah yang dapat diterapkan (Kurniawati, 2019).

Telah banyak dilakukan penelitian sebelumnya mengenai sistem absensi yang menggunakan pengenalan wajah. Ada berbagai metode yang digunakan seperti metode *fisherface* yang dilakukan oleh Fajri, T. Rahmad Effendi, Nurul Fadillah, 2020, metode *eigenface* yang dilakukan oleh Bernad Oktavianus Siahaan, 2021, dan metode *Local Binnary Pattern Histogram* (LBPH) yang dilakukan oleh Prince Richard Setiono, Sherwin R.U.A Sompie, Meicsy E.I Najoran, 2020. Namun tingkat akurasi yang dilakukan dengan metode-metode sebelumnya rata-rata hanya mencapai 80%. Maka dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode *Deep Metric Learning* yang tingkat akurasinya mencapai 100% (Pypi, 2020). Penerapan metode *deep metric learning* dalam pengenalan wajah menjanjikan representasi fitur yang lebih baik, memungkinkan sistem untuk membedakan dengan akurat antara wajah karyawan.

*Deep Metric Learning* adalah pendekatan dalam pembelajaran mesin yang berfokus pada pengembangan representasi fitur (*embedding*) yang memungkinkan perbandingan dan pengukuran jarak yang lebih baik antar objek dalam ruang fitur. Dalam konteks pengenalan wajah, *deep metric learning* dapat digunakan untuk menciptakan representasi fitur wajah yang memungkinkan perbandingan yang akurat dan efisien antar wajah (Agrawal, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menerapkan sistem absensi dengan menggunakan pengenalan wajah. Dengan menerapkan sistem ini diyakini dapat meminimalisir masalah yang timbul saat proses absensi karyawan seperti manipulasi absensi dan mengganggu kinerja admin. Dalam konteks ini, penting untuk mempertimbangkan adanya sistem absensi yang lebih efektif. Oleh karena itu, dalam rangka penelitian ini, penulis merancang sebuah sistem absensi karyawan berbasis pengenalan wajah secara *real-time*.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah laptop Acer Aspire A315-41 dan Webcam Spc Wc02 sebagai kamera untuk mengambil gambar wajah. Adapun perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini antara lain PyCharm sebagai IDE dan Google Spreadsheet sebagai tempat menyimpan data kehadiran. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah Python Versi 3.10.0. Terdapat beberapa modul yang digunakan dalam Python antara lain OpenCV, FaceNet, Tensorflow, Keras, dan Numpy. Semua komponen ini akan digunakan untuk membentuk sistem absensi secara real-time yang mampu mengenali wajah karyawan dengan lebih akurat.

Berdasarkan latar belakang yang ada di atas maka dibuatlah skripsi yang berjudul “**PERANCANGAN SISTEM ABSENSI KARYAWAN SECARA *REAL-TIME* BERBASIS PENGENALAN WAJAH MENGGUNAKAN METODE *DEEP METRIC LEARNING***” yang akan mengefisienkan sistem absensi meminimalisir masalah absensi karyawan yang timbul.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan permasalahan pada penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana merancang sistem absensi karyawan secara *real-time* berbasis pengenalan wajah?
2. Bagaimana penerapan metode *Deep Metric Learning* dalam pengenalan wajah dapat meningkatkan tingkat akurasi dan efisiensi sistem absensi karyawan secara *real-time*?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem absensi karyawan secara *real-time* berbasis pengenalan wajah.
2. Mengimplementasikan metode *Deep Metric Learning* dalam pengenalan wajah untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi sistem absensi karyawan secara *real-time*.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah merancang sistem absensi karyawan pada yang lebih efisien dan akurat serta mampu mengatasi kendala yang timbul saat proses absensi.

#### **1.5 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah:

1. Alat yang digunakan adalah laptop Acer Aspire A315-41 dan webcam Spc Wc02.
2. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah Python dengan pustaka OpenCV, Numpy, Tensorflow, FaceNet, dan Keras.
3. Dataset yang digunakan adalah gambar wajah karyawan minimarket yang terdiri dari 4 variasi pengambilan gambar.
4. Sistem absensi hanya diterapkan untuk melakukan pencatatan kehadiran karyawan saat datang ke kantor dan pulang dari kantor.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sistem Absensi**

Sistem absensi adalah suatu sistem yang digunakan untuk mencatat kehadiran seseorang, khususnya dalam konteks ini merupakan kehadiran pegawai. Sistem ini dapat digunakan untuk memantau disiplin dan kinerja pegawai, serta memudahkan pencatatan kehadiran. Suatu pendataan kehadiran yang merupakan bagian dari aktifitas pelaporan yang ada pada suatu instansi. Absensi disusun dan diatur sehingga mudah untuk dicari dan dipergunakan ketika diperlukan oleh pihak yang berkepentingan. Selain itu, penilaian kinerja pegawai juga merupakan bagian penting dari sistem absensi, dimana penilaian ini dilakukan untuk menghasilkan pegawai yang berkualitas dan berdedikasi tinggi. Beragam cara yang digunakan dalam pencatatan absensi, seperti menuliskan nama dalam kertas dan menggunakan sebuah aplikasi sistem absensi. Absensi sangat berpengaruh dalam penggajian karyawan hal ini disebabkan dokumentasi kehadiran karyawan tercatat dalam sistem absensi. Sehingga saat ini untuk membantu kinerja dari admin dalam menginput data absensi karyawan banyak sistem absensi yang sudah menggunakan aplikasi seperti sistem absensi menggunakan pengenalan wajah, RFID, *barcode*, dan lain-lain. (Zihamussholihin dkk, 2021).

#### **2.2 Pengolahan Citra**

Citra adalah data dalam format gambar. Citra dapat dikelompokkan menjadi 2 jenis yaitu citra analog dan citra digital. Citra analog merupakan citra yang terbentuk dari sinyal analog bersifat kontinu. Contoh citra analog seperti foto sinar-X, gambar yang dihasilkan oleh monitor televisi dan lain-lain. Sedangkan citra digital adalah citra yang dihasilkan melalui proses digitalisasi citra analog. Contoh citra digital seperti hasil foto dari kamera digital dan scanner. Citra digital adalah representasi visual dari objek dalam bentuk digital yang dapat diproses, dianalisis, dan dimanipulasi

menggunakan komputer. Citra digital terdiri dari beberapa elemen, di mana tiap elemen memiliki nilai pada titik tertentu. Elemen-elemen ini disebut sebagai elemen gambar, elemen gambar, dan piksel. Piksel paling banyak digunakan untuk menunjukkan elemen dari sebuah citra digital. Pengolahan citra digital merupakan proses pengolahan gambar secara digital melalui penggunaan komputer. Dengan kata lain, pengolahan citra digital menggunakan algoritma komputer untuk mendapatkan gambar yang disempurnakan atau mengekstrak berbagai informasi berguna. Pengolahan citra digital melibatkan berbagai teknik seperti digitalisasi, pengenalan pola, segmentasi citra, dan kompresi citra. Hal ini berkaitan erat dengan bidang ilmu pengolahan citra digital yang mempelajari cara-cara untuk memanipulasi citra digital tersebut. (Devi dkk, 2022).

Dalam pengolahan citra digital, beberapa teknik yang umum digunakan meliputi:

1. Pengenalan pola: Proses ini melibatkan algoritma pembelajaran mesin untuk mengklasifikasi data berdasarkan pengetahuan yang telah diperoleh.
2. Digitalisasi: Proses pencuplikan gambar analog dua dimensi menjadi gambar diskret melalui pencuplikan.
3. Operasi dasar: Ini meliputi operasi seperti intensitas transformasi, filtering dalam domain frekuensi, dan pemulihan citra.
4. Pengolahan citra berwarna: Melibatkan teknik untuk menghancurkan dan mengelola citra berwarna.
5. *Morphological Image Processing*: Melibatkan teknik untuk mengubah struktur dan bentuk citra.
6. Segmentasi gambar: Proses untuk memisahkan citra menjadi bagian-bagian yang homogen berdasarkan fitur.
7. Kompresi gambar: Melibatkan teknik untuk mengurangi ukuran file citra dengan mengeluarkan informasi yang tidak penting.
8. Pengenalan dan deteksi objek: Melibatkan teknik untuk mengidentifikasi dan mengenali objek dalam citra.

Pengolahan citra digital memiliki berbagai aplikasi dalam bidang komputer visi, pengenalan pola, dan teknologi komputer yang berkaitan dengan citra (Utaminingrum, 2017).

### 2.3 Pengenalan Wajah

Wajah merupakan bagian depan dari kepala pada manusia meliputi wilayah dari dahi hingga dagu, termasuk rambut, dahi, alis, mata, hidung, mulut, dan bibir. Wajah terutama digunakan untuk menentukan ekspresi, penampilan, serta identitas dari seseorang. Tidak ada satu wajah pun yang benar-benar sama, bahkan pada manusia kembar identik sekalipun.

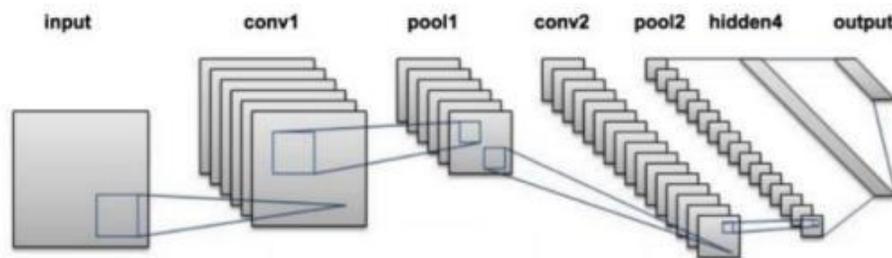
Pengenalan Wajah atau *Face Recognition* merupakan pengembangan dari teknologi deteksi wajah dimana teknologi ini dapat menghasilkan wajah dari hasil tangkapan kamera dan melakukan deteksi persamaan wajah dengan data wajah yang diketahui komputer, sehingga komputer dapat mengenali dan atau mengetahui keberadaan seseorang (Fajri dkk, 2020). Pengenalan wajah adalah salah satu bentuk perwujudan *computer vision* dalam mengenali sesuatu. Cara kerja dalam proses pengenalan wajah atau *face recognition* adalah mengutip informasi unik wajah, kemudian dilakukan proses *encoding* menjadi data biner yang dapat dikenali oleh komputer. Data *encoding* setiap wajah akan berbeda-beda sesuai struktur wajah seseorang. Data *encoding* ini nantinya akan dibandingkan dengan hasil *decode* untuk bisa mengenali wajah yang sesuai. *Face Recognition* dikategorikan menjadi 3 kategori, yaitu *verification*, *identification*, dan *watch*. *Face Recognition* adalah teknologi komputer untuk mengidentifikasi atau mendeteksi wajah manusia melalui sebuah gambar digital dengan cara mencocokkan tekstur lekuk wajah manusia dengan data yang tersimpan di database (Ramadhan, 2022).

Teknologi pengenalan wajah telah menjadi sebuah isu yang banyak dibahas dalam beberapa tahun terakhir. Teknologi ini membantu pemerintah dan masyarakat untuk mengidentifikasi identitas seseorang dengan menganalisa fitur-fitur yang

dimiliki oleh orang tersebut. Teknologi pengenalan wajah telah banyak digunakan di tempat kerja sebagai sistem kehadiran yang dapat mengetahui waktu kehadiran dan kapan pegawai selesai bekerja (Dharmadinata dkk, 2023).

## 2.4 Convolutional Neural Network

*Convolutional Neural Network* (CNN) merupakan salah satu algoritma *deep learning* yang banyak dipakai dalam *machine learning* khususnya pada kasus citra. Di antara banyaknya model *deep learning* yang ada, *Convolutional Neural Network* terbukti memiliki performa tinggi dalam klasifikasi citra. CNN termasuk dalam kategori *Deep Neural Network* karena kedalaman jaringan yang tinggi dan banyak diaplikasikan pada data citra. CNN terdiri dari neuron yang memiliki bobot, bias dan fungsi aktivasi.



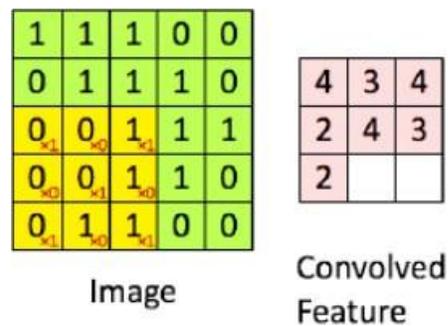
Gambar 1 Proses convolutional neural network (Wijaya dkk, 2021)

Untuk membangun arsitektur CNN terdapat tiga tipe lapisan utama yaitu *convolutional layer*, *pooling layer*, dan *fully-connected layer*.

### 1. Convolution Layer

Konvolusi merupakan suatu istilah matematis yang berarti mengaplikasikan sebuah fungsi pada *output* fungsi lain secara berulang. Dalam pengolahan citra, konvolusi memiliki arti mengaplikasikan sebuah kernel (kotak kuning) pada citra di semua *offset* yang memungkinkan seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah. Kotak hijau secara keseluruhan adalah citra yang akan dikonvolusi. Kernel bergerak dari sudut kiri atas ke kanan bawah. Sehingga

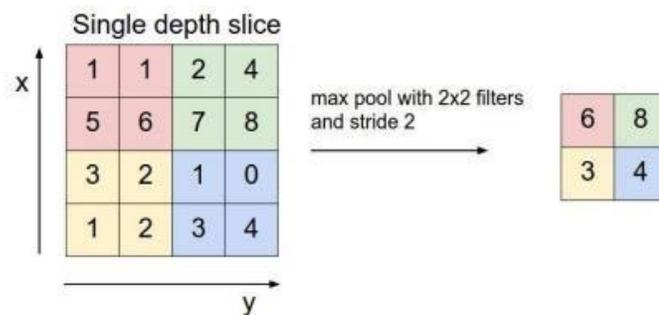
hasil konvolusi dari citra tersebut dapat dilihat pada gambar di sebelah kanannya. Tujuan dilakukannya konvolusi pada data citra untuk mengekstraksi fitur dari citra input. Konvolusi menghasilkan transformasi linear dari data input sesuai informasi spasial pada data. Bobot pada layer tersebut menspesifikasikan kernel konvolusi yang digunakan, sehingga kernel konvolusi dapat dilatih berdasarkan *input* pada CNN (Cahyono, 2020).



Gambar 2 Operasi konvolusi (Cahyono, 2020)

## 2. Pooling Layer

*Pooling layer* merupakan layer yang berada setelah layer konvolusi. Pada prinsipnya, *pooling layer* terdiri dari sebuah filter dengan ukuran dan *stride* tertentu yang akan bergeser pada seluruh area *feature map*. *Pooling* yang biasa digunakan adalah *Max Pooling* dan *Average Pooling*. Penggunaan *Max Pooling* 2x2 dengan stride 2, maka pada setiap pergeseran setiap filter, nilai maksimum pada area piksel 2x2 tersebut yang akan dipilih. Sedangkan pada penggunaan *Average Pooling* akan dipilih nilai rata-ratanya.

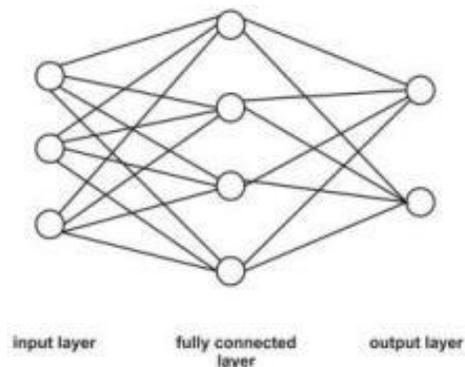


Gambar 3 Max pooling (Diana, 2019)

Ilustrasi *Max Pooling* dapat dilihat pada gambar di atas. Tujuan dari penggunaan *pooling layer* adalah mengurangi dimensi dari *feature map*, sehingga mempercepat komputasi karena parameter yang harus diperbarui semakin sedikit dan mengatasi *overfitting* (Diana, 2019).

### 3. Fully-connected Layer

*Fully connected layer* mengambil *input* dari hasil *output pooling layer* yang berupa *feature map*. *Feature map* tersebut masih berbentuk array multi dimensi, maka lapisan ini akan melakukan *reshape feature map* dan menghasilkan vektor sebanyak n-dimensi dimana n adalah jumlah kelas output yang harus dipilih program. Misalnya lapisan terdiri dari 500 neuron, maka akan diterapkan *softmax* yang mengembalikan daftar probabilitas terbesar untuk masing-masing 10 label kelas sebagai klasifikasi akhir dari jaringan (Wijaya dkk, 2021).



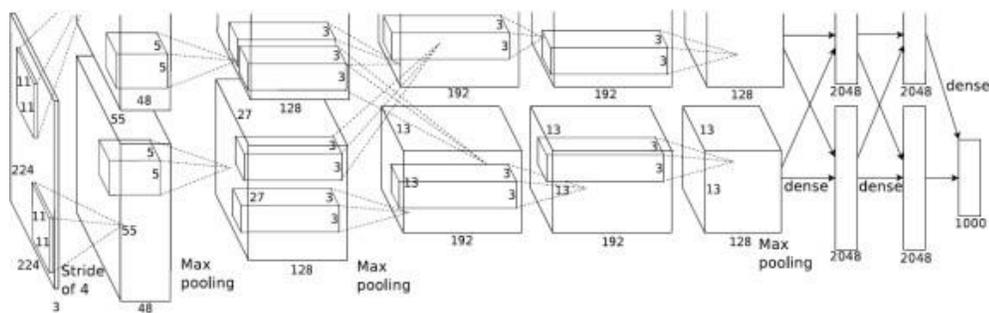
Gambar 4 *Fully-connected layer* (Wijaya dkk, 2021)

## 2.5 Deep Convolutional Neural Network

*Deep Convolutional Neural Network* (DCNN) merupakan pengembangan dari metode *convolutional neural network* yang memiliki perubahan yaitu terdapat lebih dari satu lapisan CNN untuk tahap pembelajaran seperti yang dilakukan menggunakan metode *back-propagation*. Sederhananya, perbedaan utama antara CNN dan DCNN adalah dalam jumlah lapisan dan kompleksitas arsitekturnya. DCNN memiliki lebih banyak lapisan yang memungkinkan untuk menangkap fitur yang lebih kompleks,

sementara CNN biasanya lebih sederhana dan digunakan untuk tugas-tugas yang tidak memerlukan pemahaman fitur yang sangat mendalam (Wiatowski dkk, 2018).

Contoh arsitektur *Deep Convolutional Neural Network* ditunjukkan pada gambar di bawah yang memiliki 8 *weighted layer*. Lima lapisan pertama merupakan *convolutional layer* dan tiga lainnya merupakan *fully-connected layer*. Output dari *fully-connected layer* yang terakhir adalah 1000 *way-softmax* yang menghasilkan distribusi label sebanyak 1000 kelas (Krizhevsky dkk, 2012).



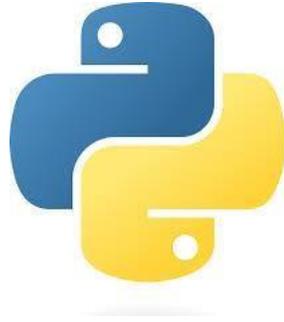
Gambar 5 Arsitektur *deep convolutional neural network* (Krizhevsky dkk, 2012)

## 2.6 Python

Python merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi. Python dibuat agar mudah dibaca dan mudah untuk diterapkan serta bersifat *open-source*. Python juga dikenal sebagai bahasa *script* dijalankan di berbagai sistem operasi lainnya seperti Mac, Windows, dan sebagainya. Python memungkinkan para pemrogram bisa menggunakan kode simpel sejenis dalam bahasa manusia. Python juga bisa digunakan dalam pengembangan web, pemrograman numerik, pengembangan game, akses *port serial*, dan lain-lain (Setiono, 2020).

Dalam beberapa tahun terakhir, Python menjadi bahasa pemrograman yang paling populer digunakan di berbagai belahan dunia. Berdasarkan survei pengembang Stack Overflow tahun 2022, Python menjadi bahasa pemrograman terpopuler keempat. Sebanyak hampir 50% dari responden mengatakan bahwa mereka menggunakan

hampir setengah dari waktu kerja mereka dengan menggunakan bahasa pemrograman ini (Stack Overflow, 2022).



Gambar 6 Python

## 2.7 FaceNet

FaceNet merupakan metode baru yang dikembangkan oleh Google, yang menggunakan algoritma *deep convolutional neural network* (CNN). FaceNet merupakan pengembangan dari Tensorflow yang merupakan pustaka *machine learning* yang dimiliki oleh Google. FaceNet adalah sebuah jaringan neural yang memetakan wajah seseorang menjadi *Euclidean space* (kumpulan dari *geometrical point*) yang dimana nantinya *geometrical point* tersebut menentukan nilai untuk mengukur tingkat kemiripan wajah yang disebut juga dengan *embedding*. *Embedding* diperoleh berdasarkan jarak kemiripan, sehingga jika wajah tersebut semakin mirip akan membuat nilainya semakin kecil dan kebalikannya jika wajah tersebut semakin berbeda akan menghasilkan nilai yang semakin besar (Evelyn dkk, 2022).

Secara garis besar, ekstraksi fitur dapat dijelaskan pada Gambar 7. Sekumpulan gambar wajah akan dimasukkan ke dalam arsitektur *deep learning*. Arsitektur *deep learning* terdiri dari banyak lapisan yang digunakan untuk mendapatkan karakteristik khusus dari wajah. Setelah didapatkan karakteristik tersebut dilakukan proses normalisasi untuk mendapatkan nilai variabel yang mempunyai skala umum yang bertujuan untuk mengubah nilai-nilai sehingga jumlahnya menjadi 1. Normalisasi yang digunakan yaitu L2 yang mengacu pada kuadrat terkecil, yang bekerja dengan

memastikan bahwa jumlah kuadratnya adalah 1. *Embedding* hasil normalisasi yang didapatkan akan dilatih lagi menggunakan *loss function Triplet Loss* untuk mendapatkan kualitas yang sangat baik (Cahyono, 2020).



Gambar 7 Ekstraksi fitur FaceNet (Schroff dkk, 2015)

## 2.8 TensorFlow

Tensorflow adalah *library open-source* yang dikembangkan oleh tim Google *Brain* untuk komputasi numerik dan *machine learning* skala besar. TensorFlow pertama kali dirilis pada tahun 2015 dan telah menjadi salah satu framework yang paling populer di dunia machine learning dan deep learning. TensorFlow menggunakan struktur data yang disebut tensor dan operasi pada tensor yang diwakili sebagai graf aliran data. Hal ini memungkinkan perhitungan dilakukan secara efisien di berbagai platform, termasuk CPU, GPU, dan TPU. Tensorflow menggabungkan banyak model, algoritma *machine learning* dan algoritma *deep learning* (jaringan syaraf). Tensorflow menggunakan Python untuk menyediakan API *front-end* untuk membangun aplikasi dengan *framework*, sekaligus menjalankan aplikasi tersebut dengan performa tinggi. Tensorflow dapat melatih dan menjalankan jaringan syaraf tiruan untuk klasifikasi tulisan tangan, pengenalan gambar, penyematan kata, *recurrent neural network*, *sequence-to-secuence models* untuk terjemahan, pemrosesan *natural language*, dan simulasi berbasis *Partial Differential Equation* (Nurfadillah, 2020).



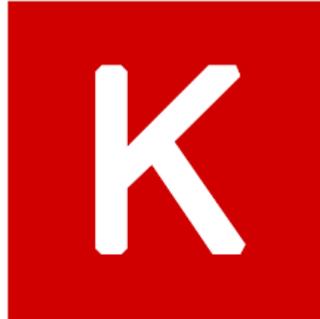
Gambar 8 Tensorflow

## 2.9 Keras

Keras adalah sebuah *library open-source* yang menyediakan antarmuka tingkat tinggi untuk pengembangan dan pelatihan model *neural network*. Keras awalnya dikembangkan oleh François Chollet dan dirilis pada tahun 2015. Keras dirancang untuk memungkinkan pengembangan model *machine learning* yang cepat dan efisien, serta dapat berjalan di atas berbagai *backend*, seperti *TensorFlow*, *Theano*, dan *Microsoft Cognitive Toolkit (CNTK)*.

Keras menyediakan API yang intuitif dan mudah digunakan, sehingga memudahkan pengembang, termasuk pemula, untuk membangun dan melatih model *neural network*. Struktur kode Keras yang sederhana dan bersih memungkinkan pengembangan prototipe dengan cepat. Keras dirancang dengan arsitektur modular yang memungkinkan komponen seperti *layer*, *optimizers*, dan *loss functions* untuk dikombinasikan dengan mudah. Pengembang juga dapat membuat modul-modul baru sesuai kebutuhan mereka. Meskipun awalnya Keras mendukung beberapa *backend*, sejak versi 2.3, Keras berfokus untuk digunakan dengan TensorFlow sebagai *backend* utamanya. Hal ini memberikan keuntungan dalam hal performa dan ekosistem yang lebih terintegrasi. Keras terintegrasi dengan baik dalam ekosistem TensorFlow, memungkinkan pengguna memanfaatkan alat-alat dan library tambahan yang tersedia dalam TensorFlow, seperti TensorFlow Extended (TFX) untuk pipeline produksi,

TensorFlow Lite untuk mobile, dan TensorFlow.js untuk pengembangan berbasis web (Gupta, 2023).



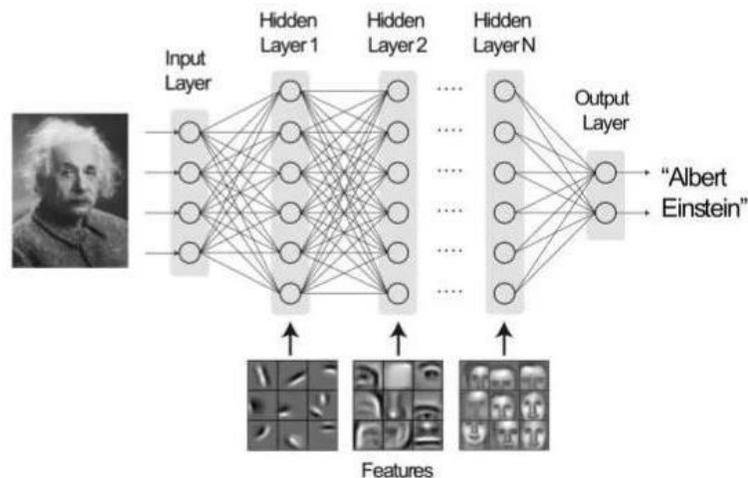
Gambar 9 Keras

## 2.10 Deep Metric Learning

*Deep learning* adalah sub-bidang dalam *machine learning* yang bertujuan untuk mengajarkan komputer untuk melakukan tugas-tugas yang umumnya memerlukan pemahaman manusia. *Deep learning* mencapai hal ini dengan menggunakan arsitektur jaringan neural yang mendalam (*deep neural networks*). Jaringan neural ini terdiri dari banyak lapisan (*layer*) yang memungkinkan model untuk memahami fitur-fitur hierarkis dari data. *Deep learning* memiliki kemampuan untuk secara otomatis mempelajari representasi yang semakin abstrak dari data melalui proses pelatihan dengan menggunakan dataset yang besar.

Algoritma *deep learning* merupakan jaringan neural yang meniru otak manusia. Misalnya, otak manusia memiliki jutaan neuron yang saling terhubung yang bekerja sama untuk mempelajari dan memproses informasi. Demikian pula, jaringan neural mendalam, terbuat dari banyak lapisan neuron buatan yang bekerja sama di dalam komputer. Neuron adalah modul perangkat lunak yang disebut simpul, yang menggunakan perhitungan matematika untuk memproses data. Jaringan neural adalah algoritma *deep learning* yang menggunakan simpul ini untuk memecahkan masalah kompleks. Jaringan neural memiliki beberapa simpul yang menginput data ke

dalamnya. Lapisan input memproses dan meneruskan data ke lapisan lebih jauh di jaringan neural. Lapisan tersembunyi ini memproses informasi pada tingkat yang berbeda, menyesuaikan perilaku saat lapisan tersebut menerima informasi baru. Jaringan neural mendalam memiliki ratusan lapisan tersembunyi yang dapat digunakan untuk menganalisis masalah dari beberapa sudut yang berbeda. Lapisan output terdiri dari simpul yang menghasilkan data. Model *deep learning* yang menghasilkan jawaban "ya" atau "tidak" hanya memiliki dua simpul di lapisan output. Di sisi lain, model yang menghasilkan jawaban yang lebih luas memiliki lebih banyak simpul (Lecun dkk, 2015).



Gambar 10 Hirarki jaringan neural (Agrawal, 2021)

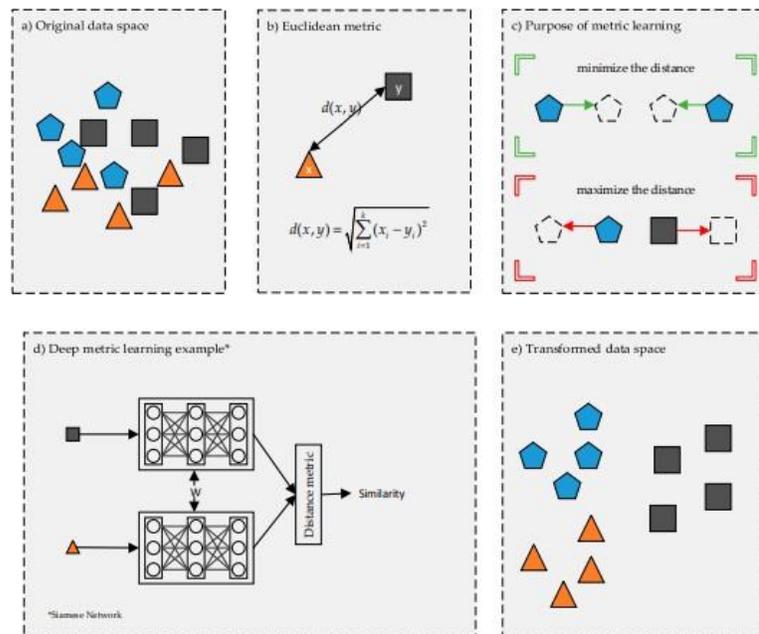
Metrik adalah sebuah fungsi non-negatif antara dua titik yang mendeskripsikan jarak antara kedua titik tersebut. Ada beberapa syarat yang harus dipenuhi oleh metrik antara lain tidak bernilai negatif, memenuhi pertidaksamaan segitiga, dan simetris. *Metric learning* adalah sebuah pendekatan yang didasarkan langsung pada metrik jarak yang bertujuan untuk menetapkan kesamaan atau ketidaksamaan antara objek-objek. *Metric learning* bertujuan untuk mengurangi jarak antara fitur dari objek yang sama dan meningkatkan jarak antara fitur dari objek yang tidak sama. Karena alasan ini, ada pendekatan-pendekatan, seperti k-nearest neighbors, yang menghitung jarak informasi, dan pendekatan dimana data ditransformasi ke dalam representasi baru. Meskipun

pendekatan *metric learning* dipindahkan ke ruang transformasi dengan jarak informasi, metode ini didasarkan pada matrik proyeksi  $W$  (Jyotsana, 2023).

Deep Learning memiliki struktur non-linear yang menggunakan informasi label pada data untuk melakukan proses training, sedangkan Metric Learning memiliki struktur linear yang tidak menggunakan informasi label dalam proses training melainkan menghasilkan suatu nilai atau jarak (batasan) yang nantinya digunakan untuk mengukur kesamaan atau ketidaksamaan pada label tersebut pada proses testing. Deep Metric Learning berbasis pada prinsip nilai kemiripan antara sampel (Sabili dkk, 2021). *Deep Metric Learning* adalah suatu paradigma dalam *machine learning* yang bertujuan untuk menciptakan representasi fitur dari data sehingga memungkinkan pengukuran jarak (metrik) yang baik antara *instance-instance* yang berbeda. Representasi fitur ini dimaksudkan untuk memastikan bahwa *instance* yang mirip (misalnya, gambar wajah dari orang yang sama) memiliki representasi fitur yang dekat satu sama lain dalam ruang vektor, sementara *instance* yang berbeda memiliki representasi fitur yang lebih jauh. *Deep metric learning* menghasilkan representasi fitur dari data dengan menggunakan jaringan saraf tiruan (*neural networks*), khususnya arsitektur *deep learning* seperti *Convolutional Neural Networks* (CNN) untuk data citra atau *Recurrent Neural Networks* (RNN) untuk data berurutan (Kaya dkk, 2019).

*Deep metric learning* menggunakan fungsi *loss* yang dirancang khusus untuk tujuan menciptakan representasi fitur yang baik. Fungsi *loss* ini biasanya dirancang untuk meminimalkan jarak antara *instance-instances* yang semestinya serupa dan memaksimalkan jarak antara *instance-instances* yang semestinya berbeda. Contoh fungsi *loss* yang umum digunakan dalam *Deep Metric Learning* adalah *Contrastive Loss*, *Triplet Loss*, dan *Margin Ranking Loss*. Jarak ini mencerminkan tingkat kesamaan atau perbedaan antara data, dan dapat digunakan untuk berbagai tujuan seperti pengenalan pola atau klasifikasi. Dalam pelatihan *Deep Metric Learning*, teknik *batch hard mining* digunakan untuk memilih contoh positif dan negatif yang paling sulit di dalam setiap *batch* data. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa model lebih fokus pada contoh-contoh yang memberikan kontribusi besar terhadap

pembelajaran dan menghindari contoh-contoh yang terlalu mudah atau terlalu sulit. Representasi fitur yang dihasilkan dari *Deep Metric Learning* memungkinkan pengukuran jarak yang lebih baik antara *instance-instance*. Fungsi jarak ini digunakan untuk mengukur sejauh mana *instance-instance* serupa ditempatkan dalam ruang vektor. Pada umumnya, jarak Euclidean atau Cosine sering digunakan (Thammaiah dkk, 2021).

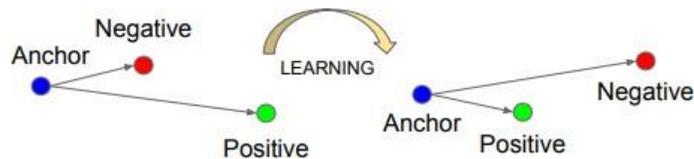


Gambar 11 *Deep metric learning* (Kaya dkk, 2019)

## 2.11 Triplet Loss

*Triplet loss* adalah jenis fungsi *loss* yang banyak digunakan dalam model *deep learning* untuk pengenalan wajah dan tugas-tugas pembelajaran berbasis kemiripan lainnya. Tujuan utama dari *triplet loss* adalah memastikan bahwa *embedding* (representasi fitur) dari item yang mirip lebih dekat satu sama lain, sementara *embedding* dari item yang tidak mirip lebih jauh di ruang fitur. Ini sangat berguna untuk tugas seperti pengenalan wajah, di mana tujuan utamanya adalah mengenali dan membedakan wajah berdasarkan *embedding* yang dihasilkan (Sarigoz, 2022).

*Triplet loss* bekerja menggunakan tiga objek yaitu *anchor*, positif, dan negatif. *Anchor* adalah objek referensi. Positif adalah objek lainnya yang memiliki label yang sama dengan *anchor*. Negatif adalah objek lainnya yang memiliki label yang berbeda dengan *anchor*. *Triplet loss* memastikan bahwa jarak antara *anchor* dan objek positif lebih kecil daripada jarak antara *anchor* dan objek negatif dengan margin. Margin adalah nilai positif yang mendefinisikan seberapa jauh sampel negatif seharusnya dari *anchor* dibandingkan dengan sampel positif. Secara matematis, *triplet loss* didefinisikan sebagai:  $L = \max(0, \|f(A) - f(P)\| - \|f(A) - f(N)\| + \alpha)$ , dimana  $\|f(A) - f(P)\|$  adalah jarak antara *anchor* dan objek positif,  $\|f(A) - f(N)\|$  adalah jarak antara *anchor* dan objek negatif, dan  $\alpha$  adalah margin (Schroff dkk, 2015).



Gambar 12 *Triplet loss* (Schroff dkk, 2015)

## 2.12 Penelitian Terkait

1. Yunita Kurniawan (2019). Sistem Presensi Kelas Menggunakan Pengenalan Wajah Dengan Metode *Haar Cascade Classifier*. Penelitian ini membahas tentang perancangan sistem presensi siswa berbasis pengenalan wajah dengan metode *Haar Cascade Classifier*. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan metode *haar cascade classifier* dalam memantau kehadiran seluruh siswa di kelas secara akurat dan efektif. Tingkat akurasi pengenalan wajah dalam penelitian ini mencapai 75%.
2. Fajri Dkk (2020). Sistem Absensi Berbasis Pengenalan Wajah Secara *Real-Time* menggunakan Metode *Fisherface*. Penelitian ini membahas tentang perancangan sistem absensi untuk mahasiswa secara *real-time* dengan pengenalan wajah menggunakan metode *fisherface*. Tingkat akurasi pengenalan wajah dalam sistem ini mencapai 80%.

3. Prince Setiono dkk (2020). Aplikasi Pengenalan Wajah Untuk Sistem Absensi Kelas Berbasis Raspberry Pi. Penelitian ini membahas tentang perancangan sistem absensi untuk mahasiswa dengan pengenalan wajah menggunakan metode *Local Binary Pattern Histogram* (LBPH). Kekurangan dari penelitian ini adalah kondisi pencahayaan dari kamera raspberry pi *night vision* yang membuat pendeteksian wajah menjadi kurang akurat.
4. Anugrah Ramadhan (2022). Aplikasi *Face Recognition* Untuk Absensi Mahasiswa Dengan Menggunakan Metode *128d Embedding*. Penelitian ini membahas tentang sistem absensi mahasiswa secara *real-time* dengan pengenalan wajah dan suhu objek menggunakan metode *128d Embedding*. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan absensi secara *real-time* dan mengintegrasikan sistem absensi dengan database serta meminimalisir kecurangan yang terjadi pada sistem absensi mahasiswa. Mikrokontroler ditambahkan untuk mendeteksi suhu objek agar kecurangan saat absensi dengan menampilkan foto mahasiswa dari gadget dapat dihindari. Sistem ini mampu mendeteksi wajah dari mahasiswa dengan cukup akurat. Sensor suhu dapat mengetahui suhu dari objek ketika proses absensi sedang berlangsung.
5. Sugeng dkk (2022). Sistem Absensi Pengenalan Wajah dengan Menggunakan pustaka Dlib dan metode K-NN pada Jaringan LAN. Penelitian ini membahas tentang perancangan sistem absensi untuk karyawan berbasis jaringan LAN (*Local Area Network*) dan pengenalan wajah dengan pustaka Dlib. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah K-NN (K-Nearest Neighbors). Pada penelitian ini, sistem dapat mengenali seluruh wajah yang telah didaftarkan.
6. Bernad Oktavianus Siahaan (2021). Implementasi Pengenalan Wajah Untuk Absensi Karyawan Dengan Metode *Eigenface*. Penelitian ini membahas tentang perancangan sistem absensi untuk karyawan berbasis pengenalan wajah dengan metode *Eigenface*. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan teknologi pengenalan wajah ke dalam sistem absensi dan memasukkan data absensi ke dalam database. Tingkat akurasi dari sistem ini bervariasi tergantung dari intensitas cahaya, jarak, dan sudut pandang wajah.