

**SKRIPSI**

**PENERAPAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* PADA *FACE RECOGNITION*  
UNTUK *SMART LOKER***

**Disusun dan diajukan oleh:**

**MUSLIMIN  
D041181303**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2023**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**PENERAPAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK PADA FACE  
RECOGNITION UNTUK SMART LOKER**

Disusun dan diajukan oleh

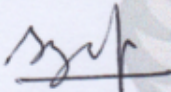
**Muslimin  
D041181303**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Pada tanggal 12 April 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

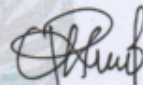
Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Prof. Dr. Ir. Syafruddin Syarif, MT.  
NIP. 196111251988021001



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

Ketua Program Studi,



Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T., IPM  
NIP. 196910261994122001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Muslimin  
NIM : D041181303  
Program Studi : Teknik Elektro  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

### PENERAPAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* PADA *FACE RECOGNITION* UNTUK *SMART LOKER*

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, 5 April 2023

Yang menyatakan



Muslimin

## ABSTRAK

**MUSLIMIN.** *Penerapan Metode Convolutional Neural Network pada Face Recognition untuk Smart Loker* (dibimbing oleh Syafruddin Syarif dan Merna Baharuddin).

Dewasa ini, sistem keamanan menjadi salah satu isu penting yang perlu diulas dilingkungan masyarakat umum, dimana kejadian pencurian menjadi tindak kejahatan yang paling banyak terjadi. Banyaknya kasus tindak kriminal pencurian tentunya disebabkan karena lemahnya sistem keamanan yang diterapkan. Biometrik menjadi salah satu opsi dalam membangun sistem keamanan yang kuat, dikarenakan setiap individu yang memiliki keunikan karakter masing-masing seperti sidik jari, suara, iris mata, dan karakteristik wajah. Salah satu biometrik yang dianggap kuat dalam membangun sistem keamanan adalah pengenalan wajah atau *Face Recognition*. Pada penelitian ini digunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) yang merupakan salah satu turunan dari *Deep Learning* sebagai metode pengenalan wajah untuk membangun sistem pengenalan wajah pada loker atau tempat penyimpanan barang. Dalam perancangan sistem, jumlah *dataset* yang digunakan yaitu sebanyak 8.820 data yang dibagi menjadi data *train* (80%) serta data *test* (20%). Kemudian dilakukan proses *training* data menggunakan metode pembelajaran *deep learning* dengan model CNN (*Convolutional Neural Network*), hasil dari proses training diperoleh *validation accuracy* mencapai 99.81% serta *validation loss* mencapai 0.004 setelah melalui 12 *epochs*. Selanjutnya, dilakukan analisis pengujian untuk mendapatkan presentase akurasi sistem secara keseluruhan. Dari pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini, diperoleh presentase akurasi sistem sebesar 87,5% dalam mengenali satu orang yang ada dalam *dataset*, dan juga akurasi sebesar 100% untuk orang yang tidak ada di dalam *dataset* (*unknown*). Pengujian juga dilakukan terhadap satu orang yang ada dalam *dataset* dan tidak ada dalam *dataset* yang berada dalam satu *frame* di depan kamera. Hasilnya sistem dapat mengenali wajah keseluruhan dan dapat membedakan orang yang ada di *dataset* dan yang tidak ada di *dataset* (*unknown*). Untuk pengujian dengan dua wajah orang yang mirip diperoleh bahwa model yang dibuat tidak mampu untuk membedakan kedua wajah tersebut dimana wajah yang terdeteksi oleh kamera menunjukkan label yang sama yaitu aqifa dengan nilai *confidence* masing-masing 100% dan 99,99%.

Kata Kunci: *Deep Learning, Face Recognition, Convolutional Neural Network, Dataset, Biometrik*

## ABSTRACT

**MUSLIMIN.** *Application of the Convolutional Neural Network Method for Face Recognition for Smart Lockers* (supervised by Syafruddin Syarif and Merna Baharuddin).

Today, the security system is an important issue that needs to be reviewed in the general public, where theft is the most common crime. The number of cases of criminal theft is certainly caused by the weakness of the security system that is implemented. Biometrics is an option in building a strong security system, because each individual has their own unique characteristics such as fingerprints, voice, iris, and facial characteristics. One of the biometrics that is considered strong in building security systems is facial recognition or Face Recognition. In this study, the Convolutional Neural Network (CNN) method was used which is a derivative of Deep Learning as a facial recognition method to build a facial recognition system in lockers or storage areas. In designing the system, the number of datasets used is 8,820 data which is divided into train data (80%) and test data (20%). Then the data training process was carried out using the deep learning method with the CNN (Convolutional Neural Network) model, the results of the training process obtained validation accuracy reaching 99.81% and validation loss reaching 0.004 after going through 12 epochs. Next, a test analysis is carried out to get the percentage of overall system accuracy. From the tests that were carried out in this study, it was obtained that the percentage of system accuracy was 87.5% in recognizing one person in the dataset, and also an accuracy of 100% for people who were not in the dataset (unknown). Tests were also carried out on one person who was in the dataset and not in the dataset who was in one frame in front of the camera. As a result, the system can recognize the whole face and can distinguish people who are in the dataset and those who are not in the dataset (unknown). For testing with two faces of similar people, it was found that the model made was unable to distinguish the two faces where the face detected by the camera showed the same label, namely aqifa with a confidence value of 100% and 99.99% respectively.

Keywords: Deep Learning, Face Recognition, Convolutional Neural Network, Datasets, Biometrics

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
ABSTRAK .....	iii
ABSTRACT .....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL .....	x
KATA PENGANTAR .....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	xi
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Batasan Masalah .....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Penelitian Terdahulu ( <i>State of the Art</i> ).....	5
2.2. Internet of Things .....	7
2.3. <i>Face Recognition</i> (Pengenalan Wajah) .....	8
2.4. Convolutional Neural Network .....	8
2.5. NodeMCU .....	9
2.6. Solenoid Door Lock.....	10
2.7. Limit Switch .....	11
2.8. Web Server .....	11
2.9. API(Application Programming Interface).....	12
2.10. Bahasa Pemrograman Python.....	13
BAB III METODE PENELITIAN.....	14
3.1. Diagram Penelitian .....	14
3.2. Rancangan Penelitian .....	15
3.2.1. Rancangan Sistem Pengenalan Wajah.....	15
3.2.2. Rancangan Hardware.....	24
3.3. Waktu dan Lokasi Penelitian.....	24
3.4. Bahan dan Alat .....	25
3.5. Pengujian .....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	28
4.1. Umum .....	28
4.2. Pengujian Kemampuan Sistem dalam Mengenal ( <i>Recognize</i> ).....	28

4.2.1. Pengujian Terhadap Satu Orang yang ada di dalam <i>Dataset</i> .....	28
4.2.2. Pengujian Terhadap Satu Orang yang tidak ada dalam <i>Dataset</i> .....	32
4.2.3. Pengujian Gabungan Satu Orang yang ada dalam <i>Dataset</i> dan tidak ada dalam <i>Dataset</i> .....	35
4.2.4. Pengujian tambahan untuk dataset dengan wajah yang mirip .....	37
4.3. Pengujian Pengenalan Wajah ( <i>Face Recognition</i> ) untuk Sistem Penguncian Loker .....	38
4.3.1. Tampilan Aplikasi Website (GUI) .....	38
4.3.2. Pengujian Pengenalan Wajah melalui <i>Website</i> .....	39
4.3.3. <i>Datasbase</i> Sistem .....	41
4.4. Pengujian kinerja Hardware Sistem Penguncian Loker .....	42
BAB V SIMPULAN DAN SARAN .....	48
5.1 Kesimpulan .....	48
5.2 Saran .....	49
DAFTAR PUSTAKA .....	50

## DAFTAR TABEL

Tabel 1 State of The Art.....	5
Tabel 2 Contoh Hasil Preproses Data .....	17
Tabel 3 Jadwal Kegiatan Penelitian .....	25
Tabel 4 Alat dan Bahan Penelitian.....	25
Tabel 5 Pengujian dengan Posisi Wajah yang Berbeda-beda Untuk Satu Orang yang Ada di Dataset.....	29
Tabel 6 Hasil Pengujian dengan Posisi Wajah yang Berbeda-beda Untuk Satu Orang yang Ada di Dataset.....	31
Tabel 7 Pengujian dengan Posisi Wajah yang Berbeda-beda Untuk Satu Orang yang Ada di Dataset.....	32
Tabel 8 Hasil Pengujian dengan Posisi Wajah yang Berbeda-beda Untuk Satu Orang yang Ada di Dataset.....	34
Tabel 9 Hasil pengujian hardware berdasarkan listing program.....	44



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Arsitektur Convolutional Neural Nertwork.....	9
Gambar 2 NodeMCU ESP8266 .....	10
Gambar 3 Solenoid Door Lock .....	11
Gambar 4 Limit Switch.....	11
Gambar 5 REST API.....	12
Gambar 6 Diagram alir penelitian.....	14
Gambar 7 Flowcahrt perancangan sistem pengenalan wajah .....	15
Gambar 8 Dataset yang dikumpulkan .....	16
Gambar 9 Hasil preproses data .....	17
Gambar 10 Metode pembagian dataset .....	20
Gambar 11 Output layer konvolusi dan pooling pertama .....	20
Gambar 12 Output layer pooling ke-4 .....	21
Gambar 13 Sampel program untuk proses training.....	21
Gambar 14 Tampilan selama proses training .....	22
Gambar 15 Program untuk menampilkan grafik accuracy dan loss .....	22
Gambar 16 Grafik accuracy dan loss .....	23
Gambar 17 Rancangan Hardware Sistem .....	24
Gambar 18 Diagram blok pengujian .....	27
Gambar 19 Sampel wajah orang yang tidak ada di dalam dataset.....	36
Gambar 20 Hasil pengujian gabungan dua orang di depan kamera.....	36
Gambar 21 Sampel dua wajah yang mirip .....	37
Gambar 22 Pengujian dua wajah yang mirip .....	38
Gambar 23 Tampilan Utama Website.....	38
Gambar 24 halaman <i>history website</i> .....	39
Gambar 25 Flowchart sistem pengenalan wajah melalui website .....	40
Gambar 26 Sampel wajah yang berhasil dikenali melalui website.....	40
Gambar 27 Sampel wajah yang berlabel unknown pada website .....	41
Gambar 28 <i>Database</i> riwayat pengenalan wajah.....	41
Gambar 29 Rangkaian Penguncian Loker Otomatis.....	43
Gambar 30 Listing program untuk pengujian Hardware sistem .....	43

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Isi app.py .....	53
LAMPIRAN 2 Isi facerecognition.py .....	57
LAMPIRAN 3 Hasil preproses setiap kelas data .....	64
LAMPIRAN 4 Tampilan Pengujian Web .....	70

**DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL**

<b>Lambang/Singkatan</b>	<b>Arti dan Keterangan</b>
IoT	<i>Internet of Things</i>
ANN	<i>Artificial Neural Network</i>
CNN	<i>Convolutional Neural Network</i>
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
HTTPS	<i>Hyeprtex Transfer Protokol Secure</i>
HTML	<i>Hypertext Markup Language</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
REST	<i>Representational State Transfer</i>
GUI	<i>Graphical User Interface</i>

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa karena hanya atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Tugas akhir ini berjudul “**Penerapan Metode Convolutional Neural Network pada Face Recognition untuk Smart Loker**” Penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan jenjang Strata-1 di Departemen Teknik Elektro Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tanpa bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak, sangatlah sulit untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Baik di masa perkuliahan sampai dengan masa penyusunan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT. yang telah memberikan Kesehatan dan keselamatan selama melakukan penelitian Proyek Akhir ini.
2. Rasulullah Muhammad Sallallahu Alaihi Wasallam sebagai panutan serta tauladan dalam berahlak, bermuamalah dan menjalankan amanah serta sunnah beliau dalam melaksanakan penelitian tugas akhir.
3. Orang Tua tercinta penulis dan keluarga, yang telah memberikan dukungan moral maupun materil serta doa yang tak pernah putus selama penulis menjalani pendidikan hingga dapat menyelesaikan tugas akhir.
4. Bapak Prof.Dr.Ir. Syafruddin Syarif, MT., selaku pembimbing utama dan Ibu Merna Baharuddin, ST., M.Tel.Eng., Ph.D., selaku dosen pembimbing II yang telah menyempatkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis selama masa perkuliahan hingga penyusunan tugas akhir.
5. Bapak Azran Budi Arief, ST., MT., selaku penguji utama dan Ibu Ida Rachmaniar Sahali, ST., MT., selaku penguji kedua yang telah memberi saran dan kritikan dalam penyusunan tugas akhir.
6. Bapak dan Ibu Dosen/Staf di Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas didikan dan arahnya selama masa perkuliahan.
7. Teman saya Kiky Rizkianunky Woluwo yang menjadi partner Lab saya, yang banyak membantu dalam membangun tugas akhir ini.

8. Teman saya Wahyu Afriansyah yang juga banyak membantu dalam membangun tugas akhir ini.
9. Teman-teman Lab. Jaringan Komputer; Kiky, Amirul, Fina, Rani, Ihsanul, Renia, dan Opi yang selalu menemani penulis selama penelitian di laboratorium.
10. Teman-teman CAL18RATOR yang telah banyak menemani penulis baik suka maupun duka dari awal hingga akhir perkuliahan.
11. Semua orang yang telah membantu dan menginspirasi penulis namun tidak sempat disebutkan.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa dalam tugas akhir ini mungkin masih terdapat kekurangan, oleh karenanya penulis mengharapkan saran serta masukan yang membangun dari semua pihak. Semoga tugas akhir ini dapat memberi manfaat bagi penulis sendiri maupun kepentingan bersama.

Gowa, Maret 2023

Penulis

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Dewasa ini, sistem keamanan menjadi salah satu isu penting yang perlu diulas dilingkungan masyarakat umum. Merujuk dari data Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2011-2018 jenis kejadian pencurian merupakan tindak kejahatan yang paling banyak terjadi dengan kasus mencapai lebih dari 36-45 persen (B. P. Statistik, 2021). Banyaknya kasus tindak kriminal pencurian tentunya disebabkan karena lemahnya sistem keamanan yang diterapkan.

Selaras dengan perkembangan tren teknologi industri 4.0 seperti *Internet of Things* (IoT) serta *Artificial Intelligent* (AI) mendorong para peneliti dalam melakukan berbagai inovasi termasuk mengembangkan sistem keamanan (Eki Riyadani, n.d.). Umumnya sistem keamanan yang digunakan masih berupa sistem konvensional yang menggunakan anak kunci, tentunya hal ini mempunyai risiko anak kunci dapat diduplikasi. Adapun penggunaan *Radio Frequency Identification* (RFID) sebagai sistem keamanan (Ade Mubarak et al., 2018), dinilai masih mempunyai kelemahan dimana kartu RFID dapat hilang ataupun rusak.

Biometrik menjadi salah satu opsi dalam membangun sistem keamanan yang kuat, dikarenakan setiap individu yang memiliki keunikan karakter masing-masing seperti sidik jari, suara, iris mata, dan karakteristik wajah. Salah satu biometrik yang dianggap kuat dalam membangun sistem keamanan adalah pengenalan wajah atau *Face Recognition* (Pricop, 2019). Pengenalan wajah adalah jenis biometrik yang didasarkan pada informasi fitur wajah manusia. Teknik pengenalan wajah merupakan sistem yang konkurensi tinggi, nonkontak, serta penggunaan yang mudah (Mundial et al., 2020).

Telah banyak penelitian yang terdahulu mengenai sistem pengenalan wajah dengan berbagai algoritma yang dapat digunakan, diantaranya dalam penelitian (Alam et al., 2015) yang menggunakan algoritma *Eigenface* dalam mengenali objek foto pada *Id Card* memperoleh nilai akurasi sebesar 93% dari citra yang diujikan sebanyak 10 citra wajah yang terdapat pada *data training*. Penelitian lainnya oleh (Fauzan et al., 2018) menggunakan algoritma *Local*

*Binary Pattern Histogram* (LBPH) berhasil membuat aplikasi cerdas berbasis android yang dapat mendeteksi wajah manusia dengan tingkat akurasi sebesar 95.56% dengan waktu komputasi 2.35 detik. Penelitian dari (Dhanny et al., 2021), (Rama Mitra, 2021) menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) yang merupakan salah satu turunan dari *Deep Learning* untuk membangun sistem pengenalan wajah.

Dalam hal ini peneliti berencana mengimplementasikan algoritma *Convolutional Neural Network* sebagai algoritma *Face Recognition* pada suatu loker atau tempat penyimpanan barang. Adapun penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian oleh (Singgalen, 2017) yang menggunakan algoritma *Eigenface* sebagai sistem pengenalan wajah untuk akses loker penyimpanan barang, algoritma *Eigenface* dipilih karena dinilai cukup sederhana dibandingkan metode lainnya namun pada hasil penelitian menunjukkan tingkat akurasi yang masih rendah pada keadaan tertentu yaitu 50% pada kondisi cahaya redup dan 75% pada pengambilan citra jarak jauh (60 cm). Hal ini dapat dipengaruhi oleh penggunaan kamera dengan kualitas pengambilan gambar yang kurang sehingga peneliti berencana menggunakan kamera bawaan smartphone atau laptop dimana untuk saat ini sudah banyak dari perangkat tersebut yang dibekali dengan kamera yang cukup bagus, sehingga nantinya user hanya perlu membuka aplikasi yang berbasis web melalui browser di smartphone maupun laptop untuk mengakses suatu loker atau tempat penyimpanan barang.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara merancang sistem penguncian loker dengan menggunakan metode pengenalan wajah.
2. Bagaimana cara menganalisis dan mengevaluasi hasil perancangan dari pengenalan wajah menggunakan metode *Convolutional Neural Network*.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Membuat perancangan sistem penguncian loker dengan menggunakan metode pengenalan wajah.
2. Menganalisis dan mengevaluasi hasil perancangan dari pengenalan wajah menggunakan metode *Convolutional Neural Network*.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan kemudahan dalam mengakses tempat penyimpanan barang (loker) serta meminimalisir terjadinya tindak kejahatan akibat tingkat keamanan loker yang kurang.
2. Memberikan wawasan dan pengetahuan bagi penulis dan para pembaca mengenai implementasi *face recognition* dalam kehidupan sehari-hari.
3. Sebagai sumber referensi bagi pembaca apabila ingin membuat project mengenai *face recognition* ataupun sistem keamanan yang lebih spesifik lainnya.

### **1.5. Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Perancangan sistem penguncian loker ini hanya menggunakan satu buah loker dengan satu *user* yang memiliki hak akses.
2. Tidak ada fitur registrasi dalam sistem penguncian loker ini.
3. Bahasa pemrograman yang digunakan yaitu Python versi 3.7.

### **1.6. Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :



BAB I PENDAHULUAN, bab ini berisi uraian tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, pada bab ini menjelaskan teori-teori penunjang materi penelitian yang diambil dari berbagai sumber ilmiah yang digunakan dalam penulisan laporan tugas akhir.

BAB III METODE PENELITIAN, bab ini membahas tentang rancangan penelitian, waktu dan lokasi penelitian, bahan dan alat, teknik pengumpulan data, serta langkah-langkah penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, bab ini membahas hasil dan pembahasan dari penelitian yang dilakukan.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN, bab ini berisi kesimpulan dari hasil dan pembahasan yang diperoleh selama pembuatan tugas akhir serta saran yang diperlukan untuk pengembangan lebih lanjut di masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA, pada bagian ini berisi sumber atau rujukan dari pengerjaan tugas akhir.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Penelitian Terdahulu (*State of the Art*)

*State of The Art* merupakan jurnal yang digunakan sebagai referensi dalam penelitian ini. *State of The Art* juga memberikan penjabaran mengenai perbedaan antara penelitian terdahulu dan penelitian yang akan dilakukan. Berikut ini adalah *State of The Art* yang dijabarkan dalam bentuk tabel/matriks.

Tabel 1 State of The Art.

No.	Deskripsi Jurnal	Pembahasan
1.	<p><b>IMPLEMENTASI CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK FACIAL RECOGNITION</b></p> <p><b>Tahun:</b> 2021</p> <p><b>Peneliti:</b> Dhanny Setiawan Andika Dwi Putra Kezia Stefani Jenisa Felisa</p>	<p><b>Hasil Penelitian:</b></p> <p>Sistem memiliki kemampuan untuk mendapatkan tingkat akurasi yang cukup tinggi yaitu sebesar 97,64% dengan menggunakan 5 <i>epoch</i>. Pengujian terhadap wajah yang terdapat dalam kartu pengenalan dan wajah yang ditampilkan melalui layar telepon genggam tidak dapat diprediksi dengan benar oleh sistem. Hal tersebut disebabkan karena pengenalan wajah merupakan sistem biometrik yang bersifat unik dan tidak dapat dipalsukan.</p> <p><b>Alasan Menjadi Tinjauan Penelitian:</b></p> <p>Jurnal berikut dapat memperkuat penelitian ini dengan memberikan referensi mengenai seberapa besar tingkat akurasi yang dapat dihasilkan dengan menggunakan model <i>Convolutional Neural Network</i></p> <p><b>Perbedaan dengan Penelitian yang Akan Dilakukan:</b></p> <p>Penelitian dalam jurnal ini membahas mengenai penggunaan CNN untuk pengenalan wajah saja, sedangkan penelitian yang akan dilakukan yaitu</p>

No.	Deskripsi Jurnal	Pembahasan
		mengaplikasikan sistem pengenalan wajah menggunakan CNN pada sistem penguncian loker.
2.	<p><b>Perancangan Aplikasi Sistem Pengenalan Wajah Dengan Metode <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN) Untuk Pencatatan Kehadiran Karyawan Tahun: 2021</b></p> <p><b>Peneliti:</b> Efanntyo Aditya Rama Mitra</p>	<p><b>Hasil Penelitian:</b> Aplikasi yang dirancang mampu mengenali wajah karyawan pada jarak 1,2 meter dari kamera dengan akurasi rata-rata 69%. Sistem yang dibangun memiliki tingkat akurasi pengenalan wajah yang dipengaruhi jarak antara kamera dengan wajah karyawan pada pencahayaan 24 lux. Pengukuran pada jarak 30 cm memberikan hasil rata-rata tingkat akurasi sebesar 81%, sementara pengukuran pada jarak 60 cm, 90 cm, dan 120 cm memberikan hasil rata-rata tingkat akurasi sebesar 81%;72%;69%.</p> <p><b>Alasan Menjadi Tinjauan Penelitian:</b> Jurnal berikut dapat memperkuat penelitian ini dengan memberikan referensi mengenai berbagai faktor yang dapat mempengaruhi tingkat akurasi yang dihasilkan dari model CNN yaitu jarak antara kamera dengan wajah serta tingkat pencahayaan.</p> <p><b>Perbedaan dengan Penelitian yang Akan Dilakukan:</b> Penelitian dalam jurnal ini membahas mengenai penggunaan CNN untuk kegiatan absensi dimana aplikasi sistem yang dibuat masih berjalan secara manual di perangkat laptop, sedangkan penelitian yang akan dilakukan yaitu mengaplikasikan sistem pengenalan wajah menggunakan CNN pada sistem penguncian</p>

No.	Deskripsi Jurnal	Pembahasan
		loker yang mana akan berjalan secara otomatis pada web server.
3.	<p><b>Sistem Pengenalan Wajah sebagai Akses Loker Penyimpanan Barang</b></p> <p><b>Tahun:</b> 2017</p> <p><b>Peneliti:</b> Rinaldo Singgalen</p>	<p><b>Hasil Penelitian:</b> Implementasi metode <i>eigenface</i> pada sistem pengenalan citra wajah untuk setiap percobaannya memiliki tingkat akurasi 50% pada kondisi cahaya redup (pengambilan citra pada malam hari), dan 100% pada kondisi terang (pengambilan citra pada siang hari), serta memiliki tingkat keberhasilan 100% pada pengambilan citra jarak dekat (25 cm), dan 75% pada pengambilan citra jarak jauh (60 cm).</p> <p><b>Alasan Menjadi Tinjauan Penelitian:</b> Jurnal berikut memberikan referensi mengenai rancangan <i>hardware</i> dan mekanik untuk membangun sistem penguncian loker.</p> <p><b>Perbedaan dengan Penelitian yang Akan Dilakukan:</b> Penelitian dalam jurnal ini membahas sistem pengenalan wajah menggunakan algoritma <i>eigenface</i> untuk akses loker, sedangkan penelitian yang akan dilakukan menggunakan algoritma CNN dimana memiliki performa yang lebih baik.</p>

## 2.2. Internet of Things

*Internet of Things* atau yang disingkat IoT merupakan suatu konsep dimana dapat menghubungkan semua perangkat atau layanan satu dengan yang lain sehingga dapat terjadi interaksi dalam mengumpulkan, bertukar serta memproses sebuah data (Mundial et al., 2020). Dapat dikatakan *Internet of Things* bertujuan untuk

dapat memperluas manfaat dari jaringan internet yang secara terus-menerus terhubung. Istilah *Internet of Things* sendiri pertama kali direpresentasikan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999 dan terkenal di MIT melalui Auto-ID Center (Alam et al., 2015). Berdasarkan arti kalimatnya sendiri *Internet of Things* berarti Internet merupakan aspek dari segalanya, sehingga bisa disimpulkan bahwa koneksi internet memiliki peran terbesar dalam konsep IoT.

IoT bekerja dengan memanfaatkan hubungan sesama mesin yang saling terhubung secara otomatis tanpa bantuan dari pengguna dengan jarak serta fungsi yang berbeda-beda sesuai dengan program yang ingin diterapkan. Oleh karenanya pengguna hanya perlu mengatur dan mengawasi proses berjalannya alat. Pada dasarnya *Internet of Things* terdiri atas tiga aspek dasar yaitu : *Hardware* (Perangkat Keras), jaringan internet, dan penyimpanan yang berbasis *cloud* (Fauzan et al., 2018).

### **2.3. Face Recognition (Pengenalan Wajah)**

*Facial recognition* atau yang biasa disebut *Face recognition* merupakan aplikasi biometrik yang mana mampu mengidentifikasi serta memverifikasi wajah seseorang secara unik. Cara kerjanya yaitu membandingkan dan menganalisa pola berdasarkan pada bentuk wajah. *Face recognition* banyak digunakan untuk tujuan keamanan, selain itu juga digunakan untuk bidang lainnya. Terdapat pula beberapa teknik, keuntungan serta kekurangan dalam penggunaan *face recognition* (Andri Nugraha Ramdhon & Fadly Febriya, 2021).

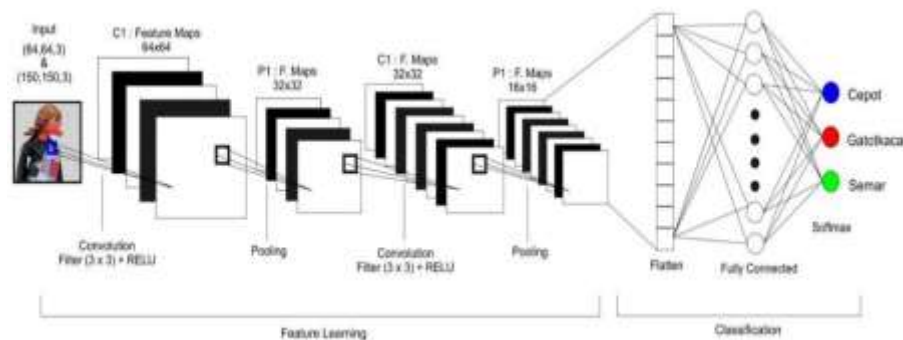
*Face recognition* menjadi suatu teknologi yang sedang berkembang saat ini dalam mengenali individu, yang telah banyak menarik kalangan peneliti serta industri. Sistem pengenalan wajah sendiri terdiri dari : akuisisi citra wajah, deteksi wajah, ekstraksi fitur wajah dan pepadanan (Jurjawi, 2020).

### **2.4. Convolutional Neural Network**

CNN (*Convolutional Neural Network*) merupakan salah satu jenis *Deep Learning* yang cukup banyak menghasilkan terobosan dalam kurun waktu dekade terakhir ini khususnya di berbagai bidang yang berkaitan dengan pengenalan pola dari suatu pemrosesan gambar, deteksi objek sampai dengan pengenalan wajah. CNN

dapat mengurangi jumlah parameter dalam ANN (*Artificial Neural Network*) yang menjadi aspek yang paling menguntungkan. Terobosan ini membuat para peneliti serta pengembang dapat mendekati model yang lebih baik dalam menyelesaikan permasalahan yang kompleks yang tidak dapat dilakukan bila hanya mengandalkan jaringan saraf tiruan biasa (Jurjawi, 2020).

Tipe layer pada CNN secara umum terdiri dari *feature learning/extraction* dan *classification layer*. Dimana *feature extraction* sendiri terdiri dari *convolution layer*, *activation* dan *pooling layer*. Sementara untuk *classification layer* terdiri dari *flatten*, *fully connected layer* dan *output layer*. Arsitektur CNN merupakan arsitektur yang mirip dengan pola hubungan neuron atau saraf yang terdapat pada otak manusia, yang mana CNN sendiri terinspirasi dari Visual Cortex, yaitu bagian pada otak yang tugasnya memproses informasi dalam bentuk visual (Albawi et al., 2017). Arsitektur dari CNN (*Convolutional Neural Network*) ditunjukkan pada gambar 1.

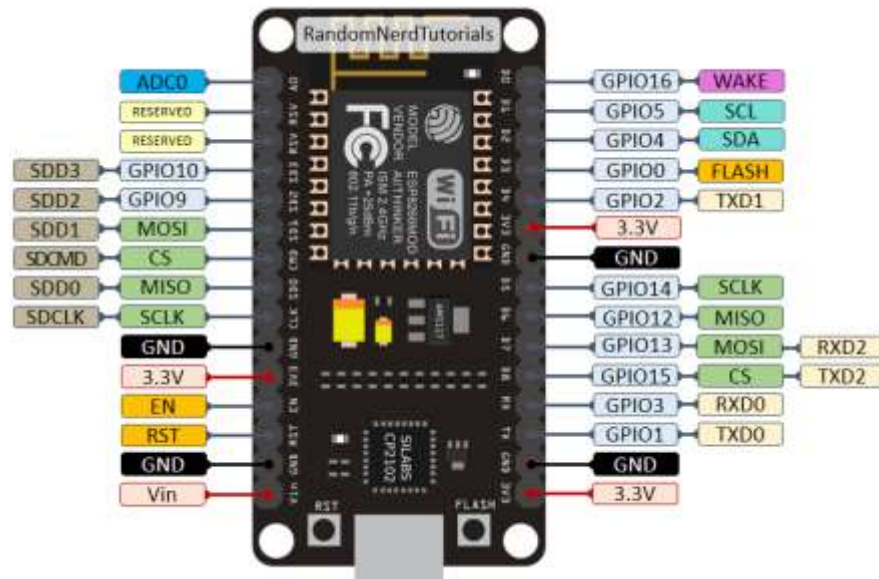


Sumber : <https://www.researchgate.net/figure/Gambar-51>  
Gambar 1 Arsitektur Convolutional Neural Network

## 2.5. NodeMCU

NodeMCU merupakan suatu board elektronik dengan basis chip ESP8266 yang bersifat *opensource platform* IoT, artinya bersifat terbuka dengan pengguna dibebaskan memodifikasi dan menggunakan kode programnya. NodeMCU menggunakan bahasa pemrograman *scripting* Lua, tetapi nodeMCU juga dapat diprogram melalui *compiler* Arduino IDE. Sistem dari NodeMCU merupakan versi ringkas dari sistem yang ada pada ESP8266 dimana setiap sistem rumit yang terdapat pada ESP8266 telah di-*built-in* pada sistem NodeMCU. Fitur yang

dimiliki NodeMCU selayaknya *mikrokontroler* dengan akses terhadap WiFi serta chip komunikasi USB to serial sehingga memudahkan dalam melakukan pemrograman melalui kabel USB (Satriadi et al., 2019).



Sumber : <https://tutor.okeguru.com/2020/01/arsitektur-nodemcu-esp8266-gpio.html>

Gambar 2 NodeMCU ESP8266

## 2.6. Solenoid Door Lock

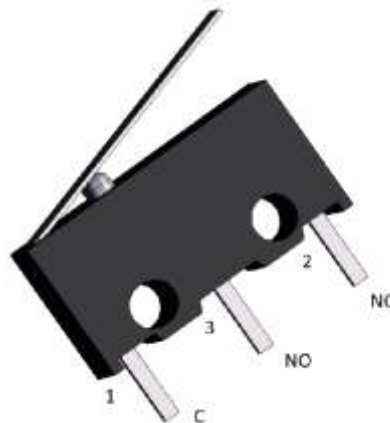
*Solenoid Door Lock* merupakan komponen elektronik dengan fungsi khusus untuk mengunci pintu secara otomatis menggunakan bantuan listrik. Terdapat dua jenis solenoid yaitu *Normally Close* (NO) dan *Normally Open* (NO). Untuk *Normally Close* (NC) bekerja dengan cara apabila diberi tegangan maka batang solenoid akan bergerak menutup, sementara untuk *Normally Open* (NO) bekerja dengan cara apabila diberi tegangan maka solenoid akan terbuka. Pada umumnya solenoid bekerja pada tegangan 12V tetapi untuk bekerja dengan pin IC digital hanya membutuhkan tegangan 5V (Budihartato, 2018).



Sumber : <https://digiwarestore.com/8592/solenoid-door-lock-12v-dc-267059.jpg>  
Gambar 3 Solenoid Door Lock

## 2.7. Limit Switch

*Limit switch* merupakan jenis saklar dengan sebuah katup yang berfungsi sebagai tombol. Memiliki prinsip kerja yang sama dengan saklar *Push ON* pada umumnya, hanya saja *limit switch* akan menghubungkan ketika ditekan pada batas penekanan tertentu dan akan memutus ketika katup tidak ditekan. *Limit switch* sering diterapkan sebagai sensor posisi suatu objek yang bergerak (Agus Purnama, 2022).



Sumber : <https://components101.com/switches/micro-switch-or-snap-action-switch>  
Gambar 4 Limit Switch

## 2.8. Web Server

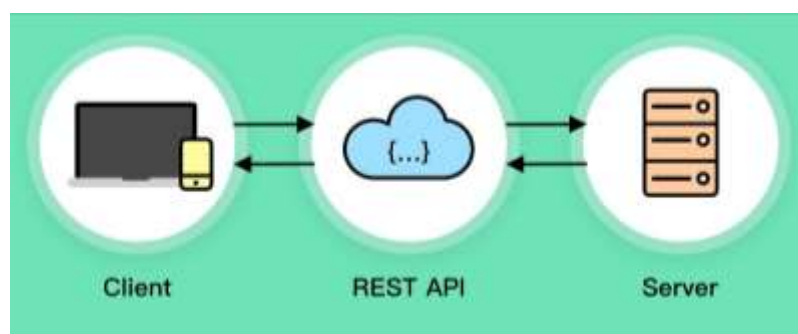
Web pertama kali dikembangkan oleh Tim Berners-Lee dari *European Center for Nuclear Research* (CERN) Tahun 1989 dengan tujuan untuk memberi kemudahan



dalam bertukar informasi ilmu pengetahuan dalam bentuk sistem *hypertext* (Apsari & Prapanca, 2018). Web server merupakan sebuah perangkat lunak berupa layanan data dengan fungsi untuk menerima permintaan dari HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) ataupun HTTPS (*Hypertext Transfer Protokol Secure*) yang dikirim oleh pengguna melalui web browser. Memiliki umpan balik berupa tampilan halaman web yang hendak diakses. Pada umumnya web memiliki format tampilan berupa HTML (*Hypertext Markup Language*) dengan alasan penggunaan yang lebih sederhana serta mudah dipahami (Satriadi et al., 2019).

## 2.9. API(Application Programming Interface)

Application Programming Interface (API) merupakan suatu teknologi yang memungkinkan terjadinya pertukaran informasi ataupun data antar dua atau lebih aplikasi. API berupa antarmuka virtual dengan fungsi tertentu antara dua perangkat lunak yang saling bekerja sama, misalnya antara suatu aplikasi word processor dan spreadsheet. API tersedia untuk sistem windowing, *database*, file, serta sistem jaringan (Hanafi et al., 2017).



Sumber : <https://blog.bytebytego.com/p/why-is-restful-api-so-popular>

Gambar 5 REST API

Terdapat berbagai jenis API berdasarkan cara kerjanya, salah satunya yang paling populer digunakan yaitu API REST. REST sendiri merupakan singkatan dari Representational State Transfer yang mana mendefinisikan fungsi-fungsi seperti GET, PUT, DELETE, dan sebagainya yang dapat digunakan oleh klien untuk dapat mengakses data server sehingga klien dan server dapat saling bertukar data menggunakan HTTP (Amazon Web Services, 2022).

## 2.10. Bahasa Pemrograman Python

Bahasa pemrograman python dibuat oleh Guido van Rossum berkebangsaan Amsterdam, Belanda. Mulanya bahasa pemrograman ini dibuat untuk bahasa skrip tingkat tinggi untuk sistem operasi terdistribusi Amoeba. Bahasa pemrograman ini menjadi umum digunakan pada kalangan *engineer* seluruh dunia untuk pembuatan perangkat lunak, sampai dengan beberapa perusahaan telah menggunakan python sebagai bahasa pemrograman dalam membuat perangkat lunak komersial (Suhesti, 2014).

Python merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi yang dikategorikan kedalam *freeware* (perangkat bebas) yang artinya tidak ada batasan dalam menyalin atau mendistribusikannya serta sifatnya yang *opensource*. Berikut dengan source codenya, *profiler* dan *debugger*, fungsi sistem, GUI (*Graphical User Interface*), dan basis datanya. Python juga dapat digunakan untuk berbagai sistem operasi, seperti sistem UNIX, PCs (DOS, Windows, OS/2), Macintosh, dan lainnya. Untuk kebanyakan sistem operasi linux, bahasa pemrograman python telah menjadi standarisasi untuk disematkan pada paket distribusinya (Jurjawi, 2020).