



**TUGAS AKHIR - EC184801**

**KLASIFIKASI GERAKAN MENCUCI TANGAN  
BERABSISS *CONVOLUTIONAL NEURAL  
NETWORK (CNN)***

**HABIBUL RAHMAN QALBI**  
**NRP 0721 17 4000 0022**

**Dosen Pembimbing**  
**Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, S.T., M.T.**  
**Reza Fuad Rachmadi, S.T., M.T., Ph.D**

**DEPARTEMEN TEKNIK KOMPUTER**  
**Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Surabaya 2021**



**TUGAS AKHIR - EC184801**

**KLASIFIKASI GERAKAN MENCUCI TANGAN  
BERABSISS *CONVOLUTIONAL NEURAL  
NETWORK (CNN)***

**HABIBUL RAHMAN QALBI  
NRP 0721 17 4000 0022**

**Dosen Pembimbing  
Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, S.T., M.T.  
Reza Fuad Rachmadi, S.T., M.T., Ph.D**

**DEPARTEMEN TEKNIK KOMPUTER  
Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2021**

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*



**FINAL PROJECT - EC184801**

***CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)  
BASED HAND WASHING MOTION  
CLASSIFICATION***

**HABIBUL RAHMAN QALBI  
NRP 0721 17 4000 0022**

**Advisor**

**Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, S.T., M.T.  
Reza Fuad Rachmadi, S.T., M.T., Ph.D**

**DEPARTMENT OF AEROSPACE ENGINEERING  
Faculty of Electrical Technology and Smart Informatics  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2021**

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

## **PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul “Klasifikasi Gerakan Mencuci Tangan Berbasis *CNN*” adalah benar-benar hasil karya intelektual sendiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya orang lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Surabaya, Juni 2021

Habibul Rahman Qalbi  
NRP' 0721 17 4000 0022

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

# **LEMBAR PENGESAHAN**

## **KLASIFIKASI GERAKAN MENCUCI TANGAN BERBASIS CNN**

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh: Habibul Rahman Qalbi (NRP. 0721 17 4000 0022)

Tanggal Ujian : XX Juli 2021  
Periode Wisuda : September 2021

Disetujui Oleh:

Dr. Eko Mulyanto Yuniaro, S.T., M.T. ..... (Pembimbing I)  
NIP: 19680601 199512 1 000

Reza Fuad Rachmadi, S.T., M.T., Ph.D ..... (Pembimbing II)  
NIP: 19850403 201212 1 000

Dr. Galileo Galilei, S.T., M.Sc. ..... (Penguji I)  
NIP: 15640215 164201 1 001

Friedrich Nietzsche, S.T., M.Sc. ..... (Penguji II)  
NIP: 18441015 190008 1 001

Alan Turing, ST., MT. ..... (Penguji III)  
NIP: 19120623 195406 1 001

Mengetahui,  
Kepala Departemen Teknik Dirgantara FTD - ITS

Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, S.T., M.Kom.  
NIP. 19700313 199512 1 000

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

## **ABSTRAK**

Nama Mahasiswa : Habibul Rahman Qalbi  
Judul Tugas Akhir : Klasifikasi Gerakan Mencuci Tangan Berbasis *CNN*  
Pembimbing : 1. Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, S.T., M.T.  
                  2. Reza Fuad Rachmadi, S.T., M.T., Ph.D

Cuci tangan merupakan langkah awal dalam kesehatan, dengan mencuci tangan kita dapat mencegah penyebaran penyakit. Akan tetapi, masih banyak masyarakat yang tidak sadar akan tata cara mencuci tangan yang baik sehingga tidak bersih sepenuhnya. Pemanfaatan teknologi Deep Learning dapat menjadi solusi untuk mengetahui apakah masyarakat telah mencuci tangan dengan benar, menggunakan kamera sebagai input yang kemudian di proses menggunakan Algoritma *Convolutional Neural network (CNN)* kita dapat mengklasifikasikan gerakan - gerakan yang dilakukan pengguna saat mencuci tangan. Harapannya hasil penelitian ini dapat membantu dalam memantau dan memastikan apakah masyarakat mencuci tangan dengan benar.

Kata Kunci: Tangan, Kesehatan, Klasifikasi, *CNN*.

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

## ABSTRACT

*Name : Habibul Rahman Qalbi  
Title : CNN Based Hand Washing Motion Classification  
Advisors : 1. Dr. Eko Mulyanto Yuniaro, S.T., M.T.  
              2. Reza Fuad Rachmadi, S.T., M.T., Ph.D*

*Abstract—Hand Washing is the first step when it comes to maintain health and hygiene, by doing so we prevent the spread of diseases. Even though, there is still many people that didn't wash their hand properly. By using Deep Learning algorithm, we could know if someone had wash their hand properly by capturing their movement with a camera and processing the data through a CNN Model. We hope that this technology could help to monitor and ensure that people had wash their hand properly, specially on public places where the potential spread of diseases is quite high.*

*Keywords:* Hand, Health, Classification, CNN.

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah Swt. atas segala limpahan berkah, rahmat, serta hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan judul "Klasifikasi Gerakan Mencuci Tangan Berbasis *Convolutional Neural Network (CNN)*"

Penelitian ini disusun dalam rangka pemenuhan bidang riset di Departemen Teknik Komputer, serta digunakan sebagai persyaratan menyelesaikan pendidikan S1. Penelitian ini dapat terselesaikan tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bunda dan Ayah tercinta yang didalam setiap nafasnya selalu memberi dukungan, semangat dan do'a demi pendidikan, kehidupan dan masa depan anak - anaknya.
2. Keluarga dan Saudara yang selalu memberi semangat dalam menjalani masa perkuliahan dan tugas akhir.
3. Bapak Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, ST., MT. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Dr. Reza Fuad Rachmadi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang selalu memberikan arahan selama mengerjakan penelitian tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, S.T., M.T selaku dosen pembimbing 1 dan Bapak Reza Fuad Rachmadi, S.T., M.T., Ph.D selaku dosen pembimbing II yang memberikan arahan dan dukungan dalam penggerjaan penelitian Tugas Akhir ini
5. Bapak-ibu dosen pengajar Departemen Teknik Komputer, atas pengajaran, bimbingan, serta perhatian yang diberikan kepada penulis selama ini.
6. Seluruh keluarga besar Tiyang Alit, dan teman - teman Teknik Komputer dan e57
7. Sita Nuraini, yang memberikan dorongan dan motivasi selama penggerjaan tugas akhir ini.
8. Teman-teman kos yang menjadi tempat berbagi cerita mengenai hiruk pikuk dunia perkuliahan.

Kesempurnaan hanya milik Allah SWT, untuk itu penulis memohon segenap kritik dan saran yang membangun, semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Surabaya, Mei 2021

Habibul Rahman Qalbi

# DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b>	i
<b>ABSTRACT</b>	iii
<b>KATA PENGANTAR</b>	v
<b>DAFTAR ISI</b>	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	ix
<b>DAFTAR TABEL</b>	xi
<b>1 PENDAHULUAN</b>	1
1.1 Latar Belakang . . . . .	1
1.2 Permasalahan . . . . .	3
1.3 Tujuan . . . . .	3
1.4 Batasan Masalah . . . . .	3
1.5 Sistematika Penulisan . . . . .	4
<b>2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	7
2.1 Convolutional Neural Network (CNN) . . . . .	7
2.1.1 Feature Learning . . . . .	8
2.1.2 Classification . . . . .	12
2.2 EfficientNet . . . . .	13
2.2.1 Arsitektur EfficientNet . . . . .	13
2.2.2 Compound Scaling . . . . .	14

2.2.3	Performa EfficientNet . . . . .	15
<b>3</b>	<b>DESAIN DAN IMPLEMENTASI</b>	<b>17</b>
3.1	Desain Sistem . . . . .	17
3.2	Alur Kerja . . . . .	18
3.2.1	Pengumpulan Dataset . . . . .	18
3.2.2	Pengolahan Dataset . . . . .	23
3.2.3	Training . . . . .	23
<b>4</b>	<b>PENGUJIAN DAN ANALISIS</b>	<b>25</b>
4.1	Skenario Pengujian . . . . .	25
4.2	Evaluasi Pengujian . . . . .	26
<b>5</b>	<b>PENUTUP</b>	<b>29</b>
5.1	Kesimpulan . . . . .	29
5.2	Saran . . . . .	29
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		<b>31</b>
<b>BIOGRAFI PENULIS</b>		<b>33</b>

# DAFTAR GAMBAR

1.1	Grafik Perkembangan Kasus <i>COVID-19</i> [1]. . . . .	2
2.1	Arsitektur CNN [2] . . . . .	7
2.2	Contoh Citra RGB[2] . . . . .	8
2.3	Convolutional Layer[2] . . . . .	9
2.4	Pooling Layer[2] . . . . .	12
2.5	Arsitektur EfficientNet [3] . . . . .	13
2.6	Comparison of CNN Model Scaling [3] . . . . .	14
2.7	Akurasi EfficientNet pada dataset <i>ImageNet</i> [3] . . .	15
3.1	Alur Kerja . . . . .	17
3.2	Sampel dataset Kaggle[4] . . . . .	19
3.3	Setup pengambilan dataset menggunakan webcam . .	20
3.4	Contoh hasil video webcam . . . . .	20
3.5	Contoh hasil Video DSLR . . . . .	22
3.6	Setup pengambilan dataset menggunakan DSLR . .	22

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

## **DAFTAR TABEL**

3.1	Isi Hand Wash Dataset Kaggle . . . . .	18
3.2	Spesifikasi M-Tech WB-500 [5] . . . . .	19
3.3	Spesifikasi Canon EOS 100D [6] . . . . .	21
3.4	Spesifikasi Lensa EF-s 18-55mm f/3.5 - 5.6 IS STM . . . . .	21
3.5	Pengaturan Perekaman Kamera DSLR . . . . .	21
4.1	Hasil Pengukuran Energi dan Kecepatan . . . . .	26

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

# BAB I

## PENDAHULUAN

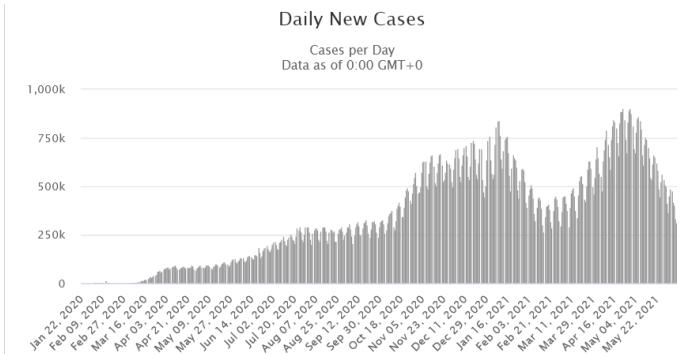
Penelitian ini di latar belakangi oleh berbagai kondisi yang menjadi acuan. Selain itu juga terdapat beberapa permasalahan yang akan dijawab sebagai luaran dari penelitian.

### 1.1 Latar Belakang

Menjaga kebersihan merupakan salah satu kunci untuk menjaga kesehatan tubuh, tubuh yang bersih dapat menghindarkan kita dari berbagai penyakit terutama yang berasal dari lingkungan di sekitar kita. Kita sering kali menyentuh benda - benda di sekitar seperti gadget, komputer, gagang pintu, meja, lemari, dan lain sebagainya. Akan tetapi, banyak yang tidak sadar bahwa benda benda tersebut seringkali menjadi sarang bagi bakteri & virus yang dapat menyebabkan penyakit.

Ketika menyentuh benda benda tersebut, kuman – kuman yang ada akan berpindah dan menyebar di tangan kita, kemudian ketika kita menyentuh orang lain, maka kuman penyebab penyakit itu akan berpindah dan menyebar ke tubuh orang tersebut. Pada akhirnya Ketika kita menyentuh bagian – bagian di tubuh seperti mata, hidung dan mulut, maka kuman tersebut akan masuk ke tubuh kita dan menyebabkan penyakit. Oleh karena itu mencuci tangan merupakan hal yang paling utama dalam menjaga kesehatan tubuh dan mencegah penyebaran penyakit.

Pada saat penelitian ini berlangsung, 2020 - 2021, sedang marak terjadinya pandemi virus SARS-CoV-2 (Severe Acute Respiratory Syndrome – Corona Virus – 2) atau yang biasa disebut COVID-19 (Corona Virus Disease – 2019)[7]. Bahkan pada hari ini, 8 Juni 2021, tercatat 174,429,426 kasus COVID-19 di dunia dan 3,753,525 diantaranya meninggal dunia [1]



Gambar 1.1: Grafik Perkembangan Kasus *COVID-19* [1].

Virus ini menyerang sistem pernafasan yang menyebabkan pengidapnya kesulitan bernafas, kekurangan oksigen, hingga kematian. Virus ini sangat mudah untuk menyebar terutama melalui *droplets* (percikan air) yang terjadi ketika bersin, batuk, dan bicara sekalipun. Droplets ini akan menempel ke benda - benda dan tubuh kita. Hanya dengan menyentuh benda atau bagian tubuh yang terkontaminasi kemudian tanpa sadar menyentuh mata, hidung ataupun mulut, maka virus tersebut akan masuk ke tubuh dan merusak sel paru-paru yang akhirnya menyebabkan gangguan pernafasan bahkan kematian.

Walaupun kebiasaan cuci tangan meningkat selama pandemi COVID-19 [8] banyak orang yang masih asal – asalan ketika mencuci tangan lantaran terburu-buru maupun hal lainnya. Menurut hallosehat.com [9], masih banyak kesalahan dalam mencuci tangan yang sering dilakukan oleh masyarakat, diantaranya waktu mencuci tangan yang terlalu cepat dan kebiasaan masyarakat yang hanya menggosok talapak tangan saja ketika sedang mencuci tangan. Akhirnya tetapi tidak memungkinkan untuk dilakukannya pemantauan 7x24 jam oleh manusia terhadap pengunjung di tempat umum seperti mall dan tempat wisata lainnya demi memastikan pengunjung telah mencuci tangan dengan benar, terutama di masa pandemi COVID-19 ini yang mana masyarakat diimbau untuk menjaga jarak untuk mencegah penularan.

## 1.2 Permasalahan

Dari permasalahan tersebut maka permasalahan yang di ambil dalam penelitian tugas akhir ini adalah menemukan cara mendeteksi apakah seseorang sudah mencuci tangan dengan baik. Untuk itu diperlukan sebuah sistem klasifikasi gerakan mencuci tangan yang kemudian dapat dikembangkan lagi untuk menilai apakah orang tersebut telah mencuci tangannya dengan baik dan benar tanpa perlu dilakukannya pemantauan langsung oleh manusia

## 1.3 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah membuat sebuah sistem yang dapat mengklasifikasikan gerakan mencuci tangan

## 1.4 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan permasalahan yang diangkat maka dilakukan pembatasan masalah. Batasan-batasan masalah tersebut di antaranya adalah:

1. Sistem Hanya berfokus pada Klasifikasi Gerakan Mencuci Tangan
2. Metode Klasifikasi yang digunakan adalah metode *Image Classification* berbasis CNN dengan mengaplikasikan Moving Average pada hasil prediksinya
3. *Base Model* dalam Klasifikasi ini menggunakan *EfficientNet*[3] dengan *Weight Checkpoint NoisyStudent*[10]
4. Dataset yang digunakan berasal dari Kaggle Hand Wash Dataset Sample dan Dataset Pribadi
5. Metode pengambilan data pribadi adalah menggunakan satu kamera dengan posisi dan sudut yang tetap
6. Dikarenakan Kondisi Pandemi COVID-19 [7], Penelitian hanya akan dilakukan di sekitar tempat tinggal penulis dengan menerapkan *Physical Distancing* demi mencegah terjadinya penyebaran penyakit

## **1.5 Sistematika Penulisan**

Laporan penelitian tugas akhir ini tersusun dalam sistematika dan terstruktur sehingga mudah dipahami dan dipelajari oleh pembaca maupun seseorang yang ingin melanjutkan penelitian ini. Alur sistematika penulisan laporan penelitian ini yaitu:

### **1. BAB I Pendahuluan**

Bab ini berisi uraian tentang latar belakang permasalahan, penegasan dan alasan pemilihan judul, sistematika laporan, tujuan, dan metodologi penelitian.

### **2. BAB II Tinjauan Pustaka**

Bab ini berisi tentang uraian secara sistematis teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas pada penelitian ini. Teori-teori ini digunakan sebagai dasar dalam penelitian, yaitu informasi terkait Deep Learning, Convolutional Neural Network (CNN), EfficientNet dan teori-teori penunjang lainnya.

### **3. BAB III Desain dan Implementasi Sistem**

Bab ini berisi tentang penjelasan-penjelasan terkait eksperimen yang akan dilakukan, langkah-langkah pengambilan data video dan proses klasifikasi gerakan mencuci tangan, serta analisis performa dari sistem. Guna mendukung itu digunakanlah blok diagram atau workflow agar sistem yang akan dibuat dapat terlihat dan mudah dibaca untuk implementasi pada pelaksanaan tugas akhir.

### **4. BAB IV Pengujian dan Analisa**

Bab ini menjelaskan tentang hasil serta analisis yang didapatkan dari pengujian yang dilakukan mulai dari hasil pengujian *model evaluation*, *Confusion Matrix*, *precision*, *f1-score*, Pengujian pada video cuci tangan serta rekomendasi penerapan sistem.

### **5. BAB V Penutup**

Bab ini merupakan penutup yang berisi kesimpulan yang diambil dari penelitian dan pengujian yang telah dilakukan. Saran dan kritik yang membangun untuk pengembangan le-

bih lanjut juga dituliskan pada bab ini.

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

## BAB II

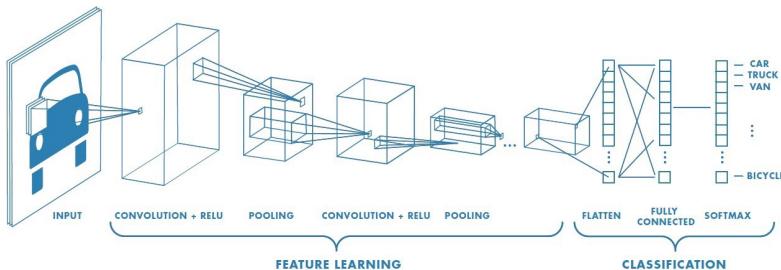
# TINJAUAN PUSTAKA

Demi mendukung penelitian ini, dibutuhkan beberapa teori penunjang sebagai bahan acuan dan referensi. Dengan demikian penelitian ini menjadi lebih terarah.

### 2.1 Convolutional Neural Network (CNN)

*Convolutional Neural Network (CNN)* adalah salah satu jenis neural network yang biasa digunakan pada data image [2]. CNN bisa digunakan untuk mendekripsi dan mengenali objek pada sebuah image. CNN adalah sebuah teknik yang terinspirasi dari cara mamalia — manusia, menghasilkan persepsi visual seperti yang terlihat pada gambar ??.

Secara garis besar Convolutional Neural Network (CNN) tidak jauh berbeda dengan neural network biasanya. CNN terdiri dari neuron yang memiliki weight, bias dan activation function.



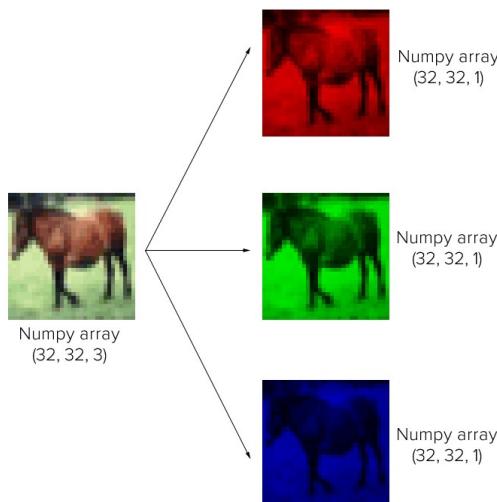
Gambar 2.1: Arsitektur CNN [2]

Yang membedakan CNN dari Neural network lainnya terletak pada Arsitektur dari CNN itu sendiri. Arsitektur dari CNN dibagi menjadi 2 bagian besar, **Feature Learning Layer** dan **Classification Layer**.

### 2.1.1 Feature Learning

Pada bagian ini CNN akan melakukan “encoding” dari sebuah image menjadi features yang berupa angka-angka yang merepresentasikan image tersebut, maka dari itu bagian ini sering juga disebut *Feature Extraction Layer*. Feature Learning terdiri dari dua bagian. Convolutional Layer, Activation dan Pooling Layer.

#### 1. Convolutional Layer (*Conv. Layer*)



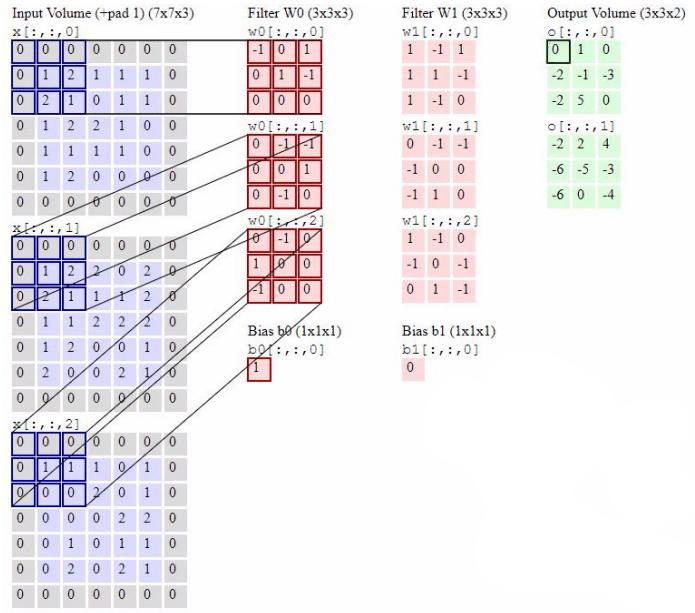
Gambar 2.2: Contoh Citra RGB[2]

Gambar 2.2 adalah Citra RGB (Red, Green, Blue) berukuran 32x32 pixels yang sebenarnya adalah multidimensional array dengan ukuran 32x32x3 (3 adalah jumlah channel).

Convolutional layer terdiri dari neuron yang tersusun sedemikian rupa sehingga membentuk sebuah filter dengan panjang dan tinggi (pixels). Sebagai contoh, layer pertama pada feature extraction layer biasanya adalah convolutional layer dengan

ukuran  $5 \times 5 \times 3$ . Panjang 5 pixels, tinggi 5 pixels dan tebal/jumlah 3 buah sesuai dengan channel dari image tersebut.

Ketiga filter ini akan digeser keseluruh bagian dari gambar. Setiap pergeseran akan dilakukan operasi “dot” antara input dan nilai dari filter tersebut sehingga menghasilkan sebuah output atau biasa disebut sebagai activation map atau feature map.



Gambar 2.3: Convolutional Layer[2]

Terdapat berberapa bagian didalam Convolutional Layer, diantaranya sebagai berikut:

- *Stride*

Stride adalah parameter yang menentukan berapa jumlah pergeseran filter. Jika nilai stride adalah 1, maka conv. filter akan bergeser sebanyak 1 pixels secara ho-

horizontal lalu vertical. Pada ilustrasi diatas, stride yang digunakan adalah 2.

Semakin kecil stride maka akan semakin detail informasi yang kita dapatkan dari sebuah input, namun membutuhkan komputasi yang lebih jika dibandingkan dengan stride yang besar.

Namun perlu diperhatikan bahwa dengan menggunakan stride yang kecil kita tidak selalu akan mendapatkan performa yang bagus.

- *Padding*

Padding atau Zero Padding adalah parameter yang menentukan jumlah pixels (berisi nilai 0) yang akan ditambahkan di setiap sisi dari input. Hal ini digunakan dengan tujuan untuk memanipulasi dimensi output dari conv. layer (Feature Map).

Tujuan dari penggunaan padding adalah :

(a) Dimensi output dari conv. layer selalu lebih kecil dari inputnya (kecuali penggunaan  $1 \times 1$  filter dengan stride 1). Output ini akan digunakan kembali sebagai input dari conv. layer selanjutnya, sehingga makin banyak informasi yang terbuang.

Dengan menggunakan padding, kita dapat mengatur dimensi output agar tetap sama seperti dimensi input atau setidaknya tidak berkurang secara drastis. Sehingga kita bisa menggunakan conv. layer yang lebih dalam/deep sehingga lebih banyak features yang berhasil di-extract.

(b) Meningkatkan performa dari model karena conv. filter akan fokus pada informasi yang sebenarnya yaitu yang berada diantara zero padding tersebut.

Pada ilustrasi 2.3, dimensi dari input sebenarnya adalah  $5 \times 5$ , jika dilakukan convolution dengan filter  $3 \times 3$  dan stride sebesar 2, maka akan didapatkan feature map dengan ukuran  $2 \times 2$ . Namun jika kita tambahkan zero padding sebanyak 1, maka feature map yang dihasilkan berukuran  $3 \times 3$  (lebih banyak informasi yang dihasilkan).

Untuk menghitung dimensi dari feature map kita bisa gunakan rumus 2.1 sebagai berikut.

$$\text{output} = \frac{W - N + 2P}{S} + 1 \quad (2.1)$$

$W$  = Panjang/Tinggi Input

$N$  = Panjang/Tinggi Filter

$P$  = Zero Padding

$S$  = Stride

## 2. Activation Layer

Setelah melalui convolution layer, nilai hasil konvolusi dikenakan fungsi aktivasi. Terdapat beberapa fungsi aktivasi yang sering digunakan pada convolutional network, di antaranya tanh() atau ReLU. Aktivasi ReLU menjadi pilihan bagi beberapa peneliti karena sifatnya yang lebih berfungsi dengan baik pada klasifikasi citra.

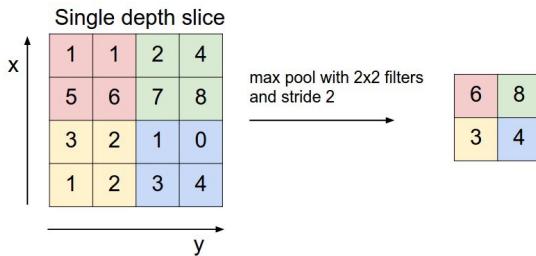
Fungsi aktifasi ReLU adalah Fungsi maks ( $x, 0$ ). Jika input dari fungsi aktivasi adalah negatif maka nilai output dari neuron bisa dinyatakan sebagai 0, tapi jika nilai input dari fungsi aktivasi adalah positif maka output dari neuron adalah nilai input aktivasi itu sendiri.

## 3. Pooling Layer

Pooling layer biasanya berada setelah conv. layer. Pada prinsipnya pooling layer terdiri dari sebuah filter dengan ukuran dan stride tertentu yang akan bergeger pada seluruh area feature map.

Pooling yang biasa digunakan adalah Max Pooling dan Average Pooling. Sebagai contoh jika kita menggunakan Max Pooling  $2 \times 2$  dengan stride 2, maka pada setiap pergeseran filter, nilai maximum pada area  $2 \times 2$  pixel tersebut yang akan dipilih, sedangkan Average Pooling akan memilih nilai rata-ratanya.

Tujuan dari penggunaan pooling layer adalah mengurangi dimensi dari feature map (downsampling), sehingga mempercepat komputasi karena parameter yang harus diupdate semakin sedikit dan mengatasi overfitting.



Gambar 2.4: Pooling Layer[2]

### 2.1.2 Classification

*Classification Layer* adalah bagian dari neural network yang memproses hasil dari Feature-Extraction (Feature Learning) Layer dan memberikan output berupa hasil prediksi atau klasifikasi. *Classification layer* Memiliki 3 bagian Utama yaitu Flatten, Fully-Connected dan Activation.

#### 1. *Flatten*

Feature map yang dihasilkan dari feature extraction layer masih berbentuk multidimensional array, sehingga kita harus melakukan “flatten” atau reshape feature map menjadi sebuah vector untuk kemudian dapat diproses pada fully-connected layer.

#### 2. *Fully-connected*

Lapisan Fully-connected adalah lapisan dimana semua neuron aktivitas dari lapisan sebelumnya terhubung semua dengan neuron di lapisan selanjutnya seperti hal nya jaringan syaraf tiruan bisa. Setiap aktivitas dari lapisan sebelumnya perlu diubah menjadi data satu dimensi sebelum dapat dihubungkan ke semua neuron di lapisan Fully-Connected.

Lapisan Fully-Connected biasanya digunakan pada metode *Multi Layer Perceptron* dan bertujuan untuk mengolah data sehingga bisa diklasifikasikan. Perbedaan antara lapisan Fully-Connected dan lapisan konvolusi biasa adalah neuron di

Convolution Layer terhubung hanya ke daerah tertentu pada input. Sementara lapisan Fully-Connected memiliki neuron yang secara keseluruhan terhubung. Namun, kedua lapisan tersebut masih menggunakan operasi "dot", sehingga fungsi-nya tidak begitu berbeda.

### 3. Activation

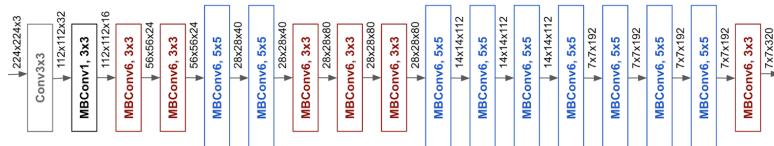
*Activation layer* pada *Classification* sedikit berbeda dengan yang ada pada *Feature Learning* (section 2.1.1). Fungsi yang digunakan adalah fungsi Softmax. Fungsi Softmax mengambil output dari Fully-connected layer, menggabungkannya, dan memberikan output berupa hasil klasifikasi secara keseluruhan dalam bentuk probabilitas dalam rentang nilai 0 s.d 1.

## 2.2 EfficientNet

*EfficientNet* adalah arsitektur CNN yang dikembangkan dengan menggunakan *Compound Scaling*. Tidak seperti Model *Transfer Learning* pada umumnya, *EfficientNet* dikembangkan dengan melakukan *Scaling* pada Kedalaman, Lebar, dan Resolusi model. [3]

### 2.2.1 Arsitektur EfficientNet

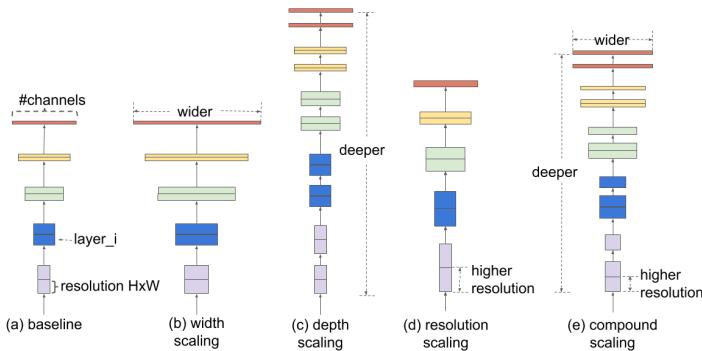
Varian dasar dari Model EfficientNet yaitu EfficientNet-B0 dikembangkan dari model sebelumnya sebagai model dasar. Pemilihan model dasar ini dilakukan secara otomatis menggunakan AutoML MNAS.



Gambar 2.5: Arsitektur EfficientNet [3]

AutoML MNAS berkerja dengan mencoba untuk mencapai akurasi tertinggi dari suatu permasalahan klasifikasi (yang dalam hal ini *Imagenet*) dengan mencari dan menggabungkan arsitektur dari model - model yang telah ada sebelumnya secara otomatis berdasarkan skor yang mereka hasilkan melalui perbandingan Tingkat Akurasi dan Resource yang diperlukan. Dalam hal ini, model paling efisien dicapai dengan menggunakan MobileNetv2 dengan Menambahkan (squeeze-and-excitation block) ke dalamnya.

### 2.2.2 Compound Scaling



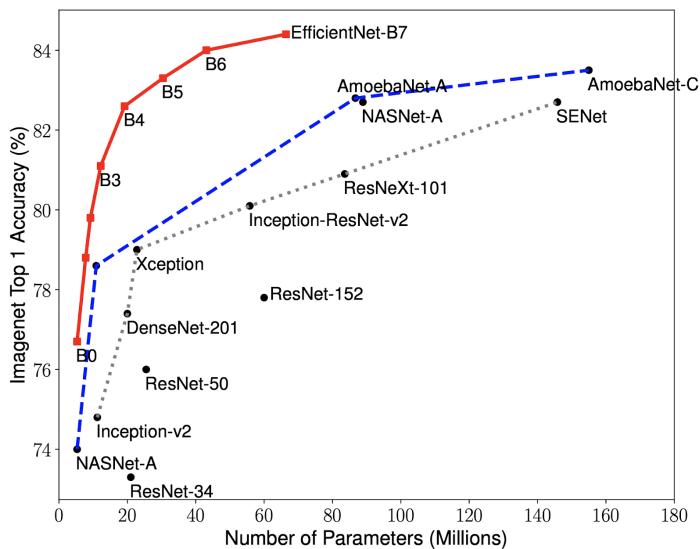
Gambar 2.6: Comparison of CNN Model Scaling [3]

Setelah Didapat varian dasarnya (EfficientNet-B0), Compound Scaling kemudian diterapkan untuk menciptakan EfficientNet-B1 Hingga EfficientNet-B7. Dengan begitu model dengan efisien bisa didapatkan dengan menggunakan resource terbatas.

Hal ini terbukti dengan menggunakan Compound Scaling pada model sebelumnya seperti MobileNet (+1.4% Akurasi *Imagenet*) dan ResNet (+0.7% Akurasi) jika dibandingkan dengan metode scaling konvensional [3]

### 2.2.3 Performa EfficientNet

Pada klasifikasi dataset *ImageNet* dibandingkan dengan model CNN yang telah ada sebelumnya, secara keseluruhan EfficientNet mencapai hasil akurasi dan efisiensi yang lebih baik. Bahkan, EfficientNet-B7 mencapai tingkat akurasi 84.4% top-1 / 97.1% top-5 pada dataset *ImageNet*. ini membuat EfficientNet memiliki tingkat akurasi *state-of-the-art* dari *ImageNet* pada saat itu (2019)



Gambar 2.7: Akurasi EfficientNet pada dataset *ImageNet* [3]

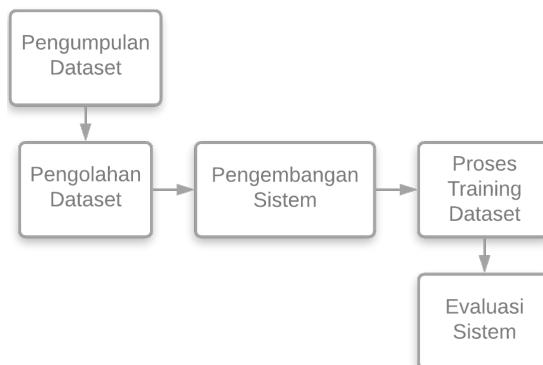
EfficientNet juga diuji pada dataset lainnya dan mendapatkan akurasi *state-of-the-art* pada 5 dari 8 dataset yang umum digunakan, diantaranya CIFAR-100(91.7%) dan Flowers(98.9%).

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

## BAB III

# DESAIN DAN IMPLEMENTASI

Penelitian ini dilaksanakan sesuai dengan desain sistem berikut dengan implementasinya. Desain sistem merupakan konsep dari pembuatan dan perancangan infrastruktur dan kemudian diwujudkan dalam bentuk blok-blok alur yang harus dikerjakan. Metodologi dari sistem yang dikerjakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada blok diagram berikut



Gambar 3.1: Alur Kerja

### 3.1 Desain Sistem

Tugas akhir ini merupakan penelitian dalam bidang visi komputer yang bertujuan untuk mendeteksi gerakan mencuci tangan dengan memanfaatkan teknologi *Deep Learning* Berbasis *Convolutional Neural Network (CNN)*). Sistem deteksi ini dilatih menggunakan data training yang diambil dari kaggle (Sample: Handwash Dataset [4]) ditambahkan dengan dataset yang penulis kumpulkan secara pribadi.

## 3.2 Alur Kerja

Alur implementasi dalam penggerjaan penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan berdasarkan metodologi penelitian, yaitu:

1. Pengumpulan Dataset
2. Pengolahan Dataset
3. Pengembangan Sistem
4. Proses Training Dataset
5. Evaluasi Dataset

### 3.2.1 Pengumpulan Dataset

Sebagian besar dataset yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Kaggle [4]. isi dari dataset ini dapat dilihat pada tabel 3.1

Class	Description	#Videos
Step 1	Rubbing Palm Together	25
Step 2 Left	Rub Palm Over Dorsum	25
Step 2 Right	Rub Palm Over Dorsum	25
Step 3	Rubbing Palm With Fingger Interlanced	25
Step 4 Left	Rub Nails on Palm	25
Step 4 Right	Rub Nails on Palm	25
Step 5 Left	Rub Between Thumb and Index Fingger	25
Step 5 Right	Rub Between Thumb and Index Fingger	25
Step 6 Left	Rub Finggertips on Palm	25
Step 6 Right	Rub Finggertips on Palm	25
Step 7 Left	Rub Thumb	25
Step 7 Right	Rub Thumb	25

Tabel 3.1: Isi Hand Wash Dataset Kaggle

Pada dataset tersebut, ditemukan berberapa kesalahan seperti kesalahan *labeling*, kesalahan pengelompokan file dan noise berupa video yang *"terkontaminasi"* gerakan berbeda didalamnya, oleh sebab itu dataset ini memerlukan pengecekan dan pemrosesan lebih lanjut agar dapat digunakan pada tahap training. Tidak diketahui spesifikasi kamera yang digunakan dalam pengambilan dataset ini. Sample dari dataset ini dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3.2: Sampel dataset Kaggle[4]

Penulis juga menambahkan dataset pribadi guna melakukan pengujian lebih lanjut. Dataset dikumpulkan dengan 2 kamera berbeda guna mengetahui pengaruh sudut, *background*, serta distorsi lensa pada hasil klasifikasi.

Pengambilan dataset pribadi yang pertama dilakukan di tempat tinggal penulis menggunakan kamera *webcam M-Tech WB-500*. Spesifikasi webcam ini dapat dilihat pada tabel 3.2

Spesifikasi Webcam M-Tech WB-500	
Maximum Resolution	1080p/30fps
Image Sensor	CMOS
Focus Type	Fixed Focus
Lens	3P
Field of View	69°
Microphone	Digital
Interface	High Speed USB 2.0

Tabel 3.2: Spesifikasi M-Tech WB-500 [5]

*Setup* pengambilan dataset ini dapat dilihat pada gambar dan contoh video yang didapatkan dapat di lihat pada gambar 3.3 dan gambar 3.4



Gambar 3.3: Setup pengambilan dataset menggunakan webcam



Gambar 3.4: Contoh hasil video webcam

Pengambilan dataset pribadi yang kedua dilakukan di wilayah kampus ITS, tepatnya di gedung laboratorium AJ Elektro. Dataset video ini diambil menggunakan Kamera *DSLR* yang ditempatkan diatas tripod dan diarahkan ke wastafel. Spesifikasi kamera, lensa, dan konfigurasi yang digunakan dapat dilihat pada tabel 3.3, 3.4 dan tabel 3.5

Spesifikasi Dasar Canon EOS 100D	
Sensor	18 MP APS-C CMOS Sensor
Processor	DIGIC 5 Image Processor
Display	3" 1.04m Dot Clear-View II Touchscreen
Video Resolution	Full HD 1080p Video Recording at 30 fps
Auto Focus	9-Point AF and Hybrid CMOS AF II
ISO	Native ISO 12800, Extended to ISO 25600
Shutter	4 fps Shooting for 28 JPEG, 7 Raw Files
Metering	63-Zone Dual-Layer Metering System

Tabel 3.3: Spesifikasi Canon EOS 100D [6]

Spesifikasi Lensa EF-s 18-55mm f/3.5 - 5.6 IS STM	
Image size	APS-C
35mm film equivalent focal length (mm)	29-88
Angle of view (horzntl, vertl, diagnl)	64° 30' - 23° 20', 45° 30'- 15° 40', 74° 20' - 27° 50'
Lens construction (elements/groups)	13/11
No. of diaphragm blades	7
Minimum aperture	22 - 38(36) <sup>1</sup>
Closest focussing distance (m)	0.25
Maximum magnification (x)	0.36 (at 55mm)
Distance Information	Provided
Image stabilizer	4-stops
AF actuator	STM

Tabel 3.4: Spesifikasi Lensa EF-s 18-55mm f/3.5 - 5.6 IS STM

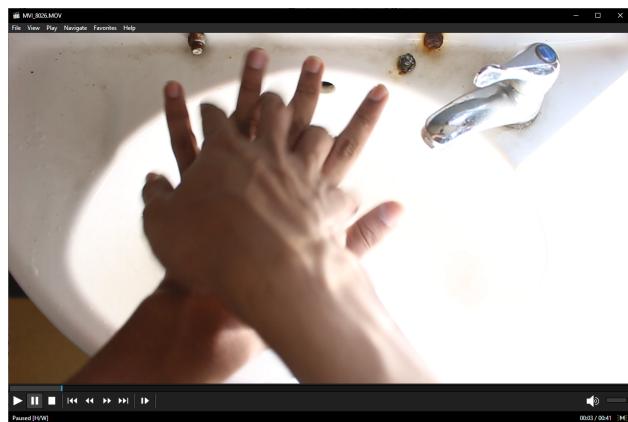
Pengaturan Perekaman Kamera DSLR	
Resolution	720p 60FPS
Frame Rate	60FPS
Zoom	18mm
Aperture	Auto
Focussing	Auto Focus
Shutter Speed	60
Image Stabilizer	On (Lens)

Tabel 3.5: Pengaturan Perekaman Kamera DSLR

Setup pengambilan dan contoh hasil video dapat dilihat pada gambar 3.5 dan gambar 3.6



Gambar 3.5: Contoh hasil Video DSLR



Gambar 3.6: Setup pengambilan dataset menggunakan DSLR

### 3.2.2 Pengolahan Dataset

Pada pengolahan dataset, Dataset yang diambil dari kaggle diperiksa satu-persatu. Pada pemeriksaan ini, ditemukan kesalahan dalam struktural dataset tersebut. Struktur dataset kaggle diperbaiki agar sesuai dengan label nya. berberapa kesalahan pada struktur dataset kaggle ini antara lain gerakan tangan yang tertukar antara kanan dan kiri dan kesalahan peletakan dalam folder. Ditemukan pula kesalahan berupa "kontaminasi" gerakan yang berbeda pada satu video gerakan. Hal ini kemudian diperbaiki dengan membuang kontaminasi tersebut

Dataset yang diambil secara pribadi dari Webcam dan DSLR juga diperiksa. kontaminasi juga ditemukan akibat ketidaksengajaan pada proses perekaman dan turut dibersihkan. kemudian berberapa video dengan durasi yang terlalu lama di potong menjadi 2 video terpisah. Dataset ini kemudian di *encoding* ulang untuk mempermudah proses training.

### 3.2.3 Training

---

Listing 3.1: Program perhitungan bilangan prima.

---

```
1 def apakahBilanganPrima(nilai):
2     if nilai > 1:
3         for i in range(2,nilai):
4             if (nilai % i) == 0:
5                 return False
6             else:
7                 return True
8         else:
9             return False
```

---

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

## BAB IV

# PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada penelitian ini dipaparkan Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque.

### 4.1 Skenario Pengujian

Pengujian dilakukan dengan Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique se-nectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean fauci-bus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

## 4.2 Evaluasi Pengujian

Dari pengujian yang Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Tabel 4.1: Hasil Pengukuran Energi dan Kecepatan

Energi	Jarak Tempuh	Kecepatan
10 J	1000 M	200 M/s
20 J	2000 M	400 M/s
30 J	4000 M	800 M/s
40 J	8000 M	1600 M/s

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie

vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

# **BAB V**

## **PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengujian yang Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. sebagai berikut:

1. Pembuatan Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus.
2. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa.
3. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna.

### **5.2 Saran**

Untuk pengembangan lebih lanjut pada Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. antara lain:

1. Memperbaiki Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus.
2. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa.
3. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna.

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] WorldOMeters, “Coronavirus cases,” 2021.
- [2] Q. Lina, “Apa itu convolutional neural network?,” 2019.
- [3] M. Tan and Q. V. Le, “Efficientnet: Rethinking model scaling for convolutional neural networks,” 2020.
- [4] real timeAR, “Sample: Hand wash dataset,” 2020.
- [5] Tokopedia, “M-tech wb500,” 2021.
- [6] C. UK, “Canon eos 100d,” 2013.
- [7] W. H. Organization, “Coronavirus disease (covid-19),” 2020.
- [8] H. Sehat, “Kemenko pmk: Kesadaran cuci tangan pakai sabun meningkat tajam,” 2021.
- [9] H. Sehat, “cara-cuci-tangan-yang-salah,” 2020.
- [10] Q. Xie, M.-T. Luong, E. Hovy, and Q. V. Le, “Self-training with noisy student improves imagenet classification,” 2020.

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

## BIOGRAFI PENULIS



Elon Reeve Musk, lahir pada Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*