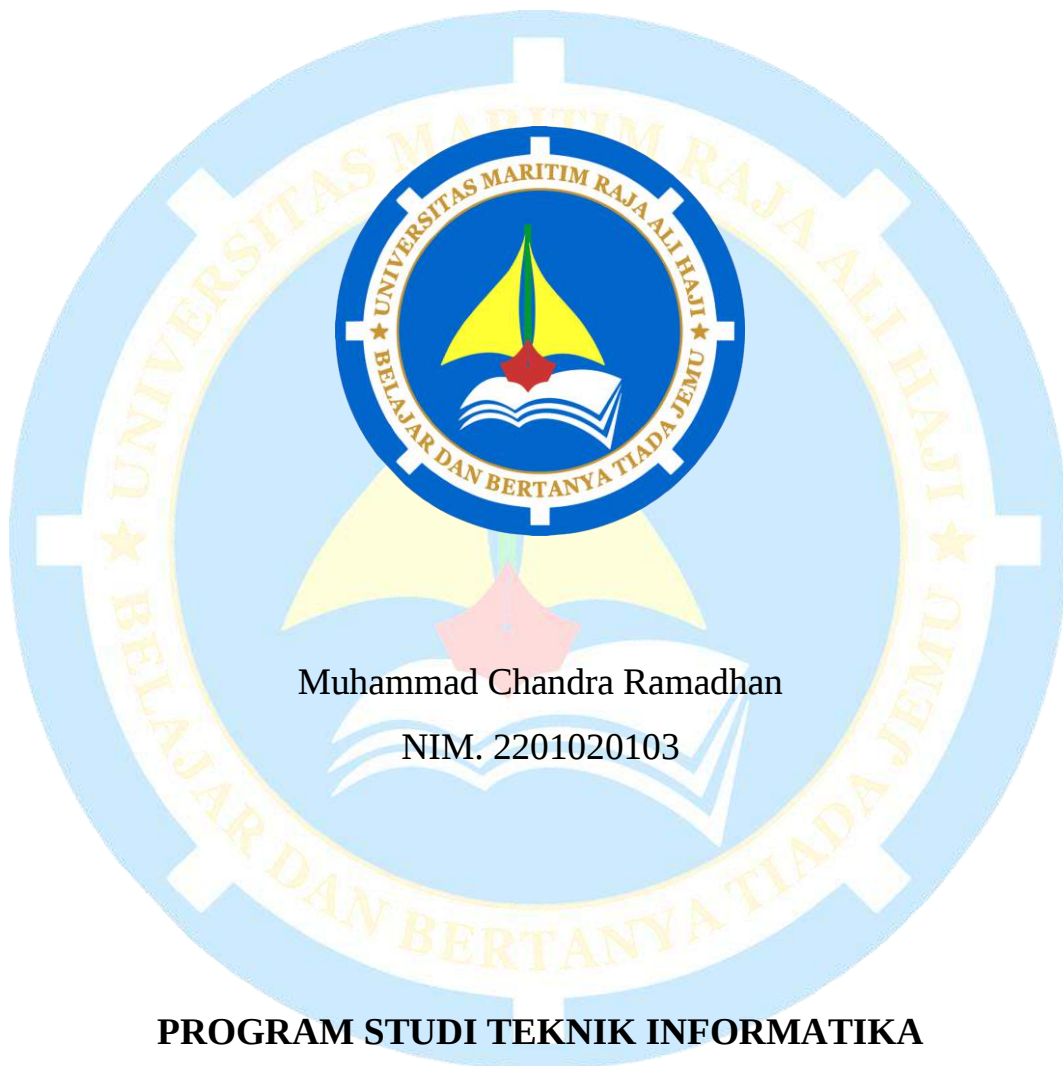


**ANALISIS PERFORMA *LOCAL TRAINING* PADA SISTEM
KLASIFIKASI SAMPAH BERBASIS *FEDERATED LEARNING*
MENGUNAKAN MODEL *PRE-TRAINED* EFFICIENTNET-B0**

TUGAS AKHIR



Muhammad Chandra Ramadhan

NIM. 2201020103

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI KEMARITIMAN
UNIVERSITAS MARITIM RAJA ALI HAJI
TANJUNGPINANG**

2026

**ANALISIS PERFORMA *LOCAL TRAINING* PADA SISTEM
KLASIFIKASI SAMPAH BERBASIS *FEDERATED LEARNING*
MENGUNAKAN MODEL *PRE-TRAINED EFFICIENTNET-B0***

Tugas Akhir

Skema Skripsi

Tugas Akhir diajukan sebagai salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana

Teknik pada Program Studi Teknik Informatika



Muhammad Chandra Ramadhan

NIM. 2201020103

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI KEMARITIMAN
UNIVERSITAS MARITIM RAJA ALI HAJI
TANJUNGPINANG**

2026

PERNYATAAN MENGENAI TUGAS AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

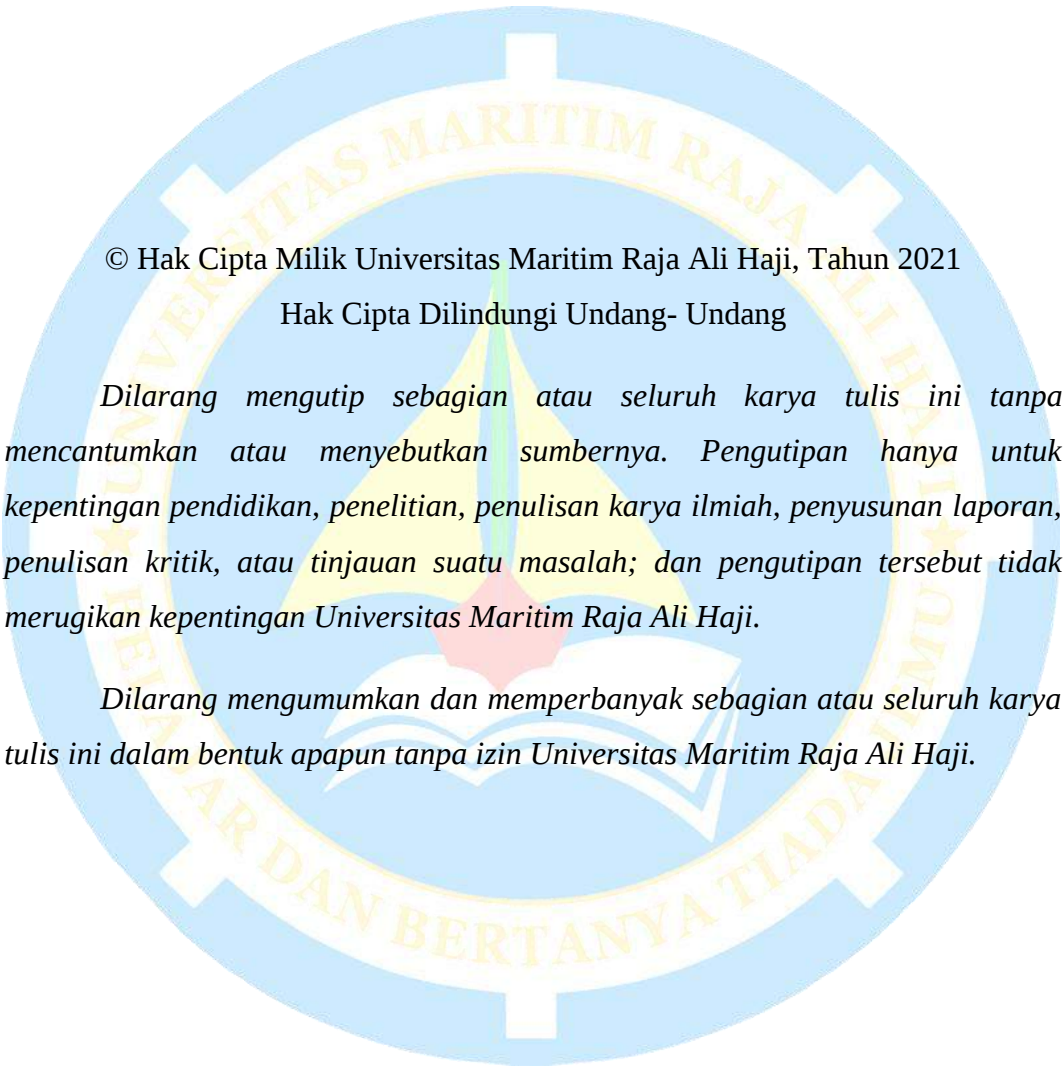
Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir berjudul “Analisis Performa *Local Training* pada Sistem Klasifikasi Sampah Berbasis *Federated Learning* Menggunakan Model *Pre-Trained EfficientNet-B0*” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar dan melanggar peraturan yang berlaku dalam karya tulis dan hak intelektual, maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Maritim Raja Ali Haji dan menerima sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku. Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Universitas Maritim Raja Ali Haji.

Tanjungpinang, Juni 2026



Muhammad Chandra Ramadhan
NIM 2201020103

The logo of Universitas Maritim Raja Ali Haji is a circular emblem. It features a blue outer ring with the university's name in yellow. Inside, there is a yellow triangle with a red and white striped base, and a white book with blue pages. The text "UNIVERSITAS MARITIM RAJA ALI HAJI" is written in yellow along the top arc, and "DAN BERTANYA TIADA MUALAM" is written in yellow along the bottom arc.

© Hak Cipta Milik Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tahun 2021
Hak Cipta Dilindungi Undang- Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah; dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan Universitas Maritim Raja Ali Haji.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Maritim Raja Ali Haji.

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul : “Analisis Performa *Local Training* pada Sistem
Klasifikasi Sampah Berbasis *Federated Learning*
Menggunakan Model *Pre-Trained EfficientNet-B0*”

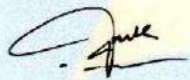
Nama : Muhammad Chandra Ramadhan

NIM : 2201020103

Program Studi : Teknik Informatika

Tanggal Persetujuan : 08 Juni 2026

Disetujui Oleh,
Komisi Pembimbing



Hendra Kurniawan, S.Kom.,
M.Sc.Eng., Ph.D.

(Ketua)



Novrizal Fattah Fahmitra,
S.Kom., M.Kom.

(Anggota)

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : “Analisis Performa *Local Training* pada Sistem Klasifikasi Sampah Berbasis *Federated Learning* Menggunakan Model *Pre-Trained EfficientNet-B0*”

Nama : Muhammad Chandra Ramadhan

NIM : 2201020103

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Komisi Penguji sebagai bagian persyaratan yang diperlukan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknik Elektro dan Informatika, Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman, Universitas Maritim Raja Ali Haji.

KOMISI PENGUJI

Ketua : Nerfita Nikentari, S.T., M.Cs., Ph.D. (.....)

Anggota I : Marisha Pertiwi, S.Tr.Kom., M.Kom. (.....)

Anggota II : Berta Erwin Slam, S.T., M.Kom. (.....)

Anggota III : Hendra Kurniawan, S.Kom., M.Sc.Eng., Ph.D. (.....)

Anggota IV : Novrizal Fattah Fahmitra, S.Kom., M.Kom. (.....)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro dan Informatika



Hollanda Ariel Kusuma, S.IK., M.Si
NIP. 19890401 201903 1 016

Tanggal Ujian : 30 Juni 2026

Tanggal Lulus:

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji dan syukur senantiasa penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, penyertaan, hikmat, serta karunia-Nya yang tak pernah berhenti mengalir dalam setiap langkah kehidupan penulis. Sholawat beserta salam semoga senantiasa tercurah kepada junjungan kita, Nabi Muhammad SAW, teladan terbaik sepanjang zaman. Hanya karena pertolongan Allah semata, penulis dimampukan untuk melewati setiap proses, tantangan, rasa lelah, air mata, bahkan keraguan, hingga akhirnya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Penulis menyadari betul bahwa perjalanan ini sama sekali tidak mudah, namun di setiap detik yang dilalui, terasa nyata betapa Allah selalu hadir menuntun, menguatkan, dan membukakan jalan di saat yang paling tepat.

Penulis sadar, skripsi ini tidak akan pernah selesai jika hanya mengandalkan kekuatan diri sendiri. Ada begitu banyak orang baik yang Allah hadirkan untuk menopang langkah penulis lewat doa-doa tulus yang diam-diam dipanjatkan, uluran tangan di saat sulit, kata-kata penyemangat saat rasanya ingin menyerah, hingga kasih sayang yang tak pernah usai. Oleh karena itu, dengan penuh rasa syukur kepada Allah, rasa hormat, dan kerendahan hati, penulis mempersembahkan karya sederhana ini kepada:

1. Ayahanda Ardan dan Ibunda Anita Suharti selaku orang tua tercinta merupakan sosok luar biasa yang menjadi alasan terbesar penulis untuk terus berjuang dan tidak menyerah. Terima kasih atas doa yang tidak pernah putus, dukungan moral maupun materi, serta setiap pengorbanan yang diberikan tanpa pernah meminta balasan. Segala pencapaian ini adalah bagian kecil dari bentuk rasa terima kasih dan bakti penulis untuk Ayah dan Ibu.
2. Bapak Feri Irawan, M.Kom selaku Koordinator Program Studi Teknik Informatika yang telah memberikan arahan dan dukungan selama masa studi penulis.
3. Bapak Hendra Kurniawan, S.Kom., M.Sc.Eng., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Novrizal Fattah Fahmitra, M.Kom. selaku Dosen Pembimbing II, yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan

ketulusannya. Terima kasih atas waktu, ilmu, masukan, saran, dan setiap arahan yang sangat berarti dalam proses penyusunan skripsi ini. Bimbingan yang diberikan tidak hanya membantu penulis menyelesaikan penelitian ini, tetapi juga menjadi pembelajaran berharga dalam kehidupan akademik penulis.

4. Seluruh teman-teman Teknik Informatika angkatan 2022, yang telah menjadi bagian dari perjalanan akademik penulis. Terima kasih atas kebersamaan, pengalaman, cerita, perjuangan, dan semangat yang telah dibagikan selama masa perkuliahan. Setiap momen bersama kalian akan selalu menjadi kenangan berharga
5. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah membantu, mendukung, mendoakan, dan memberikan kontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, hingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Pada akhirnya, skripsi ini bukan sekadar penanda selesainya satu tahapan akademik, melainkan awal dari langkah baru yang lebih panjang. Penulis berharap karya sederhana ini tidak berhenti hanya sampai di tumpukan lembaran kertas, tetapi bisa membawa manfaat, menyalakan inspirasi, atau setidaknya memberi sedikit kebaikan bagi siapa saja yang membacanya.

HALAMAN MOTTO

"Barangsiapa yang menempuh suatu jalan untuk mencari ilmu, maka Allah akan memudahkan baginya jalan menuju surga."
(HR. Muslim No. 2699)

"Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi manusia lainnya."
(HR. Ahmad, Ath-Thabrani, Al-Daruqutni)

Perjalanan menuntut ilmu dan menyelesaikan skripsi ini tidak pernah sekadar tentang mengejar lembar ijazah atau gelar di belakang nama. Di balik setiap bab yang ditulis, ada malam-malam panjang yang menguji ketahanan, rasa lelah yang teramat sangat, hingga rasa ragu apakah langkah ini akan sampai ke garis akhir. Namun, di setiap niat tulus untuk belajar, selalu ada kemudahan yang diselipkan-Nya, meski sering kali hadir lewat cara yang tak terduga.

Jangan pernah berkecil hati jika jalanmu terasa lebih menanjak atau membutuhkan waktu yang lebih lama dibanding orang lain. Langkah setiap orang memiliki waktunya sendiri, dan setiap peluh serta air mata yang keluar dalam proses menuntut ilmu adalah bagian dari jalan kebaikan yang sedang kamu ukir.

Jika hari ini kamu berhasil berdiri di titik ini, berhentilah sejenak dan apresiasi dirimu. Terima kasih sudah tidak menyerah, terima kasih sudah mau bangkit setiap kali merasa ingin berhenti. Yakinlah bahwa tidak ada proses menuntut ilmu yang sia-sia, setiap perjuanganmu hari ini sedang membukakan jalan-jalan kebaikan untuk masa depanmu.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala rahmat-Nya sehingga Tugas Akhir berjudul “**Analisis Performa Local Training pada Sistem Klasifikasi Sampah Berbasis Federated Learning Menggunakan Model Pre-Trained EfficientNet-B0**” ini dapat diselesaikan dengan baik untuk memenuhi syarat kelulusan Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Informatika, Universitas Maritim Raja Ali Haji. Penulis menyampaikan terima kasih yang tulus kepada Bapak Hendra Kurniawan, S.Kom., M.Sc.Eng., Ph.D selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Novrizal Fattah Fahmitra, M.Kom selaku Dosen Pembimbing II atas segala bimbingan, waktu, dan arahan berharga yang telah diberikan selama penelitian ini.

Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Bapak Hollanda Arief Kusuma, S.I.K., M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro dan Informatika, tim dosen penguji (Ibu Nefita Nikentari, S.T., M.Cs., Ph.D., Ibu Marisha Pertiwi, S.Tr.Kom., M.Kom., dan Bapak Berta Erwin Slam, S.T., M.Kom), seluruh staf akademis, kedua orang tua, serta rekan-rekan mahasiswa atas segala dukungan, doa, dan fasilitas yang diberikan. Penulis menyadari adanya keterbatasan dalam laporan ini dan mengharapkan kritik serta saran yang membangun, dengan harapan semoga penelitian ini dapat memberikan kontribusi nyata bagi perkembangan teknologi digital.

Tanjungpinang, Juni 2026



Muhammad Chandra Ramadhan

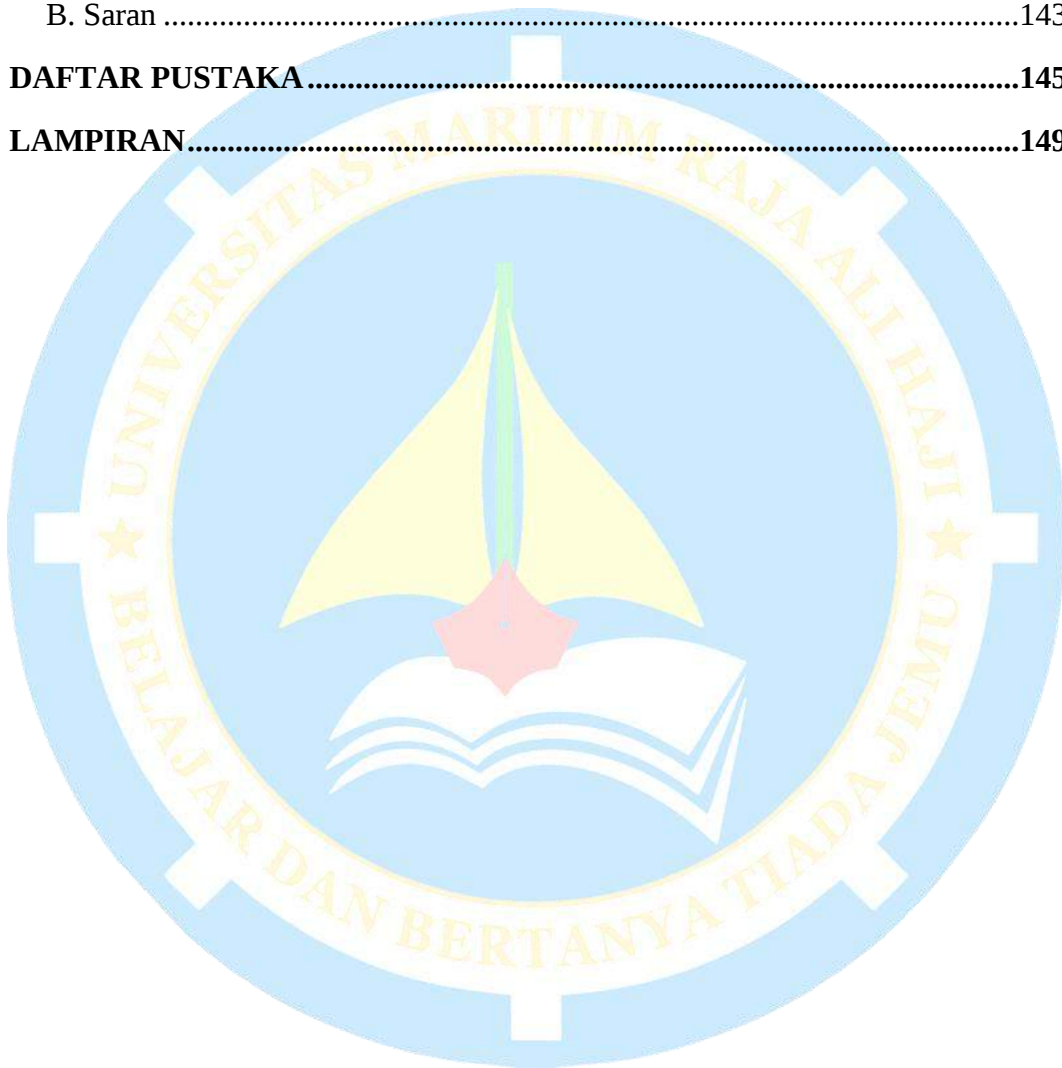
DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
HALAMAN PERSEMBAHAN	ix
HALAMAN MOTTO	xi
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Batasan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian.....	5
E. Manfaat Penelitian	6
BAB II KAJIAN LITERATUR	8
A. Tinjauan Pustaka.....	8
B. Landasan Teori.....	18
1. Kecerdasan Buatan (<i>Artificial Intelligence</i>)	18
2. Jaringan Syaraf Tiruan (JST).....	19
3. <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN).....	21
4. EfficientNet.....	22
5. <i>Centralized Learning</i>	30

6. <i>Federated Learning</i>	30
7. Matriks Evaluasi Kinerja	36
8. Ekstraksi Fitur Statis	39
9. Perbandingan Performa <i>Centralized Learning</i> dan <i>Federated Learning</i> ..	40
10. Klasifikasi Sampah Berbasis <i>Computer Vision</i>	41
11. <i>TrashNet</i>	42
12. Alat Pengembangan	43
BAB III METODE PENELITIAN	45
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	45
B. Alat dan Bahan.....	45
C. Alur Kerja Pelaksanaan Penelitian.....	46
D. Perancangan Sistem	48
1. Alur Kerja Sistem	48
2. Desain Sistem	50
3. Alur Pengguna	56
E. Analisis Dan Perancangan.....	57
1. Analisis Data.....	57
2. Prapemrosesan Data.....	58
3. Perencanaan Distribusi Dataset Klien	62
4. Arsitektur Sistem <i>Federated Learning</i>	63
5. Alur Pelatihan dan Pengujian Metode <i>Federated Learning</i> dan <i>Centralized Learning</i>	65
6. Perhitungan Manual Pelatihan Pada EfficientNet-B0	67
7. Perhitungan Manual <i>Federated Averaging</i>	78
8. Implementasi.....	81
9. Pengujian	82
F. Jadwal Penelitian.....	84

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	86
A. Distribusi Data Pelatihan	86
1. Distribusi Data Klien Pada Skenario 1 (Bervariasi)	86
2. Distribusi Data Klien Pada Skenario 2 (Seimbang).....	92
3. Distribusi Data pada Skenario 3 dan 10 Klien.....	98
4. Distribusi Data Pelatihan Model Dasar dan Data Pengujian	98
B. Pelatihan Model	99
1. Hasil Pelatihan Model Dasar (<i>Baseline</i>).....	99
2. Hasil Pencarian <i>Hyperparameter</i> Optimal	99
3. Analisis Performa <i>Local Training</i>	102
C. Evaluasi Model	112
1. Spesifikasi Data Uji	112
2. Evaluasi Model Akhir <i>Federated Learning</i>	112
3. Perhitungan Performa Model Terbaik	118
4. Uji Coba Pelatihan Model menggunakan Metode <i>Centralized Learning</i>	125
5. Analisis Komparatif Performa Model pada Metode <i>Centralized Learning</i> dan <i>Federated Learning</i>	130
D. Pembahasan	134
E. Analisis Variabel Pengganggu dan Potensi Degradasi Performa Model pada Arsitektur <i>Federated Learning</i>	135
F. Implementasi Aplikasi <i>Mobile</i>	137
1. Implementasi Halaman <i>Login</i>	137
2. Implementasi Halaman Utama	137
3. Implementasi Halaman <i>Import Dataset</i>	138
4. Implementasi Halaman <i>Import Image</i>	139
5. Implementasi Halaman Anotasi.....	139
6. Implementasi Halaman Prapemrosesan Data	140

7. Implementasi Halaman Pelatihan	141
8. Implementasi Halaman Klasifikasi	141
9. Implementasi Halaman Riwayat Pelatihan	142
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	143
A. Kesimpulan	143
B. Saran	143
DAFTAR PUSTAKA	145
LAMPIRAN	149

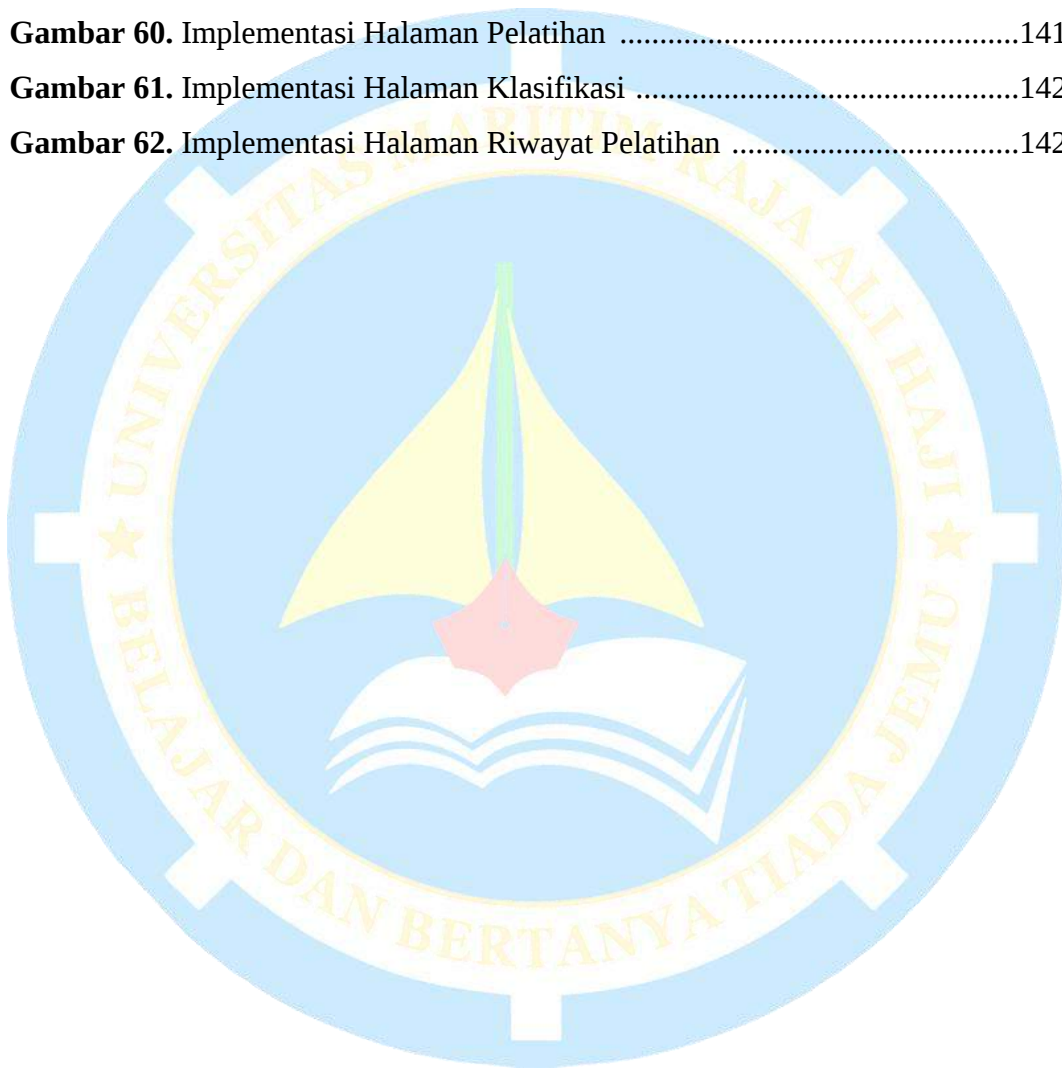


DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur Arsitektur JST	21
Gambar 2. Arsitektur <i>Convolutional Neural Network</i>	22
Gambar 3. Arsitektur <i>Federated Learning</i>	31
Gambar 4. Tabel <i>Confusion Matrix</i> Untuk Klasifikasi Biner	37
Gambar 5. Alur Kerja Pelaksanaan Penelitian	46
Gambar 6. Alur Kerja Sistem	48
Gambar 7. Desain Antarmuka Halaman <i>Login</i>	50
Gambar 8. Desain Antarmuka Halaman Utama	51
Gambar 9. Desain Antarmuka Halaman <i>Import Dataset</i>	52
Gambar 10. Desain Halaman Anotasi	53
Gambar 11. Desain Antarmuka Halaman Pelatihan	55
Gambar 12. Desain <i>Flowchart</i> Pengguna	56
Gambar 13. Sampel Citra Data Pelatihan	58
Gambar 14. Sampel Citra Asli Sampah Plastik Setelah Proses <i>Re-Size</i>	59
Gambar 15. Sampel Citra Asli Sampah Plastik Setelah Proses Rotasi Sebesar 30°	60
Gambar 16. Sampel Citra Asli Sampah Plastik Setelah Proses <i>Horizontal Flip</i>	61
Gambar 17. Konversi Data Citra Ke Bentuk Tensor 3D	61
Gambar 18. Diagram Arsitektur <i>Client-Server</i> pada Sistem <i>Federated Learning</i>	64
Gambar 19. Alur Pelatihan dan Pengujian Metode <i>Federated Learning</i> dan <i>Centralized Learning</i>	65
Gambar 20. Gambaran Arsitektur EfficientNet-B0	67
Gambar 21. Distribusi Dataset Klien 1 pada Skenario Bervariasi	87
Gambar 22. Distribusi Dataset Klien 2 pada Skenario Bervariasi	88
Gambar 23. Distribusi Dataset Klien 3 pada Skenario Bervariasi	89
Gambar 24. Distribusi Dataset Klien 4 pada Skenario Bervariasi	90
Gambar 25. Distribusi Dataset Klien 5 pada Skenario Bervariasi	91
Gambar 26. Distribusi Keseluruhan Dataset Klien pada Skenario Bervariasi	92

Gambar 27. Distribusi Dataset Klien 1 pada Skenario Seimbang.....	93
Gambar 28. Distribusi Dataset Klien 2 pada Skenario Seimbang	94
Gambar 29. Distribusi Dataset Klien 3 pada Skenario Seimbang	95
Gambar 30. Distribusi Dataset Klien 4 pada Skenario Seimbang	96
Gambar 31. Distribusi Dataset Klien 5 pada Skenario Seimbang	97
Gambar 32. Distribusi Keseluruhan Dataset Klien pada Skenario Seimbang	97
Gambar 33. Grafik Evaluasi Loss Pelatihan Klien 1	103
Gambar 34. Grafik Evaluasi Akurasi Pelatihan Klien 1	103
Gambar 35. Grafik Evaluasi Loss Pelatihan Klien 2	105
Gambar 36. Grafik Evaluasi Akurasi Pelatihan Klien 2	105
Gambar 37. Grafik Evaluasi Loss Pelatihan Klien 3	107
Gambar 38. Grafik Evaluasi Akurasi Pelatihan Klien 3	107
Gambar 39. Grafik Evaluasi Loss Pelatihan Klien 4	109
Gambar 40. Grafik Evaluasi Akurasi Pelatihan Klien 4	109
Gambar 41. Grafik Evaluasi Loss Pelatihan Klien 5	111
Gambar 42. Grafik Evaluasi Akurasi Pelatihan Klien 5	111
Gambar 43. Grafik Tren Akurasi Model Global pada Topologi 3 Klien	115
Gambar 44. Grafik Tren Akurasi Model Global pada Topologi 5 Klien	115
Gambar 45. Grafik Tren Akurasi Model Global pada Topologi 10 Klien	115
Gambar 46. Grafik Tren Loss Model Global pada Topologi 3 Klien	118
Gambar 47. Grafik Tren Loss Model Global pada Topologi 5 Klien	118
Gambar 48. Grafik Tren Loss Model Global pada Topologi 10 Klien	118
Gambar 49. Visualisasi Performa Model Global Menggunakan <i>Heatmap</i>	120
Gambar 50. Performa Model dengan Metode Pelatihan <i>Centralized Learning</i> pada Skenario Optimal	126
Gambar 51. Visualisasi Performa Model dengan Metode Pelatihan <i>Centralized Learning</i> pada Skenario Optimal menggunakan <i>Heatmap</i>	127
Gambar 52. Performa Model dengan Metode Pelatihan <i>Centralized Learning</i> pada Skenario Beban Komputasi Setara FL	129
Gambar 53. Visualisasi Perbandingan Performa Model antara Metode <i>Federated Learning</i> dan <i>Centralized Learning</i>	133

Gambar 54. Implementasi Halaman <i>Login</i>	137
Gambar 55. Implementasi Halaman Utama	138
Gambar 56. Implementasi Halaman <i>Import</i> Dataset	138
Gambar 57. Implementasi Halaman <i>Import</i> Gambar	139
Gambar 58. Implementasi Halaman Anotasi	140
Gambar 59. Implementasi Halaman Prapemrosesan Data	140
Gambar 60. Implementasi Halaman Pelatihan	141
Gambar 61. Implementasi Halaman Klasifikasi	142
Gambar 62. Implementasi Halaman Riwayat Pelatihan	142



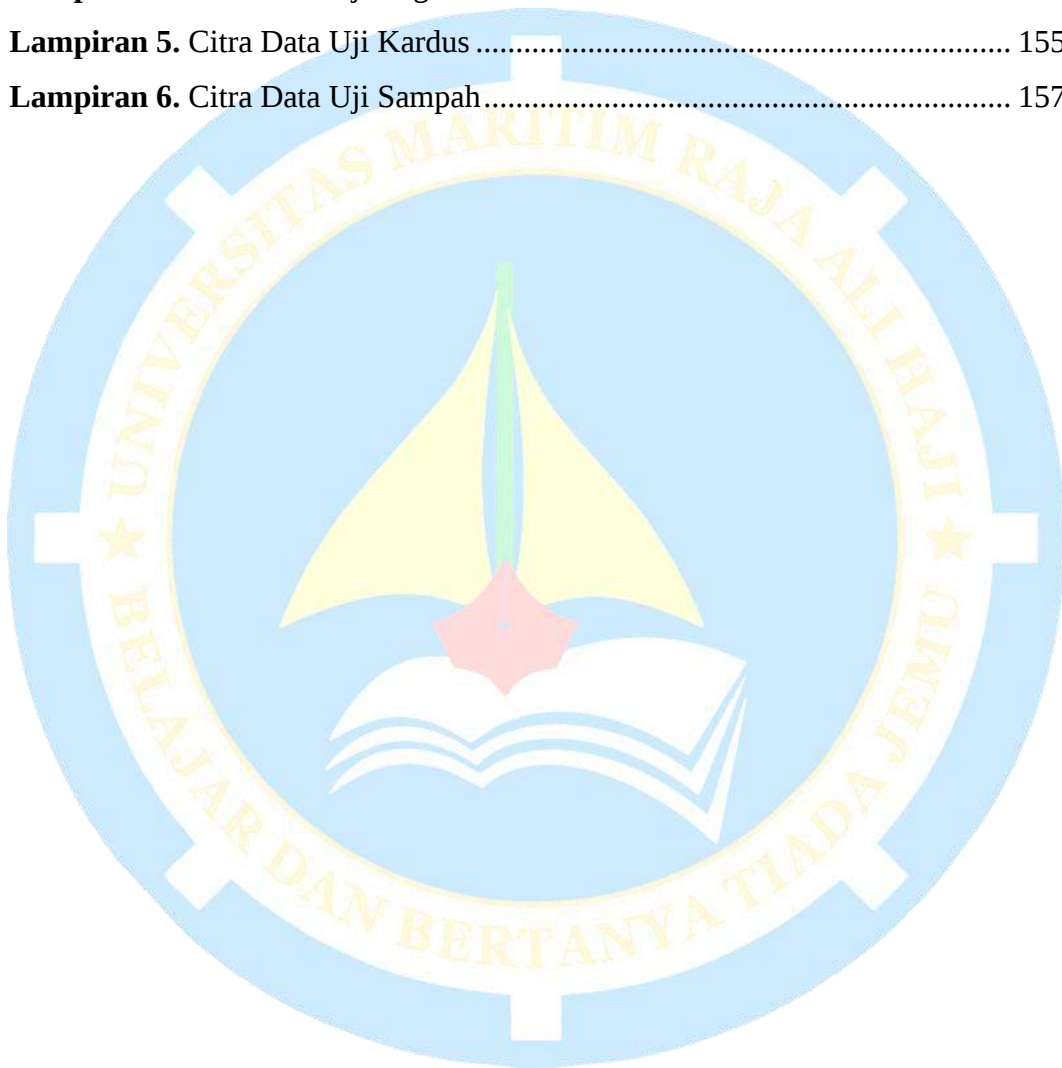
DAFTAR TABEL

Tabel 1. Keaslian Penelitian	7
Tabel 2. Tinjauan Pustaka	11
Tabel 3. Bahan yang Digunakan	45
Tabel 4. Alat yang Digunakan	46
Tabel 5. Sampel Distribusi Data Setiap Klien pada Topologi 5 klien	63
Tabel 6. Sampel Citra 5x5 Piksel untuk Channel Warna Merah (Red)	69
Tabel 7. Sampel Citra 5x5 Piksel untuk Channel Warna Hijau (Green)	69
Tabel 8. Sampel Citra 5x5 Piksel untuk Channel Warna Biru (Blue)	70
Tabel 9. Sampel Confusion Matrix	82
Tabel 10. Jadwal Penelitian	84
Tabel 11. Distribusi Dataset Klien 1 pada Skenario Bervariasi	87
Tabel 12. Distribusi Dataset Klien 2 pada Skenario Bervariasi	88
Tabel 13. Distribusi Dataset Klien 3 pada Skenario Bervariasi	89
Tabel 14. Distribusi Dataset Klien 4 pada Skenario Bervariasi	90
Tabel 15. Distribusi Dataset Klien 5 pada Skenario Bervariasi	91
Tabel 16. Distribusi Dataset Klien 1 pada Skenario Seimbang	93
Tabel 17. Distribusi Dataset Klien 2 pada Skenario Seimbang	94
Tabel 18. Distribusi Dataset Klien 3 pada Skenario Seimbang	94
Tabel 19. Distribusi Dataset Klien 4 pada Skenario Seimbang	95
Tabel 20. Distribusi Dataset Klien 5 pada Skenario Seimbang	96
Tabel 21. Distribusi Data Pelatihan Awal dan Data Uji	98
Tabel 22. Performa Model Dasar Federated Learning	99
Tabel 23. Pencarian Hyperparameter dengan Metode Grid Search	100
Tabel 24. Hasil Pelatihan Lokal Klien 1	102
Tabel 25. Hasil Pelatihan Lokal Klien 2	104
Tabel 26. Hasil Pelatihan Lokal Klien 3	106
Tabel 27. Hasil Pelatihan Lokal Klien 4	108
Tabel 28. Hasil Pelatihan Lokal Klien 5	110
Tabel 29. Spesifikasi Data Uji	112

Tabel 30. Tabel Performa Akurasi Model Global pada Setiap Ronde Pelatihan	113
Tabel 31. Tabel Performa Loss Model Global pada Setiap Ronde Pelatihan	116
Tabel 32. Hasil Klasifikasi Model Global dengan Performa Terbaik	119
Tabel 33. Perhitungan Akurasi pada Model Global dengan Performa Terbaik	120
Tabel 34. Perhitungan Error Rate pada Model Global dengan Performa Terbaik	121
Tabel 35. Perhitungan Nilai Presisi pada Model Global dengan Performa Terbaik	122
Tabel 36. Perhitungan Nilai Recall pada Model Global dengan Performa Terbaik	123
Tabel 37. Perhitungan Nilai F1-score pada Model Global dengan Performa Terbaik	124
Tabel 38. Hasil Perhitungan Performa Global Model Secara Keseluruhan	125
Tabel 39. Performa Model dengan Metode Pelatihan Centralized Learning pada Skenario Optimal untuk Setiap Label	127
Tabel 40. Performa Model dengan Metode Pelatihan Centralized Learning pada Skenario Optimal secara Keseluruhan	128
Tabel 41. Performa Model dengan Metode Pelatihan Centralized Learning pada Skenario Komputasi Setara untuk Setiap Label	129
Tabel 42. Performa Model dengan Metode Pelatihan Centralized Learning pada Skenario Beban Komputasi Setara FL	130
Tabel 43. Perbandingan Performa Metrik Evaluasi antara Metode Federated Learning dan Centralized Learning pada Setiap Kategori Sampah	131
Tabel 44. Perbandingan Performa Keseluruhan Model Antara Metode Federated Learning dan Centralized Learning	132

DAFTAR LAMPIRAN

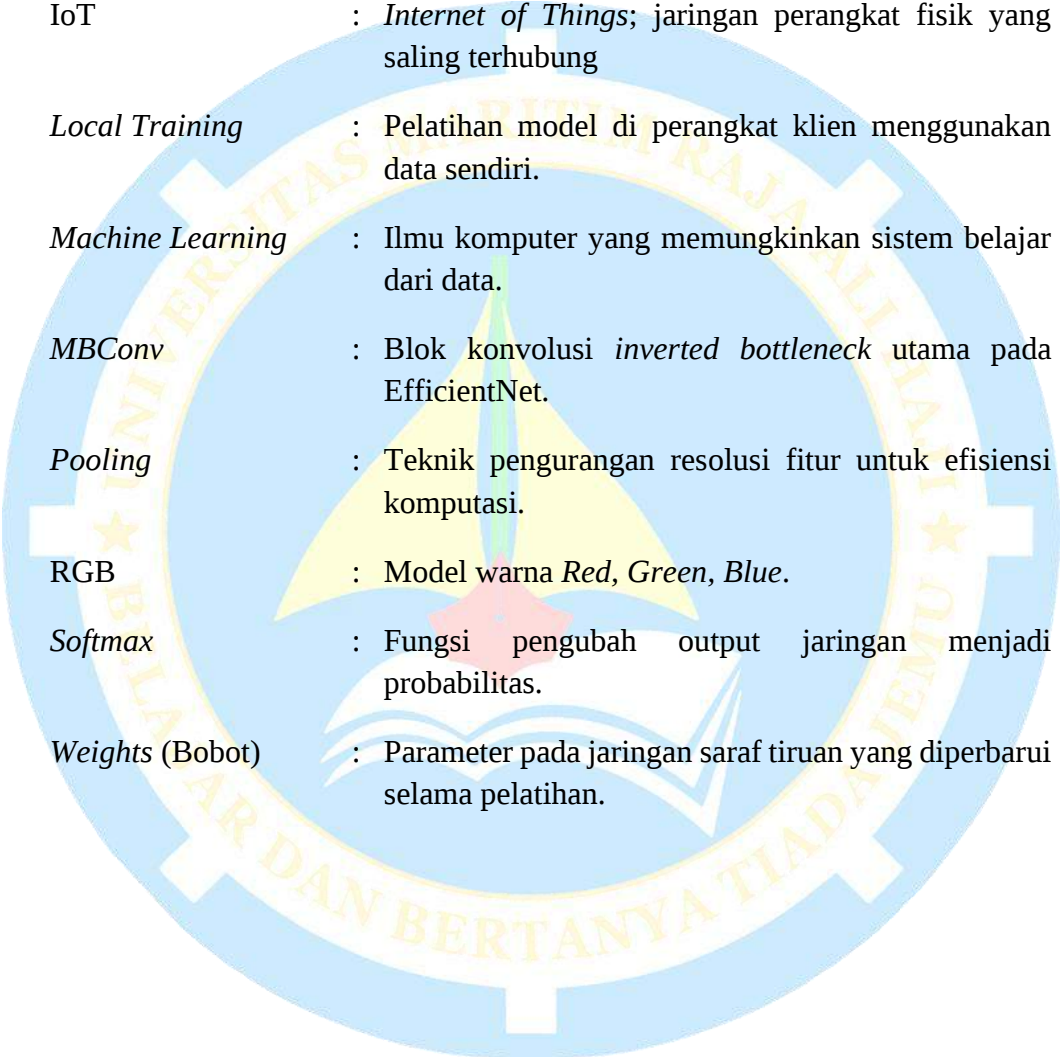
Lampiran 1. Citra Data Uji Plastik.....	149
Lampiran 2. Citra Data Uji Kertas	150
Lampiran 3. Citra Data Uji Kaca.....	152
Lampiran 4. Citra Data Uji Logam	154
Lampiran 5. Citra Data Uji Kardus	155
Lampiran 6. Citra Data Uji Sampah.....	157



GLOSARIUM



<i>Artificial Intelligence (AI)</i>	: Kecerdasan Buatan; simulasi kecerdasan manusia oleh mesin.
API	: Antarmuka penghubung antar aplikasi perangkat lunak
Augmentasi Data	: Teknik memperbanyak variasi data latih untuk generalisasi model.
<i>Backpropagation</i>	: Algoritma penyesuaian bobot mundur untuk meminimalkan <i>error</i> .
<i>Bandwidth</i>	: Kapasitas maksimum pengiriman data melalui koneksi jaringan internet.
<i>Batch</i>	: Kumpulan data sampel yang diproses dalam satu iterasi.
<i>Centralized Learning</i>	: Metode pelatihan model konvensional di mana seluruh data dikumpulkan dan diproses dalam satu server pusat.
<i>Computer Vision</i>	: Cabang dari kecerdasan buatan yang memungkinkan komputer untuk "melihat", menganalisis, dan memproses informasi dari gambar atau video.
<i>Compound Scaling</i>	: Metode penyeimbangan dimensi kedalaman, lebar, dan resolusi jaringan secara serentak.
<i>Epoch</i>	: Satu putaran penuh pelatihan seluruh dataset.
FL (<i>Federated Learning</i>)	: Metode pelatihan model terdesentralisasi di perangkat klien demi privasi data.
GAP (<i>Global Average Pooling</i>):	: Operasi perata-rataan peta fitur spasial menjadi satu nilai
GDPR	: Regulasi perlindungan data pribadi Uni Eropa.



<i>Gradient Descent</i>	: Algoritma optimasi yang digunakan untuk meminimalkan fungsi kerugian (<i>loss function</i>) dengan memperbarui parameter model secara iteratif.
<i>Inference</i> (Inferensi)	: Tahap penggunaan model terlatih untuk prediksi keputusan.
IoT	: <i>Internet of Things</i> ; jaringan perangkat fisik yang saling terhubung
<i>Local Training</i>	: Pelatihan model di perangkat klien menggunakan data sendiri.
<i>Machine Learning</i>	: Ilmu komputer yang memungkinkan sistem belajar dari data.
<i>MBConv</i>	: Blok konvolusi <i>inverted bottleneck</i> utama pada EfficientNet.
<i>Pooling</i>	: Teknik pengurangan resolusi fitur untuk efisiensi komputasi.
RGB	: Model warna <i>Red, Green, Blue</i> .
<i>Softmax</i>	: Fungsi pengubah output jaringan menjadi probabilitas.
<i>Weights</i> (Bobot)	: Parameter pada jaringan saraf tiruan yang diperbarui selama pelatihan.