

**ANALISIS KINERJA *LOCAL TRAINING* PADA SISTEM
FEDERATED LEARNING UNTUK KLASIFIKASI JENIS
SAMPAH DENGAN ARSITEKTUR ResNet-18**

TUGAS AKHIR



M. Mudaffarsyah

2201020075

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI KEMARITIMAN
UNIVERSITAS MARITIM RAJA ALI HAJI
TANJUNGPINANG
2026**

**ANALISIS KINERJA LOCAL TRAINING PADA SISTEM
FEDERATED LEARNING UNTUK KLASIFIKASI JENIS
SAMPAH DENGAN ARSITEKTUR ResNet-18**

Tugas Akhir

Skema Skripsi

*Usulan Tugas Akhir diajukan sebagai salah satu persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Informatika*



M. Mudaffarsyah

2201020075

**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

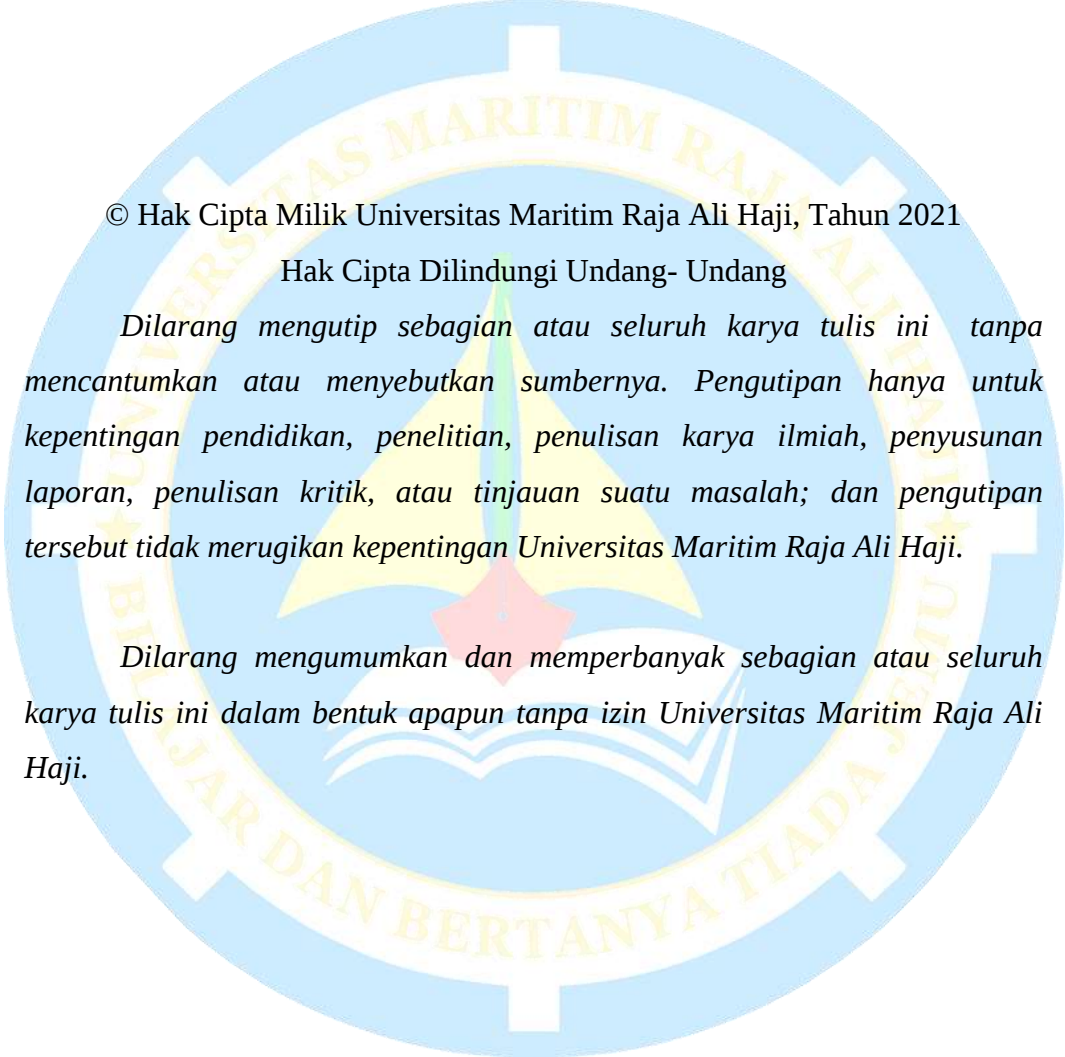
Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir berjudul “Analisis Kinerja *Local Training* pada Sistem *Federated Learning* untuk Klasifikasi Jenis Sampah dengan Arsitektur ResNet-18” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. 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, 5 Juni 2026



M. Mudaffarsyah
NIM 2201020075

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 the ring is a yellow triangle with a red and white striped flag on a pole. Below the flag are blue wavy lines representing water. The text "UNIVERSITAS MARITIM RAJA ALI HAJI" is written in yellow along the top inner edge of the blue ring, and "PEJAJAR DAN BERTANYA TIADA" is written along the bottom inner edge.

© 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 Kinerja *Local Training* pada Sistem
Federated Learning untuk Klasifikasi Jenis Sampah
dengan Arsitektur ResNet-18
Nama : M. Mudaffarsyah
NIM : 2201020075
Program Studi : Teknik Informatika
Tanggal Persetujuan : 5 Juni 2026

Disetujui oleh,
Komisi Pembimbing



Hendra Kurniawan, S.Kom.,
M.Sc.Eng., Ph.D
(Ketua)



Feri Irawan, M.Kom
(Anggota)

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Analisis Kinerja *Local Training* pada Sistem
Federated Learning untuk Klasifikasi Jenis
Sampah dengan Arsitektur ResNet-18

Nama : M. Mudaffarsyah

NIM : 2201020075

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	: Ferdi Chahyadi, S.Kom., M.Cs	(.....)
Anggota I	: Fortia Magfira, M.Kom	(.....)
Anggota II	: Rifaldi Herikson, M.Kom	(.....)
Anggota III	: Hendra Kurniawan, S.Kom., M.Sc.Eng., Ph.D	(.....)
Anggota IV	: Feri Irawan, M.Kom	(.....)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro dan Informatika

Hollanda Arief Kusuma, S.IK., M.Si

NIP.198904012019031016

Tanggal Ujian: 26 Juni 2026

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala rahmat-Nya sehingga Tugas Akhir berjudul “**Analisis Kinerja Local Training pada Sistem Federated Learning untuk Klasifikasi Jenis Sampah dengan Arsitektur ResNet-18**” 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 Feri Irawan, 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, tim dosen penguji (Bapak Ferdi Chahyadi, S.Kom., M.Cs, Ibu Fortia Magfira, M.Kom, dan Bapak Rifaldi Herikson, 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, 5 Juni 2026


M. Mudaffarsyah

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
PRAKATA.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Perumusan Masalah	4
C. Batasan Penelitian.....	4
D. Tujuan Penelitian	5
E. Manfaat Penelitian	5
BAB II KAJIAN LITERATUR	7
A. Tinjauan Pustaka.....	7
B. Landasan Teori.....	18
1. Kecerdasan Buatan (<i>Artificial Intelligence</i>)	18
2. <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN).....	19
3. ResNet-18	20
4. <i>Transfer Learning</i>	27
5. <i>Federated Learning</i>	28

6. Matriks Evaluasi Kinerja	32
7. Perbandingan Performa <i>Federated Learning</i> dan <i>Centralized Learning</i> ..	35
8. Alat Pengembangan	37
BAB III METODE PENELITIAN.....	39
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	39
B. Bahan dan Alat.....	39
C. Alur Pelaksanaan Penelitian	40
D. Perancangan Sistem	42
1. Alur Kerja Sistem	42
2. Desain Sistem	44
3. Alur Pengguna Sistem	49
4. <i>Use Case</i> Pengguna Sistem	51
5. <i>Activity Diagram</i> Pengguna Sistem	52
E. Analisis dan Perancangan	54
1. Analisis Data.....	54
2. Pra-pemrosesan data	55
3. Perencanaan Distribusi Dataset	56
4. Arsitektur Sistem <i>Federated Learning</i>	57
5. Perhitungan Manual ResNet-18.....	58
6. Perhitungan Manual <i>Federated Averaging</i>	64
7. Implementasi	67
8. Pengujian	67
F. Jadwal Penelitian.....	70
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	71
A. Distribusi Data <i>Non-IID</i>	71
B. Distribusi Data Pelatihan	72

C. Pelatihan Model	79
1. Pelatihan Model <i>Baseline</i>	79
2. Penentuan <i>Hyperparameter</i> Optimal.....	80
3. Analisis Kinerja <i>Local Training</i>	82
D. Evaluasi Model	86
1. Proses Pengujian Data	86
2. Evaluasi Model <i>Federated Learning</i>	87
3. Perhitungan Performa Model Terbaik	92
4. Pelatihan dengan Metode <i>Centralized Learning</i>	96
5. Perbandingan performa <i>Centralized Learning</i> dan <i>Federated Learning</i> ..	99
6. Pembahasan	104
7. Implementasi <i>Mobile App</i>	105
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	112
A. Simpulan.....	112
B. Saran	112
DAFTAR PUSTAKA	114

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Keaslian Penelitian.....	6
Tabel 2. Tinjauan Pustaka.....	10
Tabel 3. <i>Confusion Matrix</i> untuk Klasifikasi Biner.....	33
Tabel 4. Label dan Jumlah Data.....	39
Tabel 5. Alat dan Bahan.....	39
Tabel 6. Tahapan Pra-pemrosesan Data.....	55
Tabel 7. Distribusi data per-klien.....	56
Tabel 8. Matriks 5×5 Kanal Merah (<i>Red</i>).....	59
Tabel 9. Matriks 5x5 Kanal Hijau (<i>Green</i>).....	59
Tabel 10. Matriks 5x5 Kanal Biru (<i>Blue</i>).....	60
Tabel 11. Rencana pelaksanaan penelitian.....	70
Tabel 12. Hasil Evaluasi Model dengan Data <i>Non-IID</i>	71
Tabel 13. Distribusi Data Klien 1.....	72
Tabel 14. Distribusi Data Klien 2.....	73
Tabel 15. Distribusi Data Klien 3.....	74
Tabel 16. Distribusi Data Klien 4.....	75
Tabel 17. Distribusi Data Klien 5.....	76
Tabel 18. Pembagian Data Pelatihan dan Pengujian.....	79
Tabel 19. Performa Model <i>Baseline</i>	80
Tabel 20. Penentuan <i>Hyperparameter</i>	80
Tabel 21. Hasil Pelatihan Klien 1.....	82
Tabel 22. Hasil Pelatihan Klien 2.....	83
Tabel 23. Hasil Pelatihan Klien 3.....	84
Tabel 24. Hasil Pelatihan Klien 4.....	85
Tabel 25. Hasil Pelatihan Klien 5.....	85
Tabel 26. Rincian Data Pengujian.....	87
Tabel 27. Hasil Evaluasi Model <i>Federated Learning</i>	88
Tabel 28. Perbandingan Evaluasi Model Distribusi <i>Non-IID</i> dan Dirichlet.....	91
Tabel 29. <i>Confusion Matrix</i> Model <i>Final</i>	92
Tabel 30. Perhitungan Akurasi <i>Final</i>	93
Tabel 31. Perhitungan <i>Error Rate Final</i>	94

Tabel 32. Perhitungan Presisi <i>Final</i>	94
Tabel 33. Perhitungan <i>Recall Final</i>	95
Tabel 34. Perhitungan <i>F1-Score Final</i>	96
Tabel 35. Performa model <i>Centralized Learning</i>	97
Tabel 36. Performa model CL per label.....	98
Tabel 37. Perbandingan performa <i>Centralized</i> dan <i>Federated Learning</i>	100
Tabel 38. Perbandingan Metrik Evaluasi <i>Federated</i> dan <i>Centralized</i> per label .	101
Tabel 39. Perbandingan Metrik Evaluasi <i>Federated</i> dan <i>Centralized</i>	102



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Arsitektur <i>Convolutional Neural Netrowk</i> (CNN)	20
Gambar 2. Arsitektur ResNet	21
Gambar 3. Arsitektur ResNet-18	21
Gambar 4. Arsitektur <i>Linear Probing</i>	27
Gambar 5. Asitektur <i>Federated Learning</i>	28
Gambar 6. Alur Pelaksanaan Penelitian	40
Gambar 7. Alur Kerja Sistem	42
Gambar 8. Skema <i>Encode</i> dan <i>Decode</i> Parameter Model	43
Gambar 9. Halaman Login	44
Gambar 10. Halaman Utama	45
Gambar 11. Halaman Dataset	46
Gambar 12. Halaman Anotasi	47
Gambar 13. Halaman Pelatihan	48
Gambar 14. Alur Pengguna Sistem	49
Gambar 15. <i>Use Case</i> Pengguna Sistem	51
Gambar 16. <i>Activity Diagram User Login</i>	52
Gambar 17. <i>Activity Diagram Training Lokal</i>	53
Gambar 18. Sampel citra asli	55
Gambar 19. Diagram Arsitektur <i>Client-Server</i>	57
Gambar 20. Arsitektur Model ResNet-18	58
Gambar 21. Sampel <i>Confusion Matrix</i>	68
Gambar 22. Grafik Hasil Evaluasi Model dengan Data <i>Non-IID</i>	72
Gambar 23. Grafik Distribusi Data Klien 1	73
Gambar 24. Grafik Distribusi Data Klien 2	74
Gambar 25. Grafik Distribusi Data Klien 3	75
Gambar 26. Grafik Distribusi Data Klien 4	76
Gambar 27. Grafik Distribusi Data Klien 5	77
Gambar 28. Distribusi Seluruh Data Client	78
Gambar 29. Grafik Hasil Pelatihan Klien 1	82
Gambar 30. Grafik Hasil Pelatihan Klien 2	83
Gambar 31. Grafik Hasil Pelatihan Klien 3	84

Gambar 32. Grafik Hasil Pelatihan Klien 4	85
Gambar 33. Grafik Hasil Pelatihan Klien 5	86
Gambar 34. Grafik Hasil Evaluasi Skenario 3 Klien	89
Gambar 35. Grafik Hasil Evaluasi Skenario 5 Klien	89
Gambar 36. Grafik Hasil Evaluasi Skenario 10 Klien	90
Gambar 37. Grafik Perbandingan Kinerja Distribusi <i>Non-IID</i> dan Dirichlet	91
Gambar 38. Diagram <i>Heatmap</i> Model <i>Final</i>	93
Gambar 39. Grafik Performa model <i>Centralized Learning</i>	98
Gambar 40. Diagram <i>Heatmap</i> model CL	99
Gambar 41. Grafik Akurasi perbandingan performa	101
Gambar 42. Grafik <i>Loss</i> perbandingan performa.....	101
Gambar 43. Grafik perbandingan performa <i>Federated</i> dan <i>Centralized</i>	103
Gambar 44. Implementasi Halaman <i>Login</i>	105
Gambar 45. Implementasi Halaman Utama	106
Gambar 46. Implementasi Halaman <i>Import Dataset</i>	107
Gambar 47. Implementasi Halaman <i>Import Image</i>	108
Gambar 48. Implementasi Halaman <i>Pre-Processing</i>	109
Gambar 49. Implementasi Halaman Anotasi	110
Gambar 50. Implementasi Halaman Pelatihan.....	111