



**PERBANDINGAN KINERJA ALGORITMA DALAM
KLASIFIKASI SERANGAN DDOS BERDASARKAN DATA
*CIC IoMT DATASET***

SKRIPSI

FIKRI AZHARI

1910511005

**PROGRAM STUDI S1 INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA
JAKARTA**



**PERBANDINGAN KINERJA ALGORITMA DALAM
KLASIFIKASI SERANGAN DDOS BERDASARKAN DATA
*CIC IoMT DATASET***

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Komputer

FIKRI AZHARI

1910511005

**PROGRAM STUDI S1 INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA
JAKARTA**

PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas akhir ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Fikri Azhari

NIM : 1910511005

Tanggal : 10 Juni 2025

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 10 Juni 2025

Yang menyatakan,



Fikri Azhari

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta,
saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fikri Azhari
NIM : 1910511005
Fakultas : Ilmu Komputer
Program Studi : S1 Informatika

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta Hak Bebas Royalti Non
eksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang
berjudul:

Perbandingan Kinerja Algoritma dalam Klasifikasi Serangan DDoS Berdasarkan Data CIC IoMT Dataset

Dengan Hak Bebas Royalti ini Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”
Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk
pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya
selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai
pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada Tanggal : 10 Juni 2025

Yang menyatakan,



Fikri Azhari

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Perbandingan Kinerja Algoritma dalam Klasifikasi Serangan DDoS Berdasarkan
Data CIC IoMT Dataset

Nama : Fikri Azhari

NIM : 1910511005

Disetujui oleh :

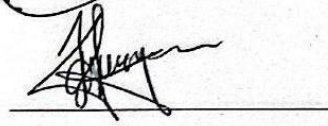
Penguji 1

Dr. Didit Widiyanto, S.Kom., M.Si.



Penguji 2

Hamonangan Kinantan P., S.T., M.T.



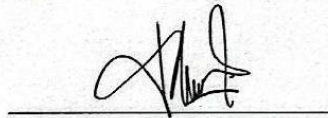
Pembimbing 1

Bayu Hananto, S.Kom., M.Kom.



Pembimbing 2

Iin Ernawati, S.Kom., M.Si.

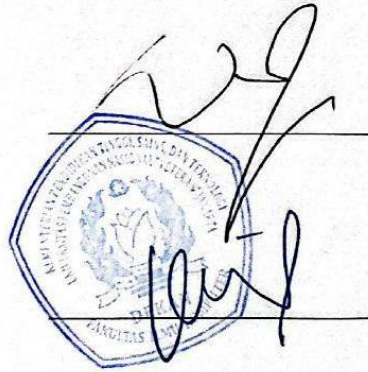


Diketahui oleh:

Koordinator Program Studi

Dr. Widya Cholil, S.Kom., M.I.T.

NIP. 221112080



Dekan Fakultas Ilmu Komputer

Prof. Dr. Ir. Supriyanto, S.T., M.Sc., IPM.

NIP. 197605082003121002

Tanggal Ujian Skripsi :

20 Mei 2025

KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga penulisan skripsi ini dapat berhasil diselesaikan. Penulisan skripsi dengan judul “Perbandingan Kinerja Algoritma dalam Klasifikasi Serangan DDOS Berdasarkan *Data CIC IoMT Dataset*” yang dilakukan sejak Agustus 2024 ini tidak terlepas dari bantuan beberapa pihak-pihak lain. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Allah S.W.T. hanya karena rahmat dan karunia-Nya, penulis bisa menyelesaikan penelitian ini.
2. Orang tua dan keluarga penulis, yang telah memberikan dukungan dan doa untuk kesuksesan penulis sampai penelitian ini selesai.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Supriyanto, ST., M.Sc., IPM. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer.
4. Ibu Dr. Widya Cholil, M.I.T. selaku Koordinator Program Studi S1 Informatika.
5. Bapak Bayu Hananto, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembimbing pertama skripsi yang membantu penulis dalam penyusunan skripsi dan memberikan saran dengan baik.
6. Ibu Iin Ernawati S.Kom., M.Si. selaku dosen pembimbing kedua skripsi yang membantu penulis dalam penyusunan skripsi dan memberikan saran dengan baik.
7. Seluruh teman dekat penulis yang telah memberikan dukungan, doa, dan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini, yang namanya tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.
8. Seluruh pihak yang terlibat dalam kelancaran pembuatan skripsi ini dan yang belum disebutkan di atas, penulis ucapkan terimakasih.

Jakarta, April 2025



Fikri Azhari

NIM. 1910511005

Perbandingan Kinerja Algoritma dalam Klasifikasi Serangan DDoS Berdasarkan Data *CIC IoMT Dataset*

Fikri Azhari

ABSTRAK

Dengan semakin luasnya penerapan *Internet of Things* (IoT) di berbagai sektor, termasuk sektor medis dengan *teknologi Internet of Medical Things* (IoMT), serangan *Distributed Denial of Service* (DDoS) menjadi ancaman serius bagi keberlangsungan sistem. Penelitian ini membandingkan empat algoritma *machine learning* *Random Forest*, *LightGBM*, *Naïve Bayes*, dan *K-Nearest Neighbors* (KNN) untuk mendeteksi serangan DDoS pada IoMT. Evaluasi dilakukan berdasarkan akurasi dan waktu komputasi yang berjalan secara paralel (GPU) menggunakan pendekatan *Weighted Sum Method*. Hasil menunjukkan bahwa *Random Forest* memiliki performa terbaik dengan skor 0.971578, diikuti oleh *Naïve Bayes* dengan skor 0.961235. Meskipun KNN memiliki akurasi tinggi, algoritma ini kurang efisien secara waktu, sedangkan *LightGBM* menunjukkan performa terendah dalam hal akurasi dan efisiensi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem deteksi ancaman siber yang cepat dan akurat pada lingkungan IoMT.

Kata Kunci : *Internet of Things* (IoT), *Internet of Medical Things* (IoMT), *Distributed Denial of Service* (DDoS), *Machine Learning*, Deteksi Serangan.

Comparison of Algorithm Performance in DDoS Attack Classification Based on the CIC IoMT Dataset

Fikri Azhari

ABSTRACT

With the widespread application of the Internet of Things (IoT) in various sectors, including the medical sector with Internet of Medical Things (IoMT) technology, Distributed Denial of Service (DDoS) attacks are a serious threat to the sustainability of the system. This research compares four machine learning algorithms Random Forest, LightGBM, Naïve Bayes, and K-Nearest Neighbors (KNN) to detect DDoS attacks on IoMT. The evaluation is based on accuracy and computation time running in parallel (GPU) using the Weighted Sum Method approach. The results show that Random Forest has the best performance with a score of 0.971578, followed by Naïve Bayes with a score of 0.961235. Although KNN has high accuracy, it is less time efficient, while LightGBM shows the lowest performance in terms of accuracy and efficiency. This research is expected to contribute to the development of a fast and accurate cyber threat detection system in the IoMT environment.

Keywords : *Internet of Things (IoT), Internet of Medical Things (IoMT), Distributed Denial of Service (DDoS), Machine Learning, Attack Detection.*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR RUMUS.....	xv
DAFTAR SIMBOL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.4.1. Bagi Penulis.....	4
1.4.2. Bagi Masyarakat	4
1.4.3. Bagi Pengembang Sistem Keamanan	5
1.5. Batasan Masalah	5
1.6. Luaran yang Diharapkan	6
1.7. Sistematika Penulisan.....	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1. <i>Internet of Things</i>	8
2.2. <i>Internet of Medical Things</i>	8
2.3. <i>Canadian Institute for Cybersecurity</i>	9
2.4. <i>Distributed Denial of Service</i>	10
2.4.1. Identifikasi Serangan DDoS.....	11
2.4.2. Jenis Serangan DDoS.....	12
2.5. <i>Machine Learning</i>	15
2.6. Pra-proses	16

2.6.1.	<i>Cleaning Data</i>	16
2.6.2.	<i>Outlier</i>	17
2.6.3.	<i>Isolation Forest</i>	17
2.6.4.	<i>Encoding</i>	19
2.6.5.	<i>Label Encoding</i>	19
2.6.6.	<i>Transformasi Log</i>	20
2.6.7.	<i>Feature Selection</i>	20
2.6.8.	<i>ANOVA</i>	21
2.6.9.	<i>Splitting Data</i>	22
2.6.10.	<i>Imbalance Class</i>	23
2.6.11.	<i>Undersampling</i>	23
2.6.12.	<i>Tomek Link</i>	24
2.6.13.	<i>Oversampling</i>	25
2.6.14.	<i>SMOTE</i>	25
2.7.	<i>Supervised Learning</i>	26
2.7.1.	<i>Klasifikasi</i>	27
2.8.	<i>Ensemble Learning</i>	27
2.8.1.	<i>Random Forest</i>	28
2.8.2.	<i>LightGBM</i>	30
2.9.	<i>Non-Ensemble Learning</i>	32
2.9.1.	<i>Naive Bayes</i>	32
2.9.2.	<i>K-Nearest Neighbor</i>	34
2.10.	<i>Evaluasi Model</i>	34
2.11.	<i>Weighted Sum Method</i>	35
2.12.	<i>Google Colabs</i>	37
2.13.	<i>Python</i>	37
2.14.	<i>Nvidia</i>	38
2.15.	<i>CUDA</i>	38
2.16.	<i>CuML</i>	39
2.17.	<i>Scikit-learn</i>	39
2.18.	<i>Penelitian Terdahulu</i>	40
BAB 3 METODE PENELITIAN		45
3.1.	<i>Tahapan Penelitian</i>	45
3.1.1.	<i>Identifikasi Masalah</i>	46

3.1.2.	Studi Literatur.....	46
3.1.3.	Pengumpulan Data.....	46
3.1.4.	Pra-proses Data.....	49
3.1.5.	Pembagian Data.....	49
3.1.6.	<i>Resampling Data</i>	50
3.1.7.	Model klasifikasi	50
3.1.8.	Evaluasi Model.....	50
3.1.9.	Kesimpulan.....	51
3.2.	Infomasi <i>Dataset</i>	51
3.3.	Alat Bantu Penelitian.....	54
3.4.	Tahap Kegiatan	54
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		55
4.1.	Pengumpulan Data	55
4.2.	Skenario Percobaan.....	57
4.3.	Pra-Proses	57
4.2.1.	Memeriksa <i>Missing Value</i>	57
4.2.2.	<i>Outlier</i>	58
4.2.3.	<i>Label Encoding</i>	61
4.2.4.	Pemilihan Fitur	63
4.4.	Pembagian Data	68
4.5.	<i>Resampling Data</i>	69
4.5.1.	Tanpa <i>Resampling</i>	69
4.5.2.	<i>Undersampling</i>	69
4.5.3.	<i>Oversampling</i>	70
4.5.4.	<i>Hybirdsampling</i>	71
4.6.	Pemodelan Klasifikasi	72
4.6.1.	Pemodelan <i>Random Forest</i>	72
4.6.2.	Pemodelan <i>LightGBM</i>	78
4.6.3.	Pemodelan <i>Naïve Bayes</i>	84
4.6.4.	Pemodelan <i>K-Nearest Neighbors</i>	91
4.7.	Evaluasi	96
4.7.1.	Evaluasi <i>Random Forest</i>	98
4.7.2.	Evaluasi <i>LightGBM</i>	101
4.7.3.	Evaluasi <i>Naïve Bayes</i>	104

4.7.4.	Evaluasi K- <i>Nearest Neighbors</i>	107
4.8.	Pembahasan	109
BAB 5 PENUTUP		115
5.1.	Kesimpulan	115
5.2.	Saran.....	116
DAFTAR PUSTAKA		117
LAMPIRAN		124

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Jumlah Serangan DDoS	1
Gambar 2. Perkiraan Penggunaan IoT	2
Gambar 3. Ilustrasi Perbedaan DDoS dan DoS	10
Gambar 4. Alur Deteksi Serangan DDoS.....	11
Gambar 5. Cara Kerja <i>Random Forest</i>	29
Gambar 6. Konstruksi <i>level-wise</i> dan <i>leaf-wise</i>	31
Gambar 7. Tahapan Penelitian.....	45
Gambar 8. Jumlah Jenis Serangan	55
Gambar 9. Persentase Jenis Serangan	55
Gambar 10. Sampel <i>Dataset</i>	56
Gambar 11. Informasi Variabel <i>Dataset</i>	56
Gambar 12. Pemeriksaan <i>Missing Value</i>	58
Gambar 13. Kode Fungsi Deteksi <i>Outlier</i>	59
Gambar 14. Pemeriksaan <i>Outlier Dataset</i>	59
Gambar 15. Kode <i>Log Transform</i>	59
Gambar 16. Fitur yang Dipilih Transformasi	60
Gambar 17. Sebelum Penanganan <i>Outlier</i>	60
Gambar 18. Sesudah Penanganan <i>Outlier</i>	61
Gambar 19. Kode Pemilihan Fitur dengan ANOVA	63
Gambar 20. Kode Pencarian <i>threshold</i>	65
Gambar 21. <i>Threshold</i> ANOVA <i>Dataset</i> Tanpa Penanganan	65
Gambar 22. <i>Threshold</i> ANOVA <i>Dataset</i> Dengan Penanganan.....	67
Gambar 23. Parameter Model <i>Random Forest</i>	73
Gambar 24. Hasil Klasifikasi <i>Random Forest</i> <i>Dataset</i> 1.....	74
Gambar 25. Hasil Klasifikasi <i>Random Forest</i> <i>Dataset</i> 2	74
Gambar 26. Hasil Klasifikasi <i>Random Forest</i> <i>Dataset</i> 3	75
Gambar 27. Hasil Klasifikasi <i>Random Forest</i> <i>Dataset</i> 4	75
Gambar 28. Hasil Klasifikasi <i>Random Forest</i> <i>Dataset</i> 5	76
Gambar 29. Hasil Klasifikasi <i>Random Forest</i> <i>Dataset</i> 6	77
Gambar 30. Hasil Klasifikasi <i>Random Forest</i> <i>Dataset</i> 7	77
Gambar 31. Hasil Klasifikasi <i>Random Forest</i> <i>Dataset</i> 8	78
Gambar 32. Parameter Model <i>LightGBM</i>	78
Gambar 33. Hasil Klasifikasi <i>LightGBM</i> <i>Dataset</i> 1.....	79
Gambar 34. Hasil Klasifikasi <i>LightGBM</i> <i>Dataset</i> 2.....	80
Gambar 35. Hasil Klasifikasi <i>LightGBM</i> <i>Dataset</i> 3.....	80
Gambar 36. Hasil Klasifikasi <i>LightGBM</i> <i>Dataset</i> 4.....	81
Gambar 37. Hasil Klasifikasi <i>LightGBM</i> <i>Dataset</i> 5.....	82
Gambar 38. Hasil Klasifikasi <i>LightGBM</i> <i>Dataset</i> 6.....	82
Gambar 39. Hasil Klasifikasi <i>LightGBM</i> <i>Dataset</i> 7.....	83
Gambar 40. Hasil Klasifikasi <i>LightGBM</i> <i>Dataset</i> 8.....	84
Gambar 41. Kode Fungsi <i>NBGaussGPU</i> 1	84
Gambar 42. Kode Fungsi <i>NBGaussGPU</i> 2	85
Gambar 43. Kode Fungsi <i>NBGaussGPU</i> 3	85

Gambar 44. Hasil Klasifikasi <i>Naïve Bayes</i> Dataset 1	86
Gambar 45. Hasil Klasifikasi <i>Naïve Bayes</i> Dataset 2	87
Gambar 46. Hasil Klasifikasi <i>Naïve Bayes</i> Dataset 3	88
Gambar 47. Hasil Klasifikasi <i>Naïve Bayes</i> Dataset 4	88
Gambar 48. Hasil Klasifikasi <i>Naïve Bayes</i> Dataset 5	89
Gambar 49. Hasil Klasifikasi <i>Naïve Bayes</i> Dataset 6	89
Gambar 50. Hasil Klasifikasi <i>Naïve Bayes</i> Dataset 7	90
Gambar 51. Hasil Klasifikasi <i>Naïve Bayes</i> Dataset 8	91
Gambar 52. Parameter Model KNN.....	91
Gambar 53. Hasil Klasifikasi KNN Dataset 1.....	92
Gambar 54. Hasil Klasifikasi KNN Dataset 2.....	92
Gambar 55. Hasil Klasifikasi KNN Dataset 3.....	93
Gambar 56. Hasil Klasifikasi KNN Dataset 4.....	94
Gambar 57. Hasil Klasifikasi KNN Dataset 5.....	94
Gambar 58. Hasil Klasifikasi KNN Dataset 6.....	95
Gambar 59. Hasil Klasifikasi KNN Dataset 7.....	95
Gambar 60. Hasil Klasifikasi KNN Dataset 8.....	96
Gambar 61. Contoh Perhitungan <i>Confusion Matrix</i>	97
Gambar 62. Hasil Evaluasi <i>Random Forest</i>	100
Gambar 63. Waktu Komputasi <i>Random Forest</i>	101
Gambar 64. Hasil Evaluasi <i>LightGBM</i>	103
Gambar 65. Waktu Komputasi <i>LightGBM</i>	103
Gambar 66. Hasil Evaluasi <i>Naïve Bayes</i>	105
Gambar 67. Waktu Komputasi <i>Naïve Bayes</i>	106
Gambar 68. Hasil Evaluasi <i>K-Nearest Neighbors</i>	108
Gambar 69. Waktu Komputasi <i>K-Nearest Neighbors</i>	109
Gambar 70. Rata – Rata Hasil Evaluasi	111
Gambar 71. Rata – Rata Waktu Komputasi	111

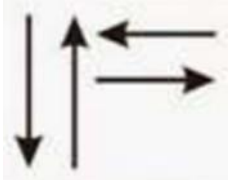
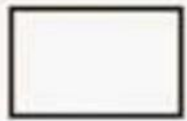
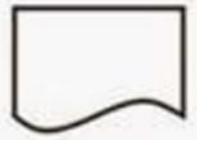
DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tabel Derajat Ketidakseimbangan.....	23
Tabel 2. <i>Confusion Matrix</i>	34
Tabel 3. Penelitian Terdahulu	40
Tabel 4. Jumlah data awal	47
Tabel 5. Fitur <i>Dataset</i>	47
Tabel 6. Sampel <i>Dataset</i>	52
Tabel 7. Informasi Variabel <i>Dataset</i>	53
Tabel 8. Kelas Serangan yang Digunakan.....	53
Tabel 9. Tahap Kegiatan.....	54
Tabel 10. Skenario Percobaan	57
Tabel 11. Contoh Data Perhitungan Penanganan <i>Outlier</i>	59
Tabel 12. Tipe Data Atribut.....	61
Tabel 13. Hasil <i>Encoding</i> Atribut <i>Class</i>	62
Tabel 14. Hasil ANOVA <i>Dataset</i> Tanpa Penanganan	64
Tabel 15. Atribut/fitur yang Dipilih 1	65
Tabel 16. Hasil ANOVA <i>Dataset</i> Penanganan.....	66
Tabel 17. Atribut/fitur yang Dipilih 2	68
Tabel 18. Rincian Pembagian Data.....	69
Tabel 19. Rincian jumlah data latih	69
Tabel 20. Rincian jumlah data latih <i>undersampling</i> 1	70
Tabel 21. Rincian jumlah data latih <i>undersampling</i> 2	70
Tabel 22. Rincian jumlah data latih <i>oversampling</i>	70
Tabel 23. Rincian jumlah data latih <i>hybirdsampling</i> 1	71
Tabel 24. Rincian jumlah data latih <i>hybirdsampling</i> 2	71
Tabel 25. Penamaan Data Latih yang Digunakan.....	72
Tabel 26. Hasil Evaluasi Klasifikasi <i>Random Forest</i>	98
Tabel 27. Hasil Evaluasi Klasifikasi <i>LightGBM</i>	101
Tabel 28. Hasil Evaluasi Klasifikasi <i>Naïve Bayes</i>	104
Tabel 29. Hasil Evaluasi Klasifikasi <i>K-Nearest Neighbors</i>	107
Tabel 30. Rata – Rata Hasil Evaluasi Algoritma Klasifikasi.....	110
Tabel 31. Hasil Normalisasi.....	113
Tabel 32. Hasil Pembobotan.....	113

DAFTAR RUMUS

Perhitungan Skor Anomali	18
Perhitungan <i>F-Statistic</i>	22
Persamaan <i>Tomek Link</i>	24
Pehitungan Jarak <i>Euclidean</i>	24
Perhitungan SMOTE	26
Persamaan <i>Gini</i>	28
Perhitungan <i>Entropy</i>	29
Persamaan <i>LightGBM</i>	30
Bentuk Umum Teorema <i>Bayes</i>	33
Persamaan <i>Naïve Bayes</i>	33
Bentuk Sederhana Persamaan <i>Naïve Bayes</i>	33
Perhitungan Jarak Tetangga Terdekat	34
Pehitungan <i>Accuracy</i>	35
Perhitungan <i>Precision</i>	35
Perhitungan <i>Recall</i>	35
Perhitungan <i>F1-Score</i>	35
Perhitungan <i>Weighted Sum Method</i>	36
Perhitungan <i>Benefit</i>	36
Perhitungan <i>Cost</i>	37
Perhitungan Logaritma Natural (<i>base e</i>)	60
Perhitungan TP pada Matriks 7x7.....	97
Perhitungan FP pada Matriks 7x7	97
Perhitungan FN pada Matriks 7x7	97
Perhitungan TN pada Matriks 7x7	97

DAFTAR SIMBOL

No	Simbol	Nama Simbol	Fungsi
1		<i>Flow Direction</i>	Menghubungkan antara simbol yang satu dengan yang lain
2		<i>Terminator</i>	Permulaan (<i>start</i>) atau akhir (<i>stop</i>) dari suatu kegiatan
3		<i>Processing</i>	Menunjukkan pengolahan yang dilakukan oleh komputer
4		<i>Input – Output</i>	Menyatakan proses <i>input</i> dan <i>output</i> tanpa tergantung dengan jenis peralatannya
5		Dokumen	Menyatakan input berasal dari dokumen dalam bentuk kertas atau output dicetak ke kertas

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Dataset</i> CIC IoMT 2024.....	124
Lampiran 2. Hasil Turnitin	126