IMPLEMENTASI MACHINE LEARNING UNTUK DETEKSI SERANGAN DDOS PADA ARSITEKTUR KOMUNIKASI SISTEM *SMART HYDROPONIC* FIK UPNVJ

RAHMAN ILYAS AL KAHFI
2210511044

PROGRAM STUDI S1 INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAKARTA
JAKARTA
2026

IMPLEMENTASI MACHINE LEARNING UNTUK DETEKSI SERANGAN DDOS PADA ARSITEKTUR KOMUNIKASI SISTEM *SMART HYDROPONIC* FIK UPNVJ

RAHMAN ILYAS AL KAHFI
2210511044

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk melaksanakan
penelitian oleh mahasiswa pada

Program Studi Informatika

PROGRAM STUDI S1 INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAKARTA
JAKARTA
2026

IMPLEMENTASI MACHINE LEARNING UNTUK DETEKSI SERANGAN DDOS PADA ARSITEKTUR KOMUNIKASI SISTEM *SMART HYDROPONIC* FIK UPNVJ

RAHMAN ILYAS AL KAHFI

ABSTRAK

Integrasi teknologi *Internet of Things* (IoT) pada sistem pertanian modern membawa efisiensi tinggi, salah satunya sistem IoT *Smart Hydroponic* FIK UPNVJ. Namun, ketergantungan pada konektivitas jaringan membuka celah kerentanan terhadap serangan *Distributed Denial of Service* (DDoS) yang dapat melumpuhkan *server* serta menggagalkan transmisi data sensor dan aktuator. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan pendekatan *supervised learning* menggunakan tiga algoritma machine learning, serta menganalisis efektivitas performa deteksinya dalam memitigasi serangan DDoS pada arsitektur komunikasi WebSocket dan REST API. Metode penelitian meliputi perekaman lalu lintas data mentah menggunakan Tshark, pra-filtrasi paket port 8000, serta ekstraksi fitur aliran menggunakan CICFlowMeter menjadi empat kelas target (*BENIGN*, *HTTP_FLOOD*, *TCP_SYN_FLOOD*, dan *WS_FLOOD*). Hasil penelitian menunjukkan algoritma Support Vector Machine (SVM) dan Random Forest memberikan performa paling optimal. SVM mencapai kinerja tertinggi dengan *Accuracy* 98,56%, *Precision* 98,67%, *Recall* 98,48%, dan *F1-Score* 98,57%, kemudian disusul *Random Forest* dengan *Accuracy* 98,29%, *Precision* 98,48%, *Recall* 98,09%, dan *F1-Score* 98,25%. Sebaliknya, algoritma *Decision Tree* mencatat kinerja terendah dengan *Accuracy* 96,50%, *Precision* 96,97%, *Recall* 95,88%, dan *F1-Score* 96,31%. Ketiga model mencatatkan klasifikasi mutlak 100% pada kelas serangan *TCP_SYN_FLOOD*.

Kata Kunci : DDoS, IoT, *Machine Learning, Smart Hydroponic*, *Supervised Learning*.

MACHINE LEARNING IMPLEMENTATION FOR DDOS ATTACK DETECTION IN THE COMMUNICATION ARCHITECTURE OF THE FIK UPNVJ SMART HYDROPONIC SYSTEM

RAHMAN ILYAS AL KAHFI

ABSTRACT

The integration of Internet of Things (IoT) technology into modern agricultural systems delivers high efficiency, as demonstrated by the IoT Smart Hydroponic system at FIK UPNVJ. However, a heavy reliance on network connectivity exposes vulnerabilities to Distributed Denial of Service (DDoS) attacks, which can paralyze servers and disrupt data transmission between sensors and actuators. This study aims to implement a supervised learning approach using three machine learning algorithms and analyze their detection effectiveness in mitigating DDoS attacks across WebSocket and REST API communication architectures. The methodology encompasses raw network traffic recording via Tshark, pre-filtering packets on port 8000, and flow feature extraction using CICFlowMeter into four target classes (BENIGN, HTTP_FLOOD, TCP_SYN_FLOOD, and WS_FLOOD). The results indicate that the Support Vector Machine (SVM) and Random Forest algorithms achieved optimal performance. SVM demonstrated the highest performance, with Accuracy of 98.56%, Precision of 98.67%, Recall of 98.48%, and F1-Score of 98.57%, closely followed by Random Forest with Accuracy of 98.29%, Precision of 98.48%, Recall of 98.09%, and F1-Score of 98.25%. Conversely, the Decision Tree algorithm recorded the lowest performance, achieving Accuracy of 96.50%, Precision of 96.97%, Recall of 95.88%, and F1-Score of 96.31%. Notably, all three models achieved a perfect 100% classification performance for the TCP_SYN_FLOOD attack class.

Keywords: DDoS, IoT, *Machine Learning, Smart Hydroponic*, *Supervised Learning*.

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN
SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul "IMPLEMENTASI MACHINE LEARNING UNTUK DETEKSI SERANGAN DDOS PADA ARSITEKTUR KOMUNIKASI SISTEM *SMART HYDROPONIC* FIK UPNVJ" adalah karya saya dengan arahan dari dosen 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.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta.

Jakarta, 23 Juli 2026

Rahman Ilyas Al Kahfi
2210511044

PERNYATAAN ORISINALITAS

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama	:	Rahman Ilyas Al Kahfi
NIM	:	2210511044
Tanggal	:	23 Juli 2026
Judul Skripsi	:	**IMPLEMENTASI MACHINE LEARNING UNTUK DETEKSI SERANGAN DDOS PADA ARSITEKTUR KOMUNIKASI SISTEM *SMART HYDROPONIC* FIK UPNVJ**

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

Jakarta, 23 Juli 2026
Yang Menyatakan,

Rahman Ilyas Al Kahfi

ERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta saya yang bersedia bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Rahman Ilyas Al Kahfi
NIM	: 2210511044
Fakultas	: Ilmu Komputer
Program Studi	: S-1 Informatika

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan karya ilmiah saya kepada Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif (*Non-Exchange Royalty Free Right*) untuk publikasi dengan judul:

IMPLEMENTASI MACHINE LEARNING UNTUK DETEKSI SERANGAN DDOS PADA ARSITEKTUR KOMUNIKASI SISTEM *SMART HYDROPONIC* FIK UPNVJ

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta berhak menyimpan, mengalih media atau memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan artikel ilmiah selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Dengan pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada Tanggal : 23 Juli 2026

Yang Menyatakan,

Rahman Ilyas Al Kahfi

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN

Judul	:	**Implementasi Machine Learning untuk Deteksi Serangan DDoS pada Arsitektur Komunikasi Sistem Smart Hydroponic FIK UPNVJ.**
Nama	:	**Rahman Ilyas Al Kahfi**
NIM	:	**2210511044**
Program Studi	:	**S1 Informatika**

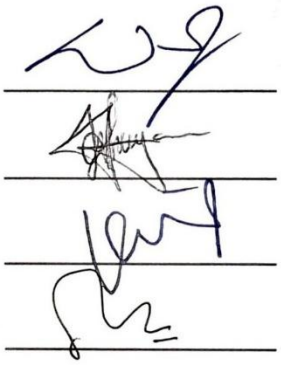
Disetujui oleh :

Penguji 1:
Dr. Widya Cholil, M.I.T

Penguji 2:
Hamonangan Kinantan Prabu, S.T., M.T.

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Supriyanto, ST., M.Sc., IPM.

Pembimbing 2:
Nurhuda Maulana, S.T., M.T.



Diketahui oleh:

Koordinator Program Studi:
Dr. Ridwan Raafi'udin, S.Kom, M.Kom.
NIP. 198805022021211001

Dekan Fakultas Ilmu Komputer:
Prof. Dr. Ir. Supriyanto, ST., M.Sc., IPM.
NIP. 197605082003121002

Tanggal Ujian Tugas Akhir
8 Juli 2026

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta dengan judul "IMPLEMENTASI MACHINE LEARNING UNTUK DETEKSI SERANGAN DDOS PADA ARSITEKTUR KOMUNIKASI SISTEM *SMART HYDROPONIC* FIK UPNVJ". Penelitian ini dilaksanakan pada periode Oktober 2025 hingga Maret 2026.

Keberhasilan dalam merampungkan Tugas Akhir ini tentu tidak luput dari limpahan bantuan, arahan, serta dukungan moral dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, melalui lembaran ini, penulis dengan tulus ingin menghaturkan rasa terima kasih serta apresiasi yang mendalam kepada:

1. Kedua orang tua serta seluruh keluarga penulis yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan moral maupun materil, serta menjadi sumber motivasi utama dalam menyelesaikan studi.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Supriyanto, ST., M.Sc., IPM, selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, sekaligus Pembimbing I, yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta masukan yang sangat berharga selama proses penyusunan skripsi.
3. Bapak Dr. Ridwan Raafi'udin, S.Kom, M.Kom., selaku Koordinator Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, atas arahan dan bimbingan yang diberikan selama penulis menempuh pendidikan.
4. Bapak Nurhuda Maulana, S.T., M.T., selaku Pembimbing II, atas saran, pandangan, dan evaluasi yang konstruktif dalam penyempurnaan penelitian ini.
5. Bapak Dr. Didit Widiyanto, S.Kom., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik, atas arahan dan bimbingan yang diberikan selama penulis menempuh pendidikan.
6. Bapak Rido Zulfahmi, S.Kom., M.T., selaku Dosen Pembimbing Proyek IoT Smart Hydroponic, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta atas dukungan, pendampingan, serta kontribusi dalam pengembangan sistem yang menjadi dasar penelitian ini.
7. Teman-teman dan rekan seperjuangan yang telah menjadi tempat berdiskusi, bertukar pikiran, serta saling memberikan dukungan selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa naskah Tugas Akhir ini tidak luput dari kekurangan dan keterbatasan. Oleh sebab itu, segala bentuk kritik maupun masukan yang konstruktif sangat diharapkan demi penyempurnaan karya di masa mendatang. Akhir kata, penulis berharap agar temuan dalam penelitian ini mampu memberikan kontribusi nyata bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya pada ranah Informatika, sekaligus menjadi referensi yang bermanfaat bagi pembaca.

Jakarta, 25 Juni 2026

Rahman Ilyas Al Kahfi
2210511044

DAFTAR ISI

ABSTRAK ..... **ii**
ABSTRACT ..... **iii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiii**
DAFTAR RUMUS ..... **xv**
DAFTAR TABEL ..... **xvi**
DAFTAR SIMBOL ..... **xvii**
BAB 1. PENDAHULUAN **1**
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 3
1.3. Batasan Masalah 3
1.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian 4
1.4.1. Tujuan Penelitian 4
1.4.2. Manfaat Penelitian 4
1.5. Sistematika Penulisan 5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA **6**
2.1. Kajian Teoretis 6
2.1.1. *Internet of Things* (IoT) 6
2.1.2. *Smart Hydroponic* 6
2.1.3. Mikrokontroler 6
2.1.4. Sensor 7
2.1.5. RESTful API 7
2.1.6. Websocket 8
2.1.7. *Distributed Denial of Service* (DDoS) 9
2.1.8. Wireshark 10
2.1.9. *Machine Learning* 11
2.1.10. Evaluasi Model 14
2.2. Penelitian Terdahulu 17
BAB 3. METODE PENELITIAN **23**
3.1. Tahapan Penelitian 23
3.1.1. Identifikasi Masalah 24
3.1.2. Studi Literatur 24

3.1.3. Perancangan Sistem 25
3.1.4. Duplikasi Sistem 28
3.1.5. Pembuatan *Script* Flood DDoS 29
3.1.6. Simulasi Serangan DDoS 30
3.1.7. Perekaman Data Pelatihan 32
3.1.8. Praproses Data Pelatihan 32
3.1.9. Pelatihan Model *Supervised Learning* 32
3.1.10. Evaluasi Model *Supervised Learning* 33
3.1.11. Membuat Kesimpulan 33
3.2. Alat dan Bahan Penelitian 33
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN 35
4.1. Persiapan Lingkungan Simulasi 35
4.1.1. Instalasi *Virtual Machine* 35
4.1.2. Deployment Duplikasi Sistem 36
4.2. Pembuatan Dataset DDoS 38
4.2.1. Pembuatan Sampel Data *Traffic* Normal 38
4.2.2. Pembuatan Sampel Data *Traffic TCP SYN Flood* 39
4.2.3. Pembuatan Sampel Data *Traffic WebSocket Flood* 40
4.2.4. Pembuatan Sampel Data *Traffic HTTP Flood* 42
4.3. Praproses Dataset Pelatihan Model DDoS 43
4.3.1. Filtrasi Berkas Lalu Lintas Data 43
4.3.2. Analisis Karakteristik Trafik 45
4.3.3. Ekstraksi Fitur Jaringan 48
4.3.4. Pelabelan dan Penggabungan Dataset 50
4.3.5. Explorasi data 50
4.3.6. *Data Preprocessing* 52
4.4. Pelatihan Model Machine Learning 53
4.4.1. Model Random Forest 53
4.4.2. Model Decision Tree 54
4.4.3. Support Vector Machine 54
4.5. Evaluasi Model Machine Learning 55
4.5.1. Analisis Akurasi (*Accuracy*) 55

4.5.2. Analisis Presisi (*Precision*) 56
4.5.3. Analisis Sensitivitas (*Recall*) 57
4.5.4. Analisis *F1-Score* 58
4.5.5. Analisis *Confusion Matrix* 59
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN 65
5.1. Kesimpulan 65
5.2. Saran 66
DAFTAR PUSTAKA 67
LAMPIRAN 72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Alur Kerja RESTful API 8
Gambar 2.2 Alur Koneksi WebSocket 9
Gambar 2.3 Ilustrasi Alur Serangan DDoS 9
Gambar 2.4 Taksonomi DDoS 10
Gambar 2.5 Konsep Algoritma Random Forest 12
Gambar 2.6 Konsep Algoritma Decision Tree 13
Gambar 2.7 Konsep Algoritma Support Vector Machine 14
Gambar 2.8 Tabel *Confusion Matrix* 15
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian 23
Gambar 3.2 Arsitektur Sistem IoT *Smart Hydroponic* FIK UPNVJ 25
Gambar 3.3 Sistem IoT Smart Hydroponic FIK UPNVJ 26
Gambar 3.4 Alur Komunikasi Data IoT *Smart Hydroponic* FIK UPNVJ 27
Gambar 3.5 Duplikasi Sistem pada Lingkungan Tertutup 29
Gambar 3.6 Alur serangan DDoS pada Arsitektur IoT *Smart Hydroponic* FIK UPNVJ 31
Gambar 4.1 Keseluruhan *Virtual Machine* 35
Gambar 4.2 Layanan Backend Berjalan 36
Gambar 4.3 Layanan Frontend Berjalan 37
Gambar 4.4 Gambar Konfigurasi Nginx 37
Gambar 4.5 Hasil *Capture Traffic* Normal 39
Gambar 4.6 Hasil *Capture Traffic TCP SYN Flood* 40
Gambar 4.7 Hasil *Capture Traffic WebSocket Flood* 41
Gambar 4.8 Hasil *Capture Traffic HTTP Flood* 43
Gambar 4.9 Hasil Filtrasi Berkas Lalu Lintas Data 44
Gambar 4.10 Grafik Volume Lalu Lintas Paket Data Normal (*Benign)* 45
Gambar 4.11 Grafik Volume Lalu Lintas Paket Data *TCP SYN Flood* 46
Gambar 4.12 Grafik Volume Lalu Lintas Paket Data *WebSocket Flood* 47
Gambar 4.13 Grafik Volume Lalu Lintas Paket Data *HTTP Flood* 48
Gambar 4.14 Ekstraksi Fitur Jaringan CICFlowMeter 49
Gambar 4.15 Berkas Hasil Ekstraksi CICFlowMeter 49
Gambar 4.16 Ringkasan Daftar Fitur dalam Dataset 51
Gambar 4.17 Distribusi Jumlah Data Label 51
Gambar 4.18 Distribusi Jumlah Data Label setelah *Resampling* 52
Gambar 4.19 Kode Pelatihan Model Random Forest 53
Gambar 4.20 Kode Pelatihan Model Decision Tree 54
Gambar 4.21 Kode Pelatihan Model Support Vector Machine 54
Gambar 4.22 Grafik *Accuracy* Keseluruhan Data Uji 55
Gambar 4.23 Grafik *Precision* pada Keseluruhan Data Uji 56
Gambar 4.24 Grafik *Recall* pada Keseluruhan Data Uji 57
Gambar 4.25 Grafik *F1-Score* pada Keseluruhan Data Uji 58

Gambar 4.26 *Confusion Matrix* Random Forest 60
Gambar 4.27 *Confusion Matrix* Decision Tree 61
Gambar 4.28 *Confusion Matrix* Support Vector Machine 63

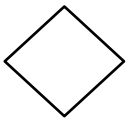
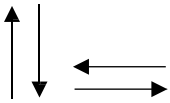
DAFTAR RUMUS

2.1 *Accuracy* 15
2.2 *Precision* 16
2.3 *Recall* 17
2.4 *F1 Score* 17

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ringkasan Penelitian Terdahulu 18
Tabel 3.1 Spesifikasi *Virtual Machine* 28
Tabel 3.2 Spesifikasi Mikrokontroler 34
Tabel 4.1 Daftar *Command Line* untuk Filtrasi File 44
Tabel 4.2 Aturan Nama Label 50
Tabel 4.3 Persentase Deteksi Random Forest 61
Tabel 4.4 Persentase Deteksi Decision Tree 62
Tabel 4.5 Persentase Deteksi Support Vector Machine 63

DAFTAR SIMBOL

No.	Simbol	Nama Simbol	Fungsi
1.		Terminator	Untuk menyatakan awal atau akhir dalam suatu proses.
2.		*Process*	Untuk menunjukkan langkah atau operasi yang dilakukan oleh sistem atau komputer untuk menjalankan suatu proses.
3.		*Decision*	Untuk menggambarkan titik pengambilan keputusan, di mana proses dapat bercabang berdasarkan jawaban "ya" atau "tidak."
4.		*Flow*	Untuk menghubungkan atau mengarahkan antar simbol dalam sebuah diagram.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skrip serangan DDoS 71
Lampiran 2. Potongan Kode Mikrokontroler Pengiriman Data Sensor..... 74
Lampiran 3. Hasil Pemeriksaan Similaritas Menggunakan Turnitin 76