DETEKSI *MULTI-CLASS CLASSIFICATION* TERHADAP SITUS JUDI *ONLINE* MENGGUNAKAN METODE *RANDOM FOREST*

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

Oleh:

M. Rafie Al Hamas

09011182126018

JURUSAN SISTEM KOMPUTER

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2025

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

DETEKSI *MULTI-CLASS CLASSIFICATION* TERHADAP SITUS JUDI *ONLINE* MENGGUNAKAN METODE *RANDOM FOREST*

Sebagai salah satu syarat untuk penyelesaian studi di

Program Studi S1 Sistem Komputer

Oleh:

M. RAFIE AL HAMAS
09011182126018

Pembimbing 1 : **Prof. Ir. Deris Stiawan, M.T., Ph.D.**
NIP. 197806172006041002

Pembimbing 2 : **Adi Hermansyah, M.T.**
NIP. 198904302024211001

Mengetahui
Ketua Jurusan Sistem Komputer

Dr. Ir. Sukemi, M.T
196612032006041001

AUTHENTICATION PAGE

FINAL TASK

MULTI-CLASS CLASSIFICATION DETECTION OF ONLINE GAMBLING SITES USING THE RANDOM FOREST METHOD

As one of the requirements for completing the Bachelor's

Degree Program in Computer Systems.

By:

M. RAFIE AL HAMAS

09011182126018

Supervisor 1	**:**	**Prof. Ir. Deris Stiawan, M.T., Ph.D.**
		NIP. 197806172006041002
Supervisor 2	**:**	**Adi Hermansyah, M.T.**
		NIP. 198904302024211001

Approved by,

Head of Computer System Department

Dr. Ir. Sukemi, M.T

196612032006041001

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji pada:

Hari : Jum'at

Tanggal : 13 Juni 2025

Tim Penguji:

1. Ketua : Prof. Erwin, S.Si., M.Si.
2. Penguji : Dr. Rossi Passarella, M.Eng.
3. Pembimbing I : Prof. Deris Stiawan, M.T., Ph.D.
4. **Pembimbing II** : **Adi Hermansyah, M.T.**

Mengetahui, 4/7/25

Ketua Jurusan Sistem Komputer

Dr. Ir. Sukemi, M.T.

NIP. 196612032006041001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan :

Nama	:	M. Rafie Al Hamas
NIM	:	09011182126018
Judul	:	Deteksi *Multi-Class Classification* Terhadap Situs Judi *Online* menggunakan Metode *Random forest*

Hasil Pengecekan Software iThenticate/Turnitin : 1%

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Palembang, 30 Juni 2025

M. Rafie Al Hamas

NIM. 09011182126018

Multi-Class Classification Detection Of *Online gambling* Sites Using The *Random forest* Method

M. Rafie Al Hamas (09011182126018)

Dept. Of Computer System, Faculty of Computer Science, Sriwijaya University

Email : rafie.alhamas21@gmail.com

ABSTRACT

The rapid development of technology and internet access has fostered the widespread activity of *online gambling*, becoming a global phenomenon. This research aims to classify *multi*-class detection of *online gambling* sites using the *Random forest* method based on *traceroute* data. Data were obtained through extraction from *traceroute* activities conducted on gambling sites, followed by data *preprocessing* including cleaning, encoding, normalization, and balancing. The classification model was built and evaluated using performance metrics such as accuracy, precision, *recall*, and F1-score, with validation through a confusion matrix. The best results were achieved with an 80% train data, 20% test data ratio and 128 decision trees, reaching an accuracy of 97.9%. Additionally, this study also developed an ontology to visualize network hop paths of *online gambling* sites. The findings are expected to assist in automated and accu*rate* identification and monitoring of *online gambling* activities.

Keyword : *Online gambling, Multi-Class Detection, Random forest, Traceroute, Ontology*

Deteksi *Multi-Class Classification* Terhadap Situs Judi *Online* menggunakan Metode *Random forest*

M. Rafie Al Hamas (09011182126018)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : rafie.alhamas21@gmail.com

ABSTRACT

Perkembangan teknologi dan akses internet yang semakin pesat mendorong maraknya aktivitas judi *online* yang menjadi fenomena global. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi klasifikasi *multi*-kelas terhadap situs judi *online* menggunakan metode *Random forest* berbasis data *traceroute*. *Dataset* diperoleh melalui ekstraksi data dari aktivitas *traceroute* yang dilakukan pada situs judi *online*, kemudian dilakukan pra-pemrosesan data termasuk pembersihan, encoding, normalisasi, dan penyeimbangan data. Selanjutnya, model klasifikasi dibangun dan dievaluasi dengan metrik akurasi, presisi, *recall*, dan F1-score, serta divalidasi melalui confusion matrix. Hasil terbaik diperoleh dengan rasio data latih 80%, data uji 20% dan jumlah *decision tree* sebanyak 128, mencapai akurasi sebesar 97.9%. Selain itu, penelitian ini juga mengembangkan ontologi jaringan yang memvisualisasikan alur hop pada jalur jaringan situs judi *online*. Hasil penelitian ini diharapkan mampu membantu dalam identifikasi dan pemantauan aktivitas judi *online* secara otomatis dan akurat.

Kata Kunci : Judi *Online,* Deteksi Multi-Kelas*, Random forest, Traceroute,* Ontologi

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan penuh rasa syukur, penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul "**Deteksi *Multi-class Classification* terhadap Situs Judi *Online* Menggunakan Metode *Random forest***". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya.

Penyusunan Tugas Akhir ini berdasarkan hasil penelitian dan kajian yang penulis lakukan, serta didukung oleh berbagai referensi yang relevan. Dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini, khususnya kepada:

1. Allah Subhanahu Wata'ala yang telah memberikan berkah serta nikmat kesehatan dan kesempatan sehingga bisa menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik-baiknya.
2. Untuk Kedua Orangtua dan Keluarga yang selalu memberikan nasihat, semangat, motivasi, dan doanya.
3. Bapak Prof. Dr. Erwin, S.Si., M.Si. Selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Ir. H. Sukemi., M.T. selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Prof. Ir. Deris Stiawan, M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing I Skripsi di Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Adi Hermansyah, M.T. selaku Dosen Pembimbing II Skripsi di Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
7. Kakak Angga selaku Admin Jurusan Sistem Komputer yang telah membantu penulis dalam hal-hal administrasi.

8. Semua Dosen dan Staff Administrasi Jurusan Sistem Komputer Universitas Sriwijaya.
9. Untuk Bu Nurul Afifah, Pak Iman, Kak Dendi Renaldo, dan Kak Septi Kusuma yang membantu dalam penulisan dan pemberian saran-saran dalam penelitian ini.
10. Untuk teman-teman COMNETS yang telah membantu dalam penyebaran berbagai informasi mulai dari pengambilan tema riset, pembuatan SK TA, pemberkasan sidang-sidang, sampai pemberkasan wisuda.
11. Teman-teman seperjuangan Angkatan 2021 Jurusan Sistem Komputer, terima kasih untuk segala bentuk dukungannya selama ini.
12. Almamater Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa penulisan Skripsi ini masih memiliki beberapa kekurangan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif dari pembaca demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Penulis juga berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang berkepentingan. Atas segala bantuan, nasihat, saran, dan kritik yang telah diberikan selama proses penyusunan Tugas Akhir, penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Palembang, 30 Juni 2025

Penulis,

M. Rafie Al Hamas

NIM. 09011182126018

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR GAMBAR

Halaman

DAFTAR TABEL

Halaman

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi dan akses internet yang semakin mudah telah menjadikan judi *online* sebagai fenomena global yang berkembang pesat. Berbagai platform judi *online* menurut [1], [2] telah menawarkan kemudahan akses kapan saja dan di mana saja, serta memberikan daya tarik berupa potensi keuntungan besar dan sensasi bermain yang menggoda banyak orang untuk mencoba. Daya tarik tersebut, menurut [1], [2], [3] judi *online* menyimpan berbagai risiko serius yang dapat merugikan pemain, baik secara finansial maupun psikologis, seperti kecanduan, kerugian finansial besar, bahkan keterlibatan dalam aktivitas kriminal.

Kawasan Eropa, pendapatan dari sektor judi *online* menurut [2] terus meningkat sekitar 9% per tahun, dan diperkirakan akan mencapai 41% dari total pendapatan industri perjudian pada tahun 2026. Informasi ini mencerminkan skala perkembangan aktivitas ini yang signifikan, serta meningkatnya integrasi judi *online* dalam ekosistem digital global.

Judi *online* sering kali menjadi pintu masuk menuju tindakan kriminal lainnya, sebagaimana dijelaskan dalam penelitian [1] dan [4], yaitu beberapa individu terlibat dalam pencurian atau penipuan untuk mendanai kebiasaan berjudi mereka. Maraknya serangan *web defacement* terhadap situs pendidikan dan pemerintah menurut [4] telah menunjukkan pola eksploitasi kerentanan sistem untuk menyisipkan promosi judi secara ilegal. Berdasarkan [4] dan [5], Serangan tersebut sering dikombinasikan dengan teknik black-hat SEO guna mencemari reputasi institusi dan meningkatkan trafik ke situs-situs perjudian.

Teknik yang dapat digunakan untuk menganalisis trafik atau jalur internet menurut [6] adalah *traceroute*, sehingga teknik ini dapat digunakan dalam menganalisis jalur yang digunakan oleh suatu website atau aplikasi yang menggunakan internet. *Traceroute* menurut [7] dan [8] merupakan alat diagnostik jaringan yang digunakan untuk melacak jalur paket data dari sumber ke tujuan akhir melalui jaringan berbasis *Internet Protocol* (IP). Penggunaan *traceroute* selain

membantu mengidentifikasi jalur dan titik kegagalan dalam jaringan, *traceroute* juga memungkinkan pengguna untuk merekonstruksi topologi jaringan serta mengungkap informasi seperti *domain name system* (DNS) dari router perantara yang dilalui paket tersebut. Hasil *traceroute* dapat menghasilkan deretan alamat IP yang menggambarkan jalur komunikasi antar simpul jaringan dari pengirim ke penerima. Setiap hop atau baris dalam data ini dapat dianalisis dan dikategorikan ke dalam beberapa kelas tertentu berdasarkan karakteristiknya. Mengingat kompleksitas dan variabilitas data *traceroute* yang bersifat *multi-class*, maka pendekatan *machine learning* sangat relevan untuk digunakan.

Salah satu algoritma yang efektif untuk menangani klasifikasi *multi-class* adalah *random forest*. Pada penelitian [9], penerapan *Random forest* pada *dataset multi*-kategori menunjukkan akurasi sebesar 80,21% dengan pengaturan parameter optimal seperti jumlah pohon keputusan, kedalaman maksimum, dan jumlah minimum sampel per *node*. Proses *preprocessing* termasuk pembersihan dan segmentasi turut berperan dalam memastikan kualitas input. Hasilnya, model ini terbukti mampu menangkap pola non-linear dan memberikan generalisasi yang baik.

Penelitian [10] mengusulkan model deteksi intrusi berbasis *Random forest* yang dikombinasikan dengan *Adaptive Synthetic Sampling* (ADASYN) untuk mengatasi ketidakseimbangan data dalam deteksi serangan jaringan. Dengan menggunakan *dataset* CICIDS 2017, kombinasi metode ini berhasil mencapai macro-F1 sebesar 95,303% dan AUC 0,99780, menunjukkan keunggulan dalam deteksi dan klasifikasi serangan secara akurat dan *robust*.

Penelitian [11] memanfaatkan kombinasi *multi-class Support Vector Machine* (SVM) dan *Random forest* dalam sistem deteksi intrusi dengan tujuan meningkatkan akurasi dan efisiensi, serta menurunkan tingkat positif palsu. Dengan *dataset* UNSW-NB15, sistem yang dikembangkan menunjukkan akurasi hingga 95%, presisi 96%, dan *recall* 95%.

Penelitian [12] juga menunjukkan efektivitas model *deep neural network* (DNN) dalam mendeteksi perilaku abnormal berbasis aliran data *multi-class*, dengan akurasi mencapai 99,95% dan *false positive rate* yang sangat rendah. Proses

pra-pemrosesan yang dilakukan termasuk pembersihan dan pengurangan fitur tanpa mengorbankan performa.

Penelitian [13] mengusulkan metode klasifikasi *multi*-label berbasis *Random forest* untuk sistem pemantauan beban non-intrusif (NILM), yang berhasil mencapai akurasi 0,97 dan F-score hampir 0,98. Hasil ini membuktikan bahwa pemilihan fitur yang tepat sangat penting dalam mendukung akurasi dan efisiensi model.

Berdasarkan studi-studi sebelumnya, penulis mengusulkan penelitian berjudul "Deteksi *Multi-Class Classification* terhadap Situs Judi *Online* menggunakan Metode *Random forest*". *Dataset* yang akan digunakan adalah hasil *traceroute* terhadap situs-situs judi *online*. Hasil dari proses klasifikasi selanjutnya divisualisasikan dalam bentuk ontologi, dengan tujuan untuk mengetahui pola-pola *traceroute* yang umum digunakan dalam mengakses situs judi *online*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dibahas sebelumnya, maka dapat diketahui rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Apa saja layanan yang digunakan dan berasal dari negara mana situs-situs judi *online*?
2. Bagaimana mengukur *performa* dari hasil metode *random forest* terhadap data *traceroute* situs judi *online*?
3. Bagaimana bentuk visualisasi jalur jaringan yang dilalui oleh situs judi *online* dan situs lainnya?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. *Dataset* yang digunakan merupakan *dataset* judi *online* dari Comnets yang menjadi acuan utama dalam pembuatan data *traceroute*.
2. Teknik *Traceroute* digunakan terhadap *hostname* situs judi *online* yang didapat pada *dataset* judi *online* dari COMNETS dengan tujuan hanya mendapatkan IPv4 tidak dengan IPV6-nya.
3. Jenis Metode yang digunakan adalah *random forest*.

4. Ontologi hanya digunakan untuk memvisualisasikan jalur dari hop jaringan yang dilalui pada *dataset traceroute* yang didapatkan.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mendapatkan informasi mengenai layanan yang digunakan dan berasal dari negara mana situs judi *online*.
2. Menggunakan *confusion matrix* untuk mengukur hasil performa yang didapatkan dari metode *random forest* terhadap *dataset traceroute* judi *online*.
3. Mendapatkan hasil visualisasi dari *traceroute* situs judi *online*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui informasi dari layanan yang digunakan judi *online* dan negara mana situs judi *online* berasal.
2. Mengetahui performa optimal dari metode *random forest* terhadap *dataset multi-class traceroute* situs judi *online*.
3. Mengetahui visualisasi dari *traceroute* situs judi *online*.

1.6 Metodologi Penelitian

Adapun metodologi penelitian yang diterapkan pada penelitian yang berjudul "Deteksi *Multi-Class Classification* Terhadap Situs Judi *Online* Menggunakan Metode *Random forest*" adalah sebagai berikut.

1. Studi Literatur

   Tahap ini dilakukan dengan cara mengkaji dan mempelajari literatur dan referensi berupa naskah ilmiah, buku, internet dan lain-lain yang dapat menunjang metodologi dan pendekatan yang akan diterapkan pada penelitian skripsi.

2. Metode Konsultasi

   Penulis melakukan diskusi intensif dengan para pakar dan ahli di bidang terkait untuk memperoleh wawasan mendalam dan memvalidasi

hasil penelitian melalui komunikasi langsung atau platform *online*.

3. Metode Pengolahan Data

   Pada metode ini, penulis melakukan ekstraksi data dari bentuk awal pcap menjadi CSV, kemudian pemilihan *hostname* dari *dataset* judi *online* untuk membuat *dataset traceroute* yang memiliki format CSV, kemudian dilakukan juga penghapusan, transformasi, dan pemilihan fitur yang dapat digunakan untuk perancangan model dan pengujian data.

4. Metode Perancangan Model dan Pengujian Data

   Pada metode ini, penulis menggunakan algoritma *random forest* untuk merancang model berdasarkan *dataset* yang telah diproses sebelumnya, kemudian melakukan pengujian dengan tujuan untuk mencapai akurasi yang optimal.

5. Metode Pembuatan Model Ontologi

   Pada Metode ini, penulis melakukan visualisasi ontologi dengan menggunakan data yang telah diolah dan disiapkan.

6. Metode Analisis dan Kesimpulan

   Penulis melakukan analisis komprehensif terhadap hasil penelitian, mengidentifikasi kesimpulan kunci dan mengembangkan rekomendasi konstruktif untuk penelitian masa depan.

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk membuat proses penyusunan skripsi lebih mudah dan membuat isi tiap bab lebih jelas, sistem penulisan berikut dibuat

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang sistematik mengenai topik yang diambil serta uraian singkat tentang latar belakang, tujuan, manfaat, dan perumusan masalah dalam penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi ulasan literatur tentang penelitian sebelumnya serta teori yang

relevan untuk mendukung penelitian ini. Teori-teori yang dibahas seperti mengenai judi *online*, *traceroute*, *multi-class classification*, *machine learning*, *random forest*, metrik evaluasi, *confusion matrix*, ontologi, dan *Content Delivery Network* (CDN).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang proses penelitian, kerangka kerja, proses pembuatan *dataset traceroute*, pra-pemrosesan, dan perancangan model *random forest* yang digunakan untuk "Deteksi *Multi-Class Classification* Terhadap Situs Judi *Online* Menggunakan Metode *Random forest*", kemudian memvisualisasikan *dataset traceroute* dengan ontologi.

BAB IV HASIL DAN ANALISA

Bab ini menyajikan hasil penelitian yang telah dilakukan pada BAB III seperti proses pembuatan *dataset traceroute,* pra-pemrosesan, perancangan model *random forest*, hingga hasil visualisasi ontologi dalam "Deteksi *Multi-Class Classification* Terhadap Situs Judi *Online* Menggunakan Metode *Random forest*".

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dilakukan penarikan beberapa kesimpulan dari penjelasan yang ada di bab sebelumnya serta diberikan saran yang dapat membangun guna penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Igomu, A. Muliyono, and A. A. Bonggoibo, "Online Gambling: A Tantalizing Game with Risks that Drain Fortunes and Futures," *Sinergi International Journal of Law*, vol. 3, no. 2, pp. 261–273, 2024.

[2] G. Stechschulte, M. Wintner, M. Hemmje, J. Schwarz, S. Lischer, and M. Kaufmann, "In-Database Feature Extraction to Improve Early Detection of Problematic Online Gambling Behavior," *IEEE Trans Comput Soc Syst*, pp. 1–14, Jul. 2024, doi: 10.1109/tcss.2024.3406501.

[3] P. R. R. L. G. T. M. M. A. M. and A. M. B. S. M. I. Giulia Rocco, *Exploration of the physiological response to an online gambling task by frequency domain analysis of the electrodermal activity*. IEEE, 2020.

[4] H. Harahap and F. Ridho, "Detection of Online Gambling *Web defacement* in University Domains Using Attack Signatures," in *2024 International Conference on Artificial Intelligence, Blockchain, Cloud Computing, and Data Analytics, ICoABCD 2024*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2024, pp. 73–78. doi: 10.1109/ICoABCD63526.2024.10704413.

[5] Direktorat Operasi Keamanan Siber, "*WEB DEFACEMENT* : JUDI ONLINE Incident Response Team," 2023.

[6] A. Ramanathan and S. A. Jyothi, "Leveraging Traceroute Inconsistencies to Improve IP Geolocation," 2025.

[7] P. Marchetta, A. Montieri, V. Persico, A. Pescape, I. Cunha, and E. Katz-Bassett, "How and how much traceroute confuses our understanding of network paths," in *IEEE Workshop on Local and Metropolitan Area Networks*, IEEE Computer Society, Aug. 2016. doi: 10.1109/LANMAN.2016.7548847.

[8] M. Mansoori and I. Welch, "How do they find us? A study of geolocation tracking techniques of malicious web sites," Oct. 01, 2020, *Elsevier Ltd*. doi: 10.1016/j.cose.2020.101948.

[9] J. Zhao, C. Der Lee, G. Chen, and J. Zhang, "Research on the Prediction Application of *Multi*ple Classification Datasets Based on *Random forest*

Model," in *2024 IEEE 6th International Conference on Power, Intelligent Computing and Systems, ICPICS 2024*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2024, pp. 156–161. doi: 10.1109/ICPICS62053.2024.10795875.

[10] Z. Chen, W. Yu, and L. Zhou, "ADASYN-*Random forest* Based Intrusion Detection Model," 2021.

[11] A. M. Jose *et al.*, "*Multi*-Class SVM & *Random forest* Based Intrusion Detection Using UNSW-NB15 Dataset," in *2024 15th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies, ICCCNT 2024*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2024. doi: 10.1109/ICCCNT61001.2024.10725989.

[12] P. Toupas, D. Chamou, K. M. Giannoutakis, A. Drosou, and D. Tzovaras, "An intrusion detection system for *multi*-class classification based on deep neural networks," in *Proceedings - 18th IEEE International Conference on Machine learning and Applications, ICMLA 2019*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Dec. 2019, pp. 1253–1258. doi: 10.1109/ICMLA.2019.00206.

[13] X. Wu, Y. Gao, and D. Jiao, "*Multi*-label classification based on *Random forest* algorithm for non-intrusive load monitoring system," *Processes*, vol. 7, no. 6, Jun. 2019, doi: 10.3390/pr7060337.

[14] R. A. Disha and S. Waheed, "Performance analysis of *machine learning* models for intrusion detection system using Gini Impurity-based Weighted *Random forest* (GIWRF) feature selection technique," *Cybersecurity*, vol. 5, no. 1, Dec. 2022, doi: 10.1186/s42400-021-00103-8.

[15] O. ElSahly and A. Abdelfatah, "An Incident Detection Model Using *Random forest* Classifier," *Smart Cities*, vol. 6, no. 4, pp. 1786–1813, Aug. 2023, doi: 10.3390/smartcities6040083.

[16] N. J. Apao, L. S. Feliscuzo, C. C. Lyn Sta Romana, and J. S. Aurea Tagaro, "*Multi*class Classification Using *Random forest* Algorithm To Prognosticate The Level Of Activity Of Patients With Stroke," *INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH*, 2020, [Online]. Available: www.ijstr.org

[17] L. Shi, Y. Qin, J. Zhang, Y. Wang, H. Qiao, and H. Si, "*Multi*-Class Classification of Agricultural Data Based on *Random forest* and Feature Selection," *Journal of Information Technology Research*, vol. 15, no. 1, pp. 1–17, Aug. 2022, doi: 10.4018/jitr.298618.

[18] N. Al-Ghamdi and T. Alsubait, "Digital Forensics and *Machine learning* to Fraudulent Email Prediction," in *Proceedings of 2022 5th National Conference of Saudi Computers Colleges, NCCC 2022*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2022, pp. 99–106. doi: 10.1109/NCCC57165.2022.10067685.

[19] C. Liu, Z. Gu, and J. Wang, "A Hybrid Intrusion Detection System Based on Scalable K-Means+ *Random forest* and Deep Learning," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 75729–75740, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3082147.

[20] N. Yoshiura and H. Yano, "IP traceback method by openflow," in *ACM International Conference Proceeding Series*, Association for Computing Machinery, Jan. 2020, pp. 194–198. doi: 10.1145/3378936.3378965.

[21] S. Mastorakis and D. Oran, "RFC 9507: Information-Centric Networking (ICN) Traceroute Protocol Specification," 2024. [Online]. Available: https://www.rfc-editor.org/info/rfc9507

[22] Y. Kuang, D. Li, X. Huang, M. Zhou, and W. Wang, "PoiEvent: An approach to extract the persistent and destructive routing events," *Computer Networks*, vol. 217, Nov. 2022, doi: 10.1016/j.comnet.2022.109313.

[23] O. Dan, V. Parikh, and B. D. Davison, "IP Geolocation Using Traceroute Location Propagation and IP Range Location Interpolation," in *The Web Conference 2021 - Companion of the World Wide Web Conference, WWW 2021*, Association for Computing Machinery, Inc, Apr. 2021, pp. 332–338. doi: 10.1145/3442442.3451888.

[24] F. A. Khan *et al.*, "Balanced *Multi*-Class Network Intrusion Detection Using *Machine learning*," *IEEE Access*, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3503497.

[25] M. Sannigrahi and R. Thandeeswaran, "Predictive Analysis of Network based Attacks by Hybrid *Machine learning* Algorithms utilizing Bayesian

Optimization, Logistic Regression and *Random forest* Algorithm," *IEEE Access*, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3464866.

[26] G. Tripathi, V. K. Singh, V. Sharma, and M. V. Vinodbhai, "Weighted Feature Selection for *Machine learning* Based Accu*rate* Intrusion Detection in Communication Networks," *IEEE Access*, vol. 12, pp. 20973–20982, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3362794.

[27] H. Afifi *et al.*, "*Machine learning* With Computer Networks: Techniques, Datasets, and Models," *IEEE Access*, vol. 12, pp. 54673–54720, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3384460.

[28] A. Halbouni, T. S. Gunawan, M. H. Habaebi, M. Halbouni, M. Kartiwi, and R. Ahmad, "*Machine learning* and Deep Learning Approaches for CyberSecurity: A Review," 2022, *Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.* doi: 10.1109/ACCESS.2022.3151248.

[29] C. S. Wickramasinghe, K. Amarasinghe, D. L. Marino, C. Rieger, and M. Manic, "Explainable Unsupervised *Machine learning* for Cyber-Physical Systems," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 131824–131843, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3112397.

[30] M. Alduailij, Q. W. Khan, M. Tahir, M. Sardaraz, M. Alduailij, and F. Malik, "Machine-Learning-Based DDoS Attack Detection Using Mutual Information and *Random forest* Feature Importance Method," *Symmetry (Basel)*, vol. 14, no. 6, Jun. 2022, doi: 10.3390/sym14061095.

[31] K. Hassine, A. Erbad, and R. Hamila, *Important Complexity Reduction of Random forest in Multi-Classification Problem*. IEEE, 2019.

[32] B. Dutta and M. DeBellis, "Codo: An ontology for collection and analysis of Covid-19 data," in *IC3K 2020 - Proceedings of the 12th International Joint Conference on Knowledge Discovery, Knowledge Engineering and Knowledge Management*, SciTePress, 2020, pp. 76–85. doi: 10.5220/0010112500760085.

[33] J. Braga, J. L. R. Dias, and F. Regateiro, "A *MACHINE LEARNING* ONTOLOGY," 2023. [Online]. Available: https://www.w3.org/TR/owl2-manchester-syntax/

[34] F. Santos and C. E. Mello, “Matching Network of Ontologies: A Random Walk and Frequent Itemsets Approach,” *IEEE Access*, vol. 10, pp. 44638–44659, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3164067.

[35] O. S. Alkadi, N. Moustafa, B. Turnbull, and K. K. R. Choo, “An Ontological Graph Identification Method for Improving Localization of IP Prefix Hijacking in Network Systems,” *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, vol. 15, pp. 1164–1174, 2020, doi: 10.1109/TIFS.2019.2936975.

[36] C. Zhou *et al.*, “Ontology-Based Method for Identifying Abnormal Ship Behavior: A Navigation Rule Perspective,” *J Mar Sci Eng*, vol. 12, no. 6, Jun. 2024, doi: 10.3390/jmse12060881.

[37] B. Fu, B. Steichen, and W. Zhang, “Towards Adaptive Ontology Visualization - Predicting User Success from Behavioral Data,” in *International Journal of Semantic Computing*, World Scientific Publishing Co. Pte Ltd, Dec. 2019, pp. 431–452. doi: 10.1142/S1793351X1940018X.

[38] H. Yang, H. Pan, and L. Ma, “A Review on Software Defined Content Delivery Network: A Novel Combination of CDN and SDN,” *IEEE Access*, vol. 11, pp. 43822–43843, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3267737.

[39] P. Callejo, R. Cuevas, N. Vallina-Rodriguez, and A. Cuevas Rumin, “Measuring the Global Recursive DNS Infrastructure: A View from the Edge,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 168020–168028, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2950325.

[40] M. A. Kazi, S. Woodhead, and D. Gan, “An Investigation to Detect Banking Malware Network Communication Traffic Using *Machine learning* Techniques,” *Journal of Cybersecurity and Privacy*, vol. 3, no. 1, pp. 1–23, Mar. 2023, doi: 10.3390/jcp3010001.