

Analisis performa algoritma

Johanes Wilian Ang, mahasiswa2, mahasiswa
Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Batam
Batam, Indonesia
johanwilian455@gmail.com,

Abstract—Pada era transformasi digital, keamanan jaringan menjadi semakin penting dan menarik untuk dikaji. Sistem deteksi intrusi (IDS) merupakan bagian integral dari keamanan jaringan. Untuk meningkatkan keamanan jaringan, algoritma pembelajaran mesin dapat diterapkan untuk mendeteksi dan mencegah serangan jaringan. Pemanfaatan kumpulan data (dataset) seperti NSL-KDD, menjadi salah satu pendekatan untuk melatih model guna mendeteksi berbagai serangan jaringan. Pada pekerjaan ini mahasiswa diharapkan dapat membandingkan performa dari beberapa algoritma yaitu Random Forest, K-Neighbors, SVM dan Ensemble Learning. Algoritma Random Forest, K-Neighbors, SVM dan Ensemble Learning dari masing-masing algoritma tersebut memiliki cara klasifikasi yang berbeda, di sini kami akan membandingkan kinerja masing-masing algoritma.

I. PENDAHULUAN

pada era saat ini keamanan sistem maupun jaringan sangat penting khususnya pengamanan informasi. Informasi pribadi maupun informasi perusahaan sangat penting untuk dijaga jika keamanan sistem atau jaringan rusak, maka harus segera dilakukan perbaikan

Menurut G. J. Simons, keamanan sistem informasi adalah bagaimana kita dapat mencegah penipuan (cheating) atau, paling tidak, mendeteksi adanya penipuan di sebuah sistem yang berbasis informasi, dimana informasinya sendiri tidak memiliki arti fisik. Selain itu keamanan sistem informasi bisa diartikan sebagai kebijakan, prosedur, dan pengukuran teknis yang digunakan untuk mencegah akses yang tidak sah, perubahan program, pencurian, atau kerusakan fisik terhadap sistem informasi. Dalam hal ini yang perlu diperhatikan dalam keamanan sistem informasi dan jaringan jaringan komputer adalah kehilangan data dan penyusup.

Kerusakan pada sistem informasi dapat mengakibatkan data tidak dapat diakses atau bahkan hilang dan hal tersebut dapat terjadi setiap saat. Ada banyak hal yang dapat menyebabkan kerusakan tersebut terjadi, diantaranya bencana, maintenance (perawatan), kesalahan perangkat lunak, hardware (perangkat keras) dan human error (kesalahan manusia). Membuat system backup dan recovery data dapat meminimalisir kehilangan data/data loss. Menurut Bace dan Mell, penyusupan/intrusion adalah kegiatan yang merusak atau menyalahgunakan sistem atau setiap usaha yang melakukan compromise integritas kepercayaan atau ketersediaan suatu sumber daya komputer dan tidak bertanggung pada berhasil atau tidaknya aksi tersebut sehingga ini berkaitan dengan suatu serangan pada sistem komputer.

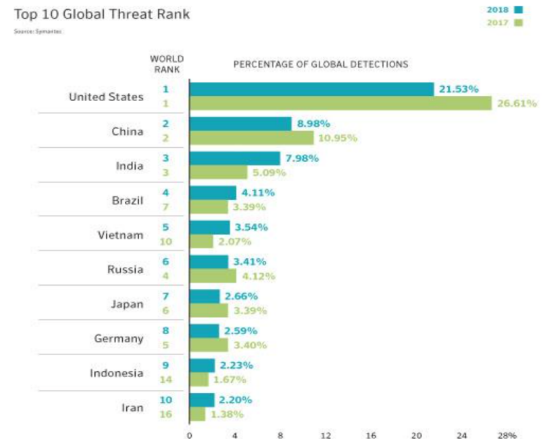


Fig. 1. Gambar 1.1 Peringkat Ancaman Kejahatan Siber di Dunia (Top Ten)

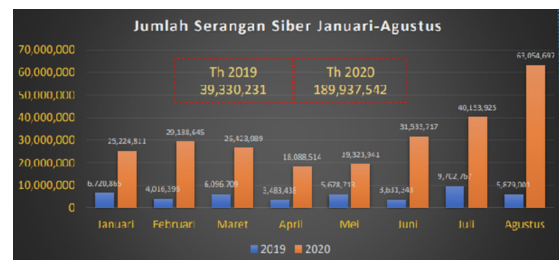


Fig. 2. Gambar 1.1 Data jumlah serangan siber pada tahun 2020

Berdasarkan data yang dirilis oleh Symantec pada Internet Security Threat Report tahun 2019 Indonesia masuk peringkat ke-9 dari 157 negara yang terdeteksi mendapat ancaman kejahatan siber terbanyak pada 2018. Ranking Indonesia ini naik dibandingkan tahun sebelumnya, yaitu urutan ke-14 dari 157 negara

Namun pada tahun 2020 BSSN menyebutkan serangan siber di Indonesia meningkat hingga 6 kali lipat dari tahun 2019

II. PENJELASAN

A. Keamanan Komputer

Arti dari keamanan komputer telah berubah dalam beberapa tahun terakhir. Sebelum masalah keamanan data/informasi menjadi populer, kebanyakan orang berpikir bahwa keamanan komputer difokuskan pada alat alat komputer secara fisik.

Secara tradisional, fasilitas komputer secara fisik dilindungi karena tiga alasan:

- Untuk mencegah pencurian atau kerusakan hardware
- Untuk mencegah pencurian atau kerusakan informasi
- Untuk mencegah gangguan layanan

Prosedur yang sangat ketat untuk akses ke ruang server diaplikasikan oleh sebagian besar organisasi, dan prosedur ini sering digunakan untuk mengukur level keamanan komputer. Dengan adanya akses jarak jauh atau remote terminal, jaringan yang sudah banyak serta teknologi internet yang berkembang pesat maka perlindungan secara fisik sudah jarang atau tidak dapat lagi digunakan untuk mengukur level keamanan. Meskipun demikian, masih ada beberapa perusahaan yang masih melindungi fasilitas fisik server mereka dengan peralatan canggih tetapi kurang memperhatikan perlindungan terhadap data atau informasi itu sendiri yang disimpan dalam server. Walaupun nilai data atau informasi tersebut beberapa kali lebih besar dari nilai hardware.

Oleh karena itu konsep atau definisi computer security atau keamanan komputer saat ini menjadi lebih luas atau bisa juga didefinisikan sebagai berikut: keamanan komputer dirancang untuk melindungi komputer dan segala sesuatu yang berkaitan dengan itu, bangunannya, workstation dan printer, kabel, dan disk dan media penyimpanan lainnya. Yang paling penting, keamanan komputer melindungi informasi yang disimpan dalam sistem anda. Keamanan komputer tidak hanya dirancang untuk melindungi terhadap penyusup dari luar yang masuk ke sistem, tetapi juga bahaya yang timbul dari dalam seperti berbagi password dengan teman, gagal atau tidak dilakukan untuk backup data, menumpahkan kopi pada keyboard dan sebagainya.

Didalam information security sering juga dikenal CIA Triad atau segitiga confidentiality (kerahasiaan), integrity (integritas), dan availability (ketersediaan). Kerahasiaan, integritas dan ketersediaan, yang dikenal sebagai segitiga CIA ini adalah model yang dirancang untuk memandu kebijakan untuk keamanan informasi dalam sebuah organisasi. Model ini juga kadang-kadang disebut sebagai triad AIC (ketersediaan, integritas dan kerahasiaan) untuk menghindari kebingungan dengan Central Intelligence Agency. Unsur-unsur dari tiga serangkai tersebut dianggap tiga komponen yang paling penting dari system keamanan.

Bila bicara kerahasiaan sama dengan bicara privasi. Langkah-langkah yang dilakukan untuk menjamin kerahasiaan dirancang untuk mencegah informasi rahasia dan sensitif diambil oleh orang yang tidak berhak. Oleh karena itu access harus dibatasi hanya untuk mereka yang berwenang saja yang dapat melihat data yang sensitive atau rahasia tersebut.

Sebuah sistem komputer yang aman harus menjaga agar informasi selalu tersedia untuk pengguna. Ketersediaan berarti bahwa perangkat keras dan perangkat lunak sistem komputer terus bekerja secara efisien dan bahwa sistem ini mampu pulih dengan cepat dan benar jika ada bencana.

Integritas melibatkan beberapa unsur yaitu: menjaga konsistensi, akurasi, dan kepercayaan dari data melalui seluruh siklus hidupnya. Data tidak boleh diubah pada saat ditransmisikan.

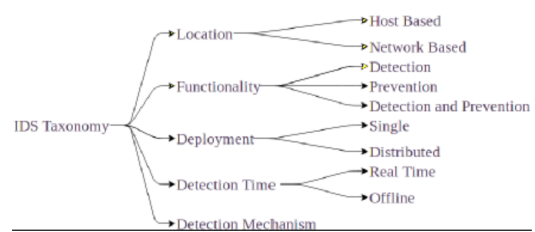


Fig. 3. Gambar 2.2.1 Taksonomi IDS

Dalam hal ini harus diambil langkah langkah untuk memastikan bahwa data tidak dapat diubah oleh orang yang tidak berhak dan tidak kurang suatu apapun serta benar adanya.

Dalam keamanan komputer ada tiga komponen yang selalu menjadi diskusi:

- Kerentanan: adalah kelemahan dari komputer yang memungkinkan penyerang untuk masuk ke sistem jaringann informasi.
- Ancaman: adalah kemungkinan bahaya yang mungkin mengeksplotasi kerentanan untuk melakukan gangguan pada system keamanan dan karena itu dapat menyebabkan kemungkinan bahaya bagi organisasi.
- Penanggulangan: adalah suatu tindakan, perangkat, prosedur, atau teknik yang mengurangi ancaman, kerentanan, atau serangan dengan menghilangkan atau mencegah, dengan meminimalkan kerugian itu dapat menyebabkan, atau dengan menemukan dan melaporkan masalah system keamanan sehingga tindakan korektif dapat diambil.

B. Intrusion Detection System (IDS)

merupakan sistem untuk mendeteksi adanya “intrusion” yang dilakukan oleh “intruder” atau “pengganggu atau penyusup” di jaringan. IDS (Intrusion Detection System) sangat mirip seperti alarm, yaitu IDS (Intrusion Detection System) akan memperingati bila terjadinya atau adanya penyusupan pada jaringan. IDS (Intrusion Detection System) dapat didefinisikan sebagai kegiatan yang bersifat anomaly, incorrect, inappropriate yang terjadi di jaringan atau host. IDS (Intrusion Detection System) adalah sistem keamanan yang bekerja bersama Firewall untuk mengatasi Intrusion.

Taksonomi pada IDS dibagi menjadi lima bagian. Setiap bagian tersebut haru diperhitungkan berdasarkan tujua penggunaannya dan keuntungan kerugianny Kelima hal tersebut adalah lokasi, fungs penyebarannya, waktu pendeteksiannya da mekanisme pendeteksiannya (Pharate, dkk., 2015). Gambar 2.2.1 menjelaskan tentang taksonomi dari IDS.

Untuk membangun IDS setidaknya diperlukan 5 (lima) tahapan yaitu Data Collection, Data Preprocessing, Intrusion Recognition, Reporting dan Response. IDS () juga memiliki cara kerja dalam menganalisa apakah paket data yang dianggap sebagai intrusion oleh intruder. Cara kerja IDS () dibagi menjadi dua, yaitu :

1) *Knowledge Based (Misuse Detection)*: Knowledge Based pada IDS (Intrusion Detection System) adalah cara kerja IDS (Intrusion Detection System) dengan mengenali

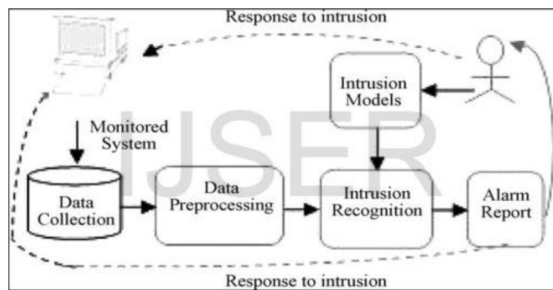


Fig. 4. Gambar 2.2.2 Tahapan membangun IDS

adanya penyusupan dengan cara menyadap paket data kemudian membandingkannya dengan database rule pada IDS (Intrusion Detection System) tersebut. Database rule tersebut dapat berisi signature – signature paket serangan. Jika pattern atau pola paket data tersebut terdapat kesamaan dengan rule pada database rule pada IDS (Intrusion Detection System), maka paket data tersebut dianggap sebagai serangan dan demikian juga sebaliknya, jika paket data tersebut tidak memiliki kesamaan dengan rule pada database rule pada IDS (Intrusion Detection System), maka paket data tersebut tidak akan dianggap serangan.

2) *Behavior Based (Anomaly Based)*: Behavior Base adalah cara kerja IDS (Intrusion Detection System) dengan mendeteksi adanya penyusupan dengan mengamati adanya kejanggalan– kejanggalan pada sistem, atau adanya keanehan dan kejanggalan dari kondisi pada saat sistem normal, sebagai: adanya penggunaan memory yang melonjak secara terus menerus atau terdapatnya koneksi secara paralel dari satu IP dalam jumlah banyak dan dalam waktu yang bersamaan. Kondisi tersebut dianggap kejanggalan yang selanjutnya oleh IDS (Intrusion Detection System) Anomaly Based ini dianggap sebagai serangan. Intrusion itu sendiri didefinisikan sebagai kegiatan yang bersifat anomaly, incorrect, inappropite yang terjadi di jaringan atau di host tersebut. Intrusion tersebut kemudian akan diubah menjadi “rules” ke dalam IDS (Intrusion Detection System). Sebagai contoh, intrusion atau gangguan seperti port scanning yang dilakukan oleh intruder. Oleh karena itu IDS (Intrusion Detection System) ditujukan untuk meminimalkan kerugian yang dapat ditimbulkan dari intrusion. Kelebihan yang akan didapatkan dengan menggunakan IDS (Intrusion Detection System) sebagai metode Keamanan:

- Memiliki Akurasi keamanan yang baik. IDS (Intrusion Detection System) haruslah memiliki akurasi atau ketelitian, jadi IDS (Intrusion Detection System) yang baik adalah IDS (Intrusion Detection System) yang memiliki ketelitian yang baik untuk mengenal intrusion atau gangguan. Pada saat sekarang ini IDS (Intrusion Detection System) telah memiliki ketelitian tinggi, yaitu mampu secara realtime mendeteksi dan melakukan blocking terhadap tindakan yang mencurigakan. Selain itu IDS (Intrusion Detection System) juga harus mampu memeriksa dan menganalisa pattern objek secara menyeluruh seperti paket – paket data baik Header Paket maupun Payload yang dipergunakan serta

membedakan paket data yang keluar masuk dalam lalu lintas jaringan sehingga dapat mengenal benar karakteristik trafic.

- Mampu Mendeteksi dan Mencegah Serangan. IDS (Intrusion Detection System) haruslah dapat mendeteksi serangan dan juga mampu untuk melakukan pencegahan terhadap serangan tersebut, IDS (Intrusion Detection System) yang baik dalam mengatasi serangan adalah IDS (Intrusion Detection System).
- Memiliki cakupan yang Luas dalam Mengetahui Proses Attacking. IDS (Intrusion Detection System) haruslah memiliki pengetahuan yang luas, dapat mengenal serangan apa yang belum dikenalnya, seperti contoh IDS (Intrusion Detection System) harus mampu mendeteksi serangan DOS mempergunakan analisis signature dan mampu mendeteksi segala sesuatu yang mencurigakan. IDS (Intrusion Detection System) yang baik dalam pengenalan attacking adalah IDS (Intrusion Detection System).
- Dapat memberikan Informasi tentang ancaman – ancaman yang terjadi.
- Memiliki tingkat Forensik yang canggih dan mampu menghasilkan reporting yang baik. Memiliki sensor yang dapat dipercaya untuk memastikan pendeteksian dan pencegahan.

C. Data Mining

Data mining adalah teknologi yang mengombinasikan metode analisis tradisional dan algoritma yang canggih agar proses data besar lebih cepat diproses. Data mining biasa disebut dengan sebutan yang sering digunakan untuk mencari pengetahuan yang tersembunyi didalam database. Data mining menggunakan teknik statistika, matematika, kecerdasan buatan, dan machine learning untuk mengekstraksi dan menganalisa informasi yang terdapat dalam database besar. (Turban et al, 2005).

Analisis yang dilakukan data mining lebih maksimum dibandingkan sistem pendukung keputusan tradisional yang banyak digunakan. Data mining mengatasi masalah-masalah bisnis dengan cara tradisional yang menggunakan banyak waktu dan biaya yang tinggi. Data mining menjelajahi basis data untuk mengetahui pola yang tersembunyi, serta mencari informasi agar dapat memprediksi yang bisa saja dilupakan oleh pembisnis karena kemungkinan besar mereka tidak menduganya.

Pada perkembangan teknologi saat ini, proses pengumpulan data serta penyimpanannya telah mudah dijalankan walaupun data tersebut berukuran besar sehingga data mining melakukan proses pencarian secara mudah dan otomatis mencari informasi yang berguna dalam penyimpanan data yang mempunyai ukuran yang besar. Istilah ini biasa disebut dengan Knowledge Discovery in Database (KDD) yang digunakan secara bergantian untuk memberikan penjelasan tentang proses pencarian informasi yang tersembunyi dalam suatu basis data yang besar. Sebenarnya konsep ini berkaitan satu sama lain walaupun konsepnya berbeda.

Algoritma	Akurasi
Adaboost	92.2073
Hyperpipes	92.2363
J48	96.25 74
Naïve Bayes	90.5504
OneR	94.5741
Random Forest	35.8247
Random Tree	96.225 8
ZeroR	92.2073

Fig. 5. Gambar 2.4.1 Akurasi algoritma mechine learning

D. Mechine Learning

- Machine Learning dapat digunakan untuk melakukan penggalian informasi pada data set yang tersedia. Dengan menggunakan perhitungan statistika dan algoritma yang matematis, machine learning dapat mengetahui informasi yang tersembunyi, pola dan hubungan antar atribut dalam sebuah data set. Fungsi ini menjadi sangat berguna untuk mengetahui data yang mencurigakan.
- Machine Learning juga dapat digunakan untuk mende-teksi serangan pada jaringan (J. dan Muthukumar, 2015). Pengembangan terhadap penggunaan machine learning telah dikembangkan untuk mengetahui algoritma yang terbaik untuk detect ion engine pada IDS Tabel 1 menunjukkan perbandingan performa antar algoritma yang diimplementasikan pada IDS .

III. METODOLOGI

A. Random Forest

Random Forest merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan. Metode ini merupakan metode pohon gabungan yang berasal dari metode classification and regression tree (CART) dan didasarkan pada teknik pohon keputusan (decision tree), sehingga mampu mengatasi masalah non-linier. Dalam random forest, banyak pohon ditumbuhkan, sehingga terbentuk suatu hutan (forest). Analisis selanjutnya akan dilakukan pada kelompok hutan tersebut.

Pada gugus data yang terdiri atas n amatan dan p peubah penjelas, prosedur melaksanakan random forest menurut Breiman (2001) dilakukan dalam tiga tahap. Tahap pertama atau tahap bootstrap, dilakukan penarikan contoh acak berukuran n dengan pemilihan pada gugus data. Berikutnya dengan menggunakan contoh bootstrap, pohon dibangun sampai mencapai ukuran maksimum (tanpa pemangkasan). Pembangunan pohon dilakukan dengan menerapkan random feature selection pada setiap proses pemilihan pemilah, yaitu m peubah penjelas dipilih secara acak dengan $m \leq p$, lalu pemilah terbaik dipilih berdasarkan m peubah penjelas tersebut. Terakhir, ulangi langkah satu dan dua sebanyak k kali, sehingga terbentuk sebuah hutan yang terdiri atas k pohon.

Random forest memprediksi respons suatu amatan dengan cara menggabungkan (aggregating) hasil prediksi k pohon. Untuk masalah klasifikasi, pohon yang dibangun adalah pohon klasifikasi sedangkan hasil prediksi random forest dipilih

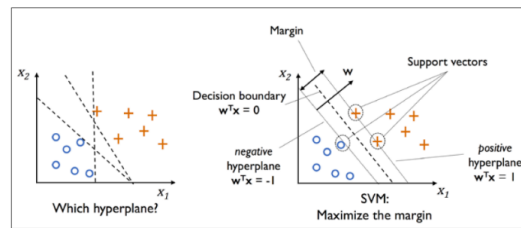


Fig. 6. Gambar 3.3.1 Hyperplane yang memisahkan dua kelas positif (+1) dan negatif(-1)

berdasarkan suara terbanyak, yaitu kategori atau kelas yang paling sering muncul sebagai hasil prediksi dari k pohon klasifikasi.

Untuk melakukan random forest yang menghasilkan variable importance, disarankan untuk menggunakan banyak pohon, misalnya seribu pohon atau lebih. Jika peubah penjelas yang dianalisis sangat banyak, nilai tersebut sebaiknya lebih besar agar variable importance yang dihasilkan semakin stabil (Breiman dan Cutler).

Serta berikut ini adalah kelebihan dan kekurangan pada Algoritma Random Forest. Kelebihannya yaitu dapat mengatasi noise dan missing value serta dapat mengatasi data dalam jumlah yang besar. Dan kekurangan pada algoritma Random Forest yaitu interpretasi yang sulit dan membutuhkan tuning model yang tepat untuk data.

B. K-Nearest Neighbor

Algoritma K-Nearest Neighbor (K-NN) adalah sebuah metode klasifikasi terhadap sekumpulan data berdasarkan pembelajaran data yang sudah terklasifikasi sebelumnya. Termasuk dalam supervised learning, dimana hasil query instance yang baru diklasifikasikan berdasarkan mayoritas kedekatan jarak dari kategori yang ada dalam K-NN.

Tahapan Langkah Algoritma K-NN

- Menentukan parameter k (jumlah tetangga paling dekat).
- Menghitung kuadrat jarak eucliden objek terhadap data training yang diberikan.
- Mengurutkan hasil no 2 secara ascending (berurutan dari nilai tinggi ke rendah)
- Mengumpulkan kategori Y (Klasifikasi nearest neighbor berdasarkan nilai k)
- Dengan menggunakan kategori nearest neighbor yang paling mayoritas maka dapat diprediksikan kategori objek.

C. Structural Risk Minimization (SVM)

SVM digunakan untuk mencari hyperplane terbaik dengan memaksimalkan jarak antar kelas. Hyperplane adalah sebuah fungsi yang dapat digunakan untuk pemisah antar kelas. Dalam 2-D fungsi yang digunakan untuk klasifikasi antar kelas disebut sebagai line whereas, fungsi yang digunakan untuk klasifikasi antar kelas dalam 3-D disebut plane similarly, sedangkan fungsi yang digunakan untuk klasifikasi di dalam ruang kelas dimensi yang lebih tinggi di sebut hyperplane.

Hyperplane yang ditemukan SVM diilustrasikan seperti Gambar 1 posisinya berada ditengah-tengah antara dua kelas, artinya jarak antara hyperplane dengan objek-objek data berbeda dengan kelas yang berdekatan (terluar) yang diberi tanda bulat kosong dan positif. Dalam SVM objek data terluar yang paling dekat dengan hyperplane disebut support vector. Objek yang disebut support vector paling sulit diklasifikasikan dikarenakan posisi yang hampir tumpang tindih (overlap) dengan kelas lain. Mengingat sifatnya yang kritis, hanya support vector inilah yang diperhitungkan untuk menemukan hyperplane yang paling optimal oleh SVM.

D. Ensemble Learning

Kenyataan bahwa pendekatan ensemble learning mampu memberikan solusi prediksi yang lebih akurat daripada model-model tunggal dapat ditemui dari berbagai paper di jurnal ilmiah. Teknik-teknik ensemble yang mengandalkan variasi dari pendekatan random forest dan boosting mampu memberikan prediksi dengan akurasi yang sangat baik. Random forest bekerja dengan membuat model-model penyusun ensemble sedemikian rupa sehingga berbagai kemungkinan dapat terakomodir secara maksimal, sedangkan boosting bekerja secara iteratif sehingga kasus-kasus yang tidak mudah diprediksi menjadi bukan masalah lagi.

Kemampuan pendekatan ensemble ini tidak hanya tertuang pada berbagai paper ilmiah, namun juga dapat dilihat pada penyelesaian kasus-kasus aplikatif seperti yang dapat dilihat pada kompetisi data science Kaggle ompetisi ini terbuka bagi pegiat data science dan data mining untuk memberikan solusi prediktif dari kasus-kasus yang disampaikan oleh banyak perusahaan besar berskala internasional. Setiap tim atau individu dipersilakan mengembangkan solusi dan menyajikan prediksinya untuk kemudian dinilai. Mereka yang memberikan prediksi dengan akurasi yang paling tinggi yang dinyatakan sebagai pemenang. Peringkat tiga besar dalam lima tahun terakhir dari kompetisi ini didominasi oleh mereka yang menggunakan pendekatan ensemble yang digabungkan dengan berbagai macam algoritma dasar.

Berdasarkan apa yang berkembang saat ini, pendekatan ensemble dalam pemodelan prediktif menjadi pilihan tepat bagi mereka yang berupaya memperoleh prediksi yang memuaskan dengan cara yang sangat mudah untuk dikerjakan. Hal senada juga telah dikemukakan oleh Mu Zhu (University of Waterloo) pada jurnal The American Statistician pada tahun 2008.

E. Kesimpulan

Pada saat keamanan komputer sangat penting, salah satu cara meningkatkan keamanan komputer adalah kita menggunakan IDS. Ada beberapa algoritma yang dapat digunakan, masing-masing algoritma memiliki kelebihan dan kekurangan. Dengan tersebut keamanan komputer akan terus terjaga.

to cite this page : Salsabila, Putri Zakia. 2020. Kejahatan Siber di Indonesia Naik 4 Kali Lipat di Masa Pandemi. Diakses pada diakses pada 25 May 2021, dari <https://tekno.kompas.com/read/2020/10/12/07020007/kejahatan-siber-di-indonesia-naik-4-kali-lipat-selama-pandemi>

to cite this page : STIS. 2019. METODE RANDOM FOREST. Diakses pada 24 May 2021, dari <http://forkas.stis.ac.id/2019/04/metode-random-forest.html>

to cite this page : INFORMATIKALOGI. 2017. Algoritma K-Nearest Neighbor (K-NN). Diakses pada 24 May 2021, dari <https://informatikalogi.com/algoritma-k-nn-k-nearest-neighbor/>

to cite this page : Samsudiney. 2019. Penjelasan Sederhana tentang Apa Itu SVM?. Diakses pada 24 May 2021, dari <https://medium.com/@samsudiney/penjelasan-sederhana-tentang-apa-itu-svm-149fec72bd02>

to cite this page : Jejaring. 2019. Pengertian dan Jenis Intrusion detection System (IDS). Diakses pada 24 May 2021, dari <https://www.jejaring.web.id/pengertian-dan-jenis-intrusion-detection-system-ids/>

to cite this page : Soewito, Benfano. 2019. Keamanan Komputer. Diakses pada 24 May 2021 ,dari <https://mti.binus.ac.id/2019/02/15/keamanan-komputer/>

to cite this page : Dicoding. 2020. Apa itu Client Server? Pengertian dan Fungsinya. Diakses pada 12 April 2021, dari <https://www.dicoding.com/blog/client-server-adalah/>