

## DAFTAR ISI

|                                                    |             |
|----------------------------------------------------|-------------|
| <b>PENGESAHAN PEMBIMBING .....</b>                 | <b>i</b>    |
| <b>PENGESAHAN PENGUJI .....</b>                    | <b>ii</b>   |
| <b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....</b> | <b>iii</b>  |
| <b>ABSTRAK .....</b>                               | <b>iv</b>   |
| <b><i>ABSTRACT</i> .....</b>                       | <b>v</b>    |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO .....</b>         | <b>vi</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                         | <b>vii</b>  |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                             | <b>ix</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                          | <b>xi</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                          | <b>xiii</b> |
| <b>BAB I    PENDAHULUAN .....</b>                  | <b>I-1</b>  |
| 1.1    Latar Belakang .....                        | I-1         |
| 1.2    Rumusan Masalah .....                       | I-3         |
| 1.3    Tujuan Penelitian.....                      | I-3         |
| 1.4    Manfaat Penelitian.....                     | I-4         |
| 1.5    Batasan Masalah.....                        | I-4         |
| <b>BAB II    TINJAUAN PUSTAKA.....</b>             | <b>II-1</b> |
| 2.1    Machine Learning.....                       | II-1        |
| 2.1.1 <i>Supervised Learning</i> .....             | II-2        |
| 2.1.2 <i>Classification Model</i> .....            | II-4        |

|                                            |                                                        |              |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------|
| 2.1.3                                      | <i>Feature Engineering dan Feature Selection</i> ..... | II-5         |
| 2.2                                        | <i>Internet of Things (IoT)</i> .....                  | II-5         |
| 2.3                                        | Forensik Digital .....                                 | II-6         |
| 2.4                                        | Penelitian Terkait .....                               | II-6         |
| 2.5                                        | Matriks Penelitian.....                                | II-21        |
| 2.6                                        | Matriks Penelitian Terdekat .....                      | II-28        |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> ..... |                                                        | <b>III-1</b> |
| 3.1                                        | Tahapan Penelitian .....                               | III-1        |
| 3.1.1                                      | Pemilihan <i>Dataset</i> .....                         | III-2        |
| 3.1.2                                      | Praproses <i>Dataset</i> .....                         | III-4        |
| 3.1.3                                      | Pelatihan dan Evaluasi .....                           | III-5        |
| 3.1.4                                      | <i>Deployment</i> .....                                | III-6        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....   |                                                        | <b>IV-1</b>  |
| 4.1                                        | Pemilihan <i>Dataset</i> .....                         | IV-1         |
| 4.2                                        | Praproses <i>Dataset</i> .....                         | IV-2         |
| 4.3                                        | Pelatihan dan Evaluasi.....                            | IV-26        |
| 4.4                                        | <i>Deployment</i> .....                                | IV-39        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....    |                                                        | <b>V-1</b>   |
| 5.1                                        | Kesimpulan.....                                        | V-1          |
| 5.2                                        | Saran .....                                            | V-2          |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                                                                                                 |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Tabel II.1 Penelitian Terkait .....                                                                                                                             | II-13 |
| Tabel II.2 Matriks Penelitian.....                                                                                                                              | II-21 |
| Tabel II.3 Matriks Penelitian Terdekat .....                                                                                                                    | II-28 |
| Tabel IV.1 Kumpulan <i>Dataset</i> CICIDS2018 .....                                                                                                             | IV-1  |
| Tabel IV.2 Hasil Perubahan Label Spesifik ke Label Generik .....                                                                                                | IV-2  |
| Tabel IV.3 Penyesuaian Tipe Data Terhadap Variabel.....                                                                                                         | IV-3  |
| Tabel IV.4 Jumlah <i>NaN</i> .....                                                                                                                              | IV-6  |
| Tabel IV.5 Jumlah <i>Infinity</i> .....                                                                                                                         | IV-6  |
| Tabel IV.6 Jumlah Data Bernilai Negatif .....                                                                                                                   | IV-7  |
| Tabel IV.7 Analisis Univariat: Kardinalitas setiap Variabel .....                                                                                               | IV-10 |
| Tabel IV.8 Analisis Univariat: Jumlah Nilai pada Variabel “ <i>Dst Port</i> ” .....                                                                             | IV-13 |
| Tabel IV.9 Analisis Bivariat: Kesamaan data dari 5 variabel dengan variabel “ <i>Fwd PSH Flags</i> ” .....                                                      | IV-22 |
| Tabel IV.10 Analisis Bivariat: Distribusi Frekuensi tiap Nilai Unik pada Variabel “ <i>Fwd PSH Flags</i> ” terhadap Variabel Dependen .....                     | IV-23 |
| Tabel IV.11 Analisis Bivariat: Distribusi Frekuensi tiap Nilai Unik pada Variabel “ <i>PSH Flag Cnt</i> ” terhadap Variabel Dependen.....                       | IV-23 |
| Tabel IV.12 Analisis Bivariat: Distribusi Frekuensi tiap Nilai Unik pada Variabel “ <i>ACK Flag Cnt</i> ” terhadap Variabel Dependen .....                      | IV-24 |
| Tabel IV.13 Analisis Bivariat: Distribusi Frekuensi tiap Nilai Unik pada Variabel “ <i>Protocol</i> ” terhadap Variabel Dependen .....                          | IV-25 |
| Tabel IV.14 Analisis Bivariat: Distribusi Nilai <i>Brute-force</i> dan <i>DoS</i> pada “ <i>Dst Port</i> ” .....                                                | IV-25 |
| Tabel IV.15 Laporan Evaluasi Model <i>Random Forest</i> yang Dilatih Dengan <i>Dataset Training</i> .....                                                       | IV-29 |
| Tabel IV.16 Laporan Evaluasi Model <i>Adaboost</i> yang Dilatih dengan <i>Dataset Training</i> .....                                                            | IV-30 |
| Tabel IV.17 Laporan Evaluasi Model <i>Gradient Boosting</i> yang Dilatih dengan <i>Dataset Training</i> .....                                                   | IV-30 |
| Tabel IV.18 Laporan Evaluasi Model <i>Random Forest</i> yang Dilatih dengan <i>Dataset Training-Testing</i> dan Evaluasi dengan <i>Dataset Validation</i> ..... | IV-32 |

|                                                                                                                       |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Tabel IV.19 Laporan Evaluasi Model <i>Adaboost</i> yang Dilatih dengan <i>Dataset Training-Testing</i> .....          | IV-34 |
| Tabel IV.20 Laporan Evaluasi Model <i>Gradient Boosting</i> yang Dilatih dengan <i>Dataset Training-Testing</i> ..... | IV-35 |
| Tabel IV.21 Kode Model untuk <i>URL Parameter</i> “model” .....                                                       | IV-45 |
| Tabel IV.22 Spesifikasi Komponen untuk Menjalankan <i>Smart-NIDS</i> .....                                            | IV-45 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                                                                   |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Gambar III.1 Tahapan Pengembangan Aplikasi .....                                                                                                  | III-1 |
| Gambar III.2 Situs yang Menyediakan <i>Dataset</i> CICIDS2018.....                                                                                | III-3 |
| Gambar IV.1 Analisis Univariat: Frekuensi “ <i>Label</i> ” <i>Unbalanced</i> .....                                                                | IV-9  |
| Gambar IV.2 Analisis Bivariat: Matriks Kolerasi antara Variabel Independen Tipe Kuantitatif .....                                                 | IV-15 |
| Gambar IV.3 Analisis Bivariat: Matriks Kolerasi setelah <i>Multicollinearity</i> Dihapus .....                                                    | IV-17 |
| Gambar IV.4 Analisis Bivariat: Distribusi Variabel Independen Tipe Kuantitatif terhadap Variabel Dependen Tipe Kualitatif ( <i>Batch</i> 1) ..... | IV-18 |
| Gambar IV.5 Analisis Bivariat: Distribusi Variabel Independen Tipe Kuantitatif terhadap Variabel Dependen Kualitatif ( <i>Batch</i> 2).....       | IV-19 |
| Gambar IV.6 Analisis Bivariat: Distribusi Variabel Independen Tipe Kuantitatif Terpilih terhadap Variabel Dependen Tipe Kualitatif .....          | IV-20 |
| Gambar IV.7 Analisis Bivariat: Distribusi Variabel Independen Tipe Kualitatif Dikotomi terhadap Variabel Dependen.....                            | IV-22 |
| Gambar IV.8 <i>Confusion Matrix</i> dari Model <i>Random Forest</i> .....                                                                         | IV-32 |
| Gambar IV.9 <i>Confusion Matrix</i> dari Model <i>AdaBoost</i> .....                                                                              | IV-33 |
| Gambar IV.10 <i>Confusion Matrix</i> dari Model <i>Gradient Boosting</i> .....                                                                    | IV-35 |
| Gambar IV.11 ROC-AUC dari Model <i>Random Forest</i> .....                                                                                        | IV-37 |
| Gambar IV.12 ROC-AUC dari Model <i>AdaBoost</i> .....                                                                                             | IV-38 |
| Gambar IV.13 ROC-AUC dari Model <i>Gradient Boosting</i> .....                                                                                    | IV-39 |
| Gambar IV.14 <i>Flowchart method run</i> pada <i>CICFlowMeterRunner</i> .....                                                                     | IV-40 |
| Gambar IV.15 <i>Flowchart method preprocess</i> pada <i>DataPreprocessor</i> .....                                                                | IV-42 |
| Gambar IV.16 <i>Flowchart method convert</i> pada <i>ConvertService</i> .....                                                                     | IV-42 |
| Gambar IV.17 <i>Flowchart method predict</i> pada <i>PredictService</i> .....                                                                     | IV-43 |
| Gambar IV.18 <i>Flowchart</i> penanganan <i>HTTP Request</i> oleh <i>Smart-NIDS</i> .....                                                         | IV-44 |
| Gambar IV.19 Halaman <i>Analyzer</i> bagian <i>Upload</i> dan Pemilihan Model.....                                                                | IV-46 |
| Gambar IV.20 <i>Report Hasil</i> dari Prediksi .....                                                                                              | IV-47 |