

LAPORAN TUGAS BESAR
MATA KULIAH WI2002
LITERASI DATA DAN INTELEGENSI ARTIFISIAL
TAHUN 2025



Disusun oleh Kelompok 14 – Kelas 32

- | | |
|------------------------------------|-----------------|
| 1. Benedict Darrel Setiawan | 13524057 |
| 2. Marcel Luther Sitorus | 13524063 |
| 3. Muhammad Akmal | 13524099 |
| 4. Daniel Putra Rywandi S | 13524143 |

MATA KULIAH WAJIB KURIKULUM
WAKIL REKTOR BIDANG AKADEMIK DAN KEMAHASISWAAN
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG
BANDUNG
2025

DAFTAR ISI

Daftar Isi	2
Daftar Tabel	3
Daftar Bagan	4
Bab 1 – Pendahuluan.....	5
A. Latar Belakang.....	5
B. Pertanyaan Penelitian.....	5
C. Data.....	5
1. Dataset 1 – Lalu-Lintas Normal.....	5
2. Dataset 2 – Lalu-Lintas Serangan	6
D. Atribut Data	6
Bab 2 – Statistik Deskriptif dan Visualisasi Data	7
A. Statistika Deskriptif	7
1. Data Set 1 – Lalu-Lintas Normal	7
2. Data Set 2 – Lalu-Lintas Serangan.....	8
B. Visualisasi Data	9
1. Perbandingan Kategori.....	9
2. Perubahan Terhadap Waktu	9
3. Hierarki dan Hubungan Keseluruhan-Bagian	10
4. Plotting Relationships	11
Bab 3 – Pengolahan Data	14
A. Korelasi Data	14
B. Data Cleansing.....	15
C. Transformasi Data	15
Bab 4 – Analisis Data.....	16
A. Tahapan Regresi Linear	16
B. Hasil Regresi.....	16
C. Contoh Perhitungan	17
D. Interpretasi hasil.....	17
Bab 5 – Kesimpulan.....	18
Lampiran.....	19
A. Pembagian Tugas Kelompok	19
B. <i>Source Code</i> Program	19
C. File Excel	19
D. Laporan Presentasi.....	19

DAFTAR TABEL

Tabel 1 – Atribut Relevan Data Set	6
Tabel 2 – Statistik Deskriptif Data Set 1	7
Tabel 3 – Statistik Deskriptif Data Set 2	8
Tabel 4 - Atribut Data Cleansing	15

DAFTAR BAGAN

Bagan 1 – Perbandingan Chart Rata-rata SYN dan ACK Flag Count pada Hari Senin dan Rabu.....	9
Bagan 2 – Grouped Bar Chart Rata-rata Fwd dan Bwd Packet Length Mean pada Hari Senin dan Rabu.....	9
Bagan 3 – Perbandingan Flow Byte Terhadap Waktu	9
Bagan 4 - Penyebab Gangguan Aktivitas Lalu Lintas	10
Bagan 5 - Aktivitas Lalu Lintas Pada Selang Waktu 08.00 - 16.00	11
Bagan 6 - Scatter Plot Total Forward Packets dan Total Backward Packets pada Dataset 2	12
Bagan 7 - Zoom In Scatter Plot Total Forward Packets dan Total Backward Packets pada Dataset 2	12
Bagan 8 - Scatter Plot Forward IAT Mean dan Backward IAT Mean pada Dataset 2.....	13
Bagan 9 - Scatter Plot Idle Mean dan Active Mean pada Dataset 2.....	13
Bagan 10 – Heat Map Korelasi pada Dataset 1	14
Bagan 11 – Heatmap Korelasi pada Dataset 2	14
Bagan 12 - Regresi Linear Total Fwd Packets dan Flow Bytes/s pada Dataset 1	16

BAB 1 – PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Di era digital saat ini, pertumbuhan layanan berbasis internet telah menjadikan server web sebagai infrastruktur penting bagi organisasi dan individu. Namun, ketergantungan yang meluas pada teknologi web ini juga membuat sistem rentan terhadap berbagai ancaman keamanan siber, termasuk serangan *Distributed Denial of Service* (DDoS), upaya *Brute-Force Login*, dan aktivitas jahat lainnya. Deteksi dan analisis yang efektif terhadap perilaku anomali dalam lalu lintas jaringan sangat penting untuk menjaga integritas sistem dan mencegah kerusakan.

Bidang analisis lalu lintas jaringan memanfaatkan data tingkat aliran dalam jumlah besar, yang merekam atribut seperti jumlah paket, durasi koneksi, kecepatan transfer data, dan penggunaan protokol. Dengan memeriksa atribut kuantitatif dan kategoris ini, menjadi mungkin untuk mengungkap pola tersembunyi yang membedakan perilaku normal dari serangan potensial.

Proyek ini bertujuan untuk menyelidiki hubungan antara fitur jaringan berbasis aliran dan keberadaan serangan siber. Dengan menganalisis lalu lintas yang ditangkap selama skenario jinak dan serangan, kami berupaya mengidentifikasi atribut mana yang berfungsi sebagai indikator kuat anomali. Secara khusus, fokusnya adalah pada pemodelan bagaimana karakteristik lalu lintas yang berbeda berkorelasi dengan perilaku jahat, menggunakan teknik pembelajaran mesin statistik dan sederhana.

B. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan latar belakang tersebut, kami merumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana metrik jaringan tingkat aliran (*flow-level network metrics*) seperti *packet counts*, ukuran byte, dan durasi aliran berkorelasi dengan keberadaan serangan siber dalam lalu lintas server web?
2. Dapatkah kita memprediksi anomali atau perilaku tidak teratur dalam lalu lintas jaringan berdasarkan fitur statistik berbasis aliran (*flow-based statistics*)?
3. Apakah terdapat pola tertentu pada fitur lalu lintas jaringan (misalnya durasi aliran, jumlah paket, ukuran rata-rata paket) yang dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan serangan DDoS?

C. Data

Untuk menjawab pertanyaan penelitian yang dirumuskan, proyek ini menggunakan *dataset* CIC-IDS2017 yang disediakan oleh Canadian Institute for Cybersecurity (CIC). Dataset CIC-IDS2017 berisi serangan umum yang jinak dan terkini, yang menyerupai data dunia nyata yang sebenarnya, sering disebut *analyzing packet captures* (PCAP). Dataset ini juga mencakup hasil analisis lalu lintas jaringan menggunakan CIC FlowMeter dengan aliran berlabel berdasarkan cap waktu, IP sumber dan tujuan, port sumber dan tujuan, protokol dan serangan.

Dataset CIC-IDS2017 dipilih karena representasinya yang komprehensif terhadap perilaku lalu lintas jaringan modern, yang menggabungkan aktivitas jinak dan berbagai skenario serangan siber dalam kondisi yang terkontrol dan realistis. Kumpulan data ini menyediakan metrik berbasis aliran yang terperinci, pelabelan yang ekstensif, dan komponen deret waktu, yang semuanya selaras erat dengan tujuan analitis proyek ini.

Meskipun CIC-IDS2017 secara resmi merupakan satu dataset terpadu, dataset ini terbagi menjadi koleksi harian yang menyimulasikan kondisi operasional. Pada hari-hari tertentu, dataset secara eksklusif terdiri dari lalu lintas normal yang bebas serangan, sementara pada hari-hari lainnya mencakup campuran aktivitas jinak dan berbahaya. Untuk memenuhi persyaratan penggunaan dua set data, kami memperlakukan lalu lintas normal yang direkam pada hari Senin, 3 Juli 2017, sebagai set data pertama (yang mewakili operasi server web dasar), dan lalu lintas serangan campuran yang direkam pada hari Rabu, 5 Juli 2017, sebagai set data kedua yang berbeda. Pemisahan ini dibenarkan secara struktural dan analitis, karena memungkinkan analisis komparatif antara perilaku jaringan yang umum dan lalu lintas yang terkena serangan.

URL Sumber Dataset: <https://www.unb.ca/cic/datasets/ids-2017.html>

1. Dataset 1 – Lalu-Lintas Normal

Spesifikasi data set pertama kami sebagai berikut:

- Sumber: Canadian Institute for Cybersecurity (CIC) – CIC-IDS2017 Dataset
- Nama File: Monday-WorkingHours.pcap_ISCX.csv
- Format: *Comma-Separated Values* (CSV)
- Ukuran: 262 MB
- Deskripsi: Simulasi rekaman aktivitas lalu-lintas jaringan normal tanpa aktivitas serangan.

2. Dataset 2 – Lalu-Lintas Serangan

Spesifikasi data set kedua kami sebagai berikut:

- Sumber: Canadian Institute for Cybersecurity (CIC) – CIC-IDS2017 Dataset
- Nama File: Wednesday-WorkingHours.pcap_ISCX.csv
- Format: *Comma-Separated Values* (CSV)
- Ukuran: 278 MB
- Deskripsi: Menggambarkan skenario serangan nyata yang dipadukan dengan perilaku normal.

D. Atribut Data

Kedua dataset menggunakan format *Comma-Separated Values* (CSV) yang memiliki *header* atribut yang sama. Karena besarnya ukuran data dan banyaknya label dari dataset induk yang mencapai 85 atribut, kami memutuskan untuk memilih 18 atribut yang relevan dalam penelitian kami untuk dimasukkan dianalisis. Berikut ini adalah label-label yang relevan yang akan digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 1 – Atribut Relevan Data Set

No.	Nama Label	Deskripsi	Tipe	Alasan Pemilihan
1.	Source IP	Alamat IP pengirim	Kategorikal (Nominal)	Untuk mengidentifikasi wilayah yang berpotensi menjadi penyerang.
2.	Source Port	Nomor Port sumber	Numerik (Diskret)	Mirip, tetapi untuk lokal.
3.	Protocol	Jenis protocol jaringan (TCP/UDP/ICMP)	Kategorikal (Nominal)	Indikator jenis lalu lintas tingkat tinggi
4.	Timestamp	Waktu mulai koneksi	Kategorikal (Ordinal – Waktu)	Syarat atribut data pada tugas.
5.	Flow Duration	Durasi total koneksi	Numerik (Kontinu)	Ukuran lalu lintas fundamental (kandidat regresi primer)
6.	Total Fwd Packets	Jumlah paket terkirim maju (<i>forward</i>)	Numerik (Diskret)	Intensitas aliran pada arah pengiriman
7.	Total Backward Packets	Jumlah paket terkirim mundur (<i>backward</i>)	Numerik (Diskret)	Intensitas aliran pada arah penerimaan
8.	Flow Bytes/s	Kecepatan alir (<i>bytes/sec</i>)	Numerik (Kontinu)	Kecepatan volume lalu lintas (dapat melonjak selama serangan)
9.	Flow Packets/s	Kecepatan alir (<i>packets/sec</i>)	Numerik (Kontinu)	Perilaku laju paket (dapat mengidentifikasi DDoS)
10.	Fwd Packet Length Mean	Ukuran rerata (<i>forward packets</i>)	Numerik (Kontinu)	Berguna untuk mengkarakterisasi profil lalu lintas
11.	Bwd Packet Length Mean	Ukuran rerata (<i>backward packets</i>)	Numerik (Kontinu)	Mirip, tetapi untuk respons
12.	SYN Flag Count	Jumlah SYN (<i>synchronizes sequence numbers</i>) flags	Numerik (Diskret)	Penting untuk mengidentifikasi SYN flood attack.
13.	ACK Flag Count	Jumlah ACK (<i>acknowledgment</i>) flags	Numerik (Diskret)	Indikator pembentukan sesi
14.	Down/Up Ratio	Rasio unduhan terhadap unggahan	Numerik (Kontinu)	Pola perilaku: eksfiltrasi, aliran yang banyak diunduh
15.	Average Packet Size	Ukuran rerata besar paket	Numerik (Kontinu)	Efisiensi ukuran atau petunjuk anomali
16.	Active Mean	Durasi aktif rata-rata selama aliran	Numerik (Kontinu)	Berapa lama koneksi tetap aktif bertukar data
17.	Idle Mean	Durasi idle rata-rata selama aliran	Numerik (Kontinu)	Idle yang lama dapat menunjukkan aktivitas yang mencurigakan/laju rendah
18.	Label	Klasifikasi serangan/jinak	Kategorikal (Nominal)	Variabel target untuk analisis dan visualisasi

BAB 2 – STATISTIK DESKRIPTIF DAN VISUALISASI DATA

A. Statistika Deskriptif

1. Data Set 1 – Lalu-Lintas Normal

Tabel 2 – Statistik Deskriptif Data Set 1

No	Nama Label	Rata-rata	Standar Deviasi	P10	P25	Median	P75	P90	Max	Min
1.	Flow Duration	1038927 1.16	2875192 7.25	39	176	31303	355744. 75	4420448 5.90	119999987	-1
2.	Total Fwd Packets	10.39	892.41	1	2	2	4	13	219759	1
3.	Total Backward Packets	11.51	1173.32	0	1	2	3	11	291922	0
4.	Flow Bytes/s	1613266 .79	2462766 0.87	0.0	169.87	5556.26	236794. 17	1769911 .5	207100000 0.0	-12000000.0
5.	Flow Packets/s	66238.0 2	235212. 31	0.57	19.22	114.48	21164.0 2	58823.5 3	3000000.0	-2000000.0
6.	Fwd Packet Length Mean	50.78	91.99	0.0	6.0	38.0	53.0	93.86	4638.92	0.0
7.	Bwd Packet Length Mean	164.9	277.06	0.0	0.0	81.0	164.0	485.89	2976.32	0.0
8.	SYN Flag Count	0.06	0.24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
9.	ACK Flag Count	0.31	0.46	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0
10.	Down/Up Ratio	0.64	0.55	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	108.0	0.0
11.	Average Packet Size	116.61	166.17	0	9	75.75	126.5	289.78	3684	0
12.	Active Mean	68434.8 2	587232. 21	0	0	0	0	63208.3 8	101659665	0
13.	Idle Mean	3463917 .94	1297056 7.22	0	0	0	0	9958582 .53	119999735	0

Pada dataset yang dianalisis, ditemukan beberapa anomali data seperti nilai negatif pada kolom *Flow Duration*, *Flow Bytes/s*, dan *Flow Packets/s*, yang secara logis tidak masuk akal karena durasi dan kecepatan seharusnya bernilai positif. Hal ini menunjukkan perlunya proses pembersihan data (*data cleaning*) sebelum dilakukan analisis lebih lanjut.

Distribusi protokol dalam dataset didominasi oleh TCP (protokol 6) dan UDP (protokol 17), sesuai dengan karakteristik umum lalu lintas jaringan. Sebagian besar flow bersifat pendek, dengan rata-rata jumlah paket per flow berkisar 10–11, namun terdapat standar deviasi yang tinggi, mengindikasikan keberadaan beberapa flow dengan jumlah paket yang sangat besar (outlier). Analisis terhadap flag TCP menunjukkan bahwa sebagian besar flow tidak memulai koneksi baru (rata-rata SYN flag rendah), namun banyak yang berada dalam fase komunikasi (ACK flag relatif lebih sering muncul), yang bisa dimanfaatkan untuk mendeteksi pola serangan seperti SYN flood atau koneksi abnormal.

Dari segi ukuran paket, rata-rata panjang paket arah maju (forward) dan balik (backward) tergolong kecil, namun terdapat nilai maksimum yang sangat tinggi, menunjukkan bahwa sebagian kecil flow membawa data dalam jumlah besar. Waktu aktif dan idle juga menunjukkan distribusi yang ekstrem, dengan sebagian besar flow memiliki durasi aktif sangat singkat namun waktu idle yang sangat panjang, yang bisa menjadi indikator serangan

berbasis botnet atau aktivitas mencurigakan lain. Selain itu, nilai *Down/Up Ratio* sebagian besar berada di angka 1, menandakan lalu lintas dua arah yang seimbang, namun nilai maksimum yang sangat tinggi menunjukkan adanya flow yang hanya mendownload atau mengupload secara ekstrem, yang bisa mengindikasikan serangan seperti DoS atau pencurian data (*data exfiltration*).

2. Data Set 2 – Lalu-Lintas Serangan

Tabel 3 – Statistik Deskriptif Data Set 2

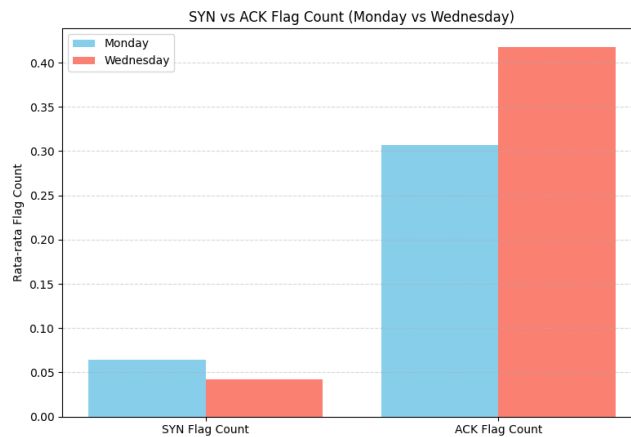
No	Nama Label	Rata-rata	Standar Deviasi	P10	P25	Median	P75	P90	Max	Min
1.	Flow Duration	2800168 0.75	4276677 1.33	5	201	61437	830240 373	994179 61.8	119999 998	-1
2.	Total Fwd Packets	9.56	747.20	1	2	2	7	10	203943	1
3.	Total Backward Packets	10.213	984.20	0	1	2	6	8	272353	0
4.	Flow Bytes/s	1729533 .08	2961563 6.04	0.0	102.79	515.51	18702.2 6	127777 7.78	207000 0000.0	- 120000 00.0
5.	Flow Packets/s	99631.5 1	323148.8 5	0.13	0.28	63.00	18181.8 2	500000. 0	300000 0.0	- 200000 0.0
6.	Fwd Packet Length Mean	60.64	157.74	0.0	6.0	41.0	56.8	99.022	4640.76	0.0
7.	Bwd Packet Length Mean	552.75	797.75	0.0	0.0	102.0	929.0	1932.5	4370.69	0.0
8.	SYN Flag Count	0.04	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
9.	ACK Flag Count	0.42	0.49	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0
10.	Down/Up Ratio	0.56	0.57	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	43.0	0.0
11.	Average Packet Size	305.66	398.05	0	9	91.0	696.07	926.23	2612	0
12.	Active Mean	92244.7 8	700704.8 9	0	0	0	991	29476.8 3	100000 000.0	0
13.	Idle Mean	2211121 8.77	3812415 3.51	0	0.0	0	159000 00	983000 00	120000 000	0

Pada hari Rabu selama jam kerja terlihat lonjakan aktivitas jaringan yang signifikan dibanding hari Senin. Jumlah flow meningkat dari sekitar 529 ribu menjadi 691 ribu, menandakan peningkatan trafik hampir 30 %. Selain itu, durasi rata-rata tiap flow naik tajam dari sekitar 10 juta milidetik menjadi 28 juta milidetik, sementara nilai median juga melonjak dari 31 ribu milidetik menjadi 61 ribu milidetik. Kombinasi flow yang lebih panjang dan jumlah flow yang banyak ini menunjukkan bahwa pada pertengahan minggu pengguna lebih sering menjalankan sesi jaringan yang tahan lama, mungkin karena aktivitas seperti streaming atau transfer file besar.

Lebih lanjut, meski total paket per flow (baik maju maupun mundur) sedikit menurun, laju paket per detik naik substansial, dari rata-rata 66 ribu pps di Senin menjadi hampir 100 ribu pps di Rabu, mengindikasikan burst trafik yang lebih agresif. Ukuran paket rata-rata pun membesar, terutama packet dari server ke client yang melonjak rata-rata dari 165 byte menjadi 553 byte, sehingga rata-rata keseluruhan paket naik dari 117 byte menjadi 306 byte. Di Rabu juga tercatat lebih sedikit koneksi baru (SYN) tetapi lebih banyak pengakuan (ACK), menegaskan penggunaan koneksi yang lebih lama dan persisten. Periode aktif tiap flow sedikit lebih panjang, sedangkan periode idle melonjak drastis: idle mean naik dari sekitar 3,5 juta milidetik menjadi lebih dari 22 juta milidetik. Hal ini menyiratkan bahawa banyak sesi menunggu data dalam waktu lama. Secara keseluruhan, pola ini mencerminkan dominasi transfer data besar dan sesi nonstop di pertengahan minggu.

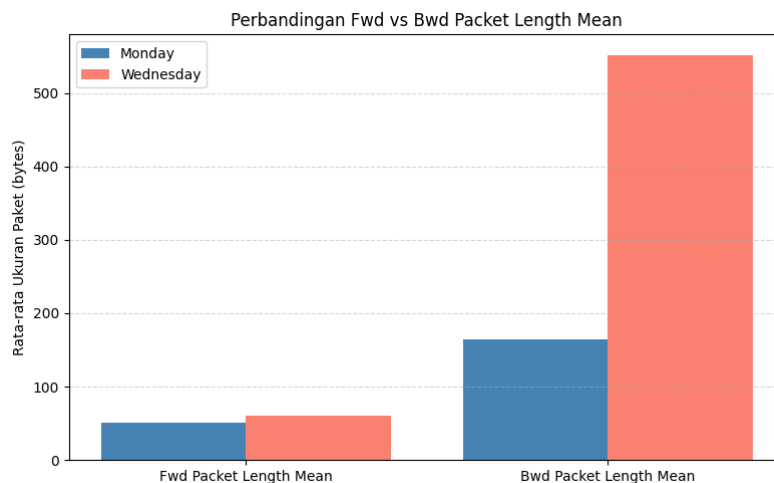
B. Visualisasi Data

1. Perbandingan Kategori



Bagan 1 – Perbandingan Chart Rata-rata SYN dan ACK Flag Count pada Hari Senin dan Rabu

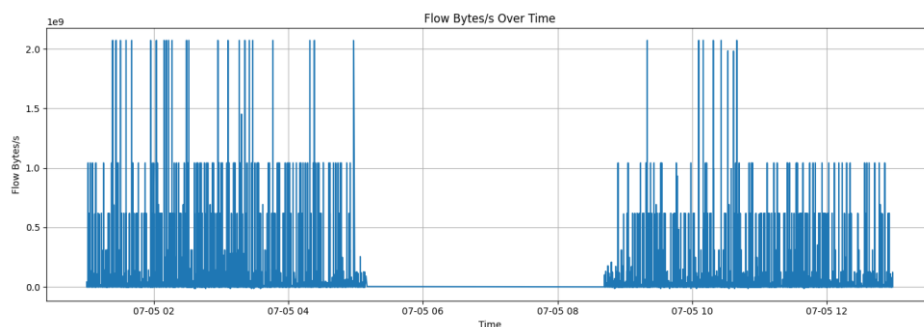
Grafik ini menunjukkan perbedaan jumlah rata-rata flag SYN dan ACK antara Hari Senin dan Rabu. Terlihat bahwa pada Hari Rabu, terjadi peningkatan signifikan pada ACK Flag Count dibandingkan Hari Senin, yang bisa mengindikasikan lebih banyak koneksi yang terkonfirmasi. Sementara SYN Flag Count tetap rendah dan stabil.



Bagan 2 – Grouped Bar Chart Rata-rata Fwd dan Bwd Packet Length Mean pada Hari Senin dan Rabu

Terlihat bahwa pada Hari Rabu terjadi lonjakan signifikan pada rata-rata panjang paket backward dibandingkan Monday. Hal ini dapat menunjukkan pola transfer data besar dari server ke klien atau potensi serangan DDoS.

2. Perubahan Terhadap Waktu

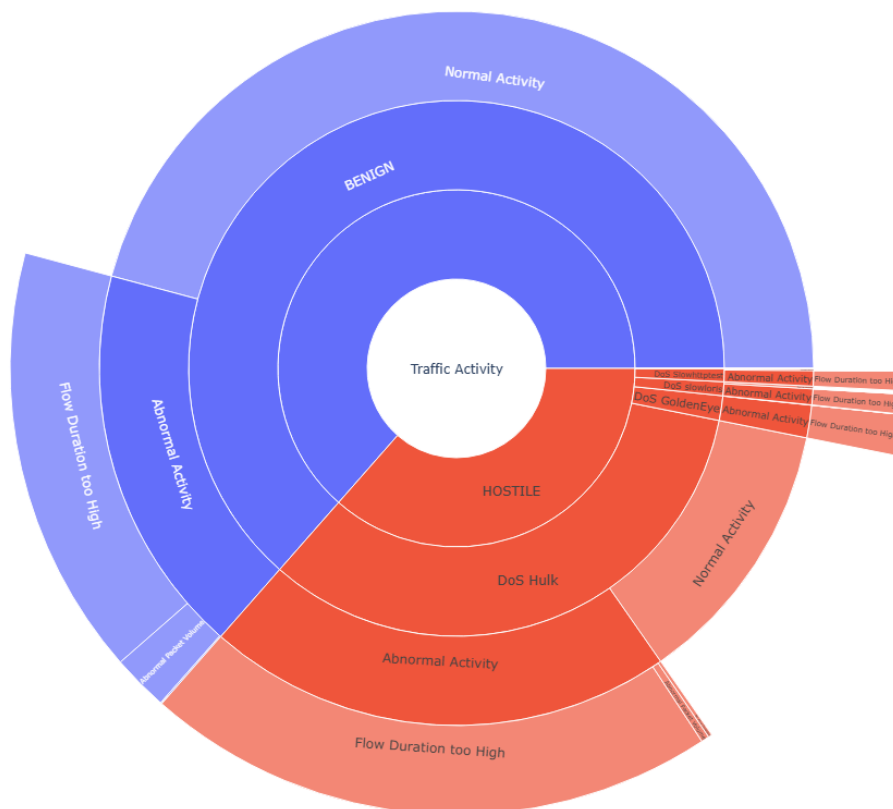


Bagan 3 – Perbandingan Flow Byte Terhadap Waktu

Sumbu horizontal (x) merepresentasikan waktu dengan format Bulan-Tanggal dan Waktu, sedangkan sumbu vertikal (y) menunjukkan jumlah *Flow Bytes/s* dalam satuan byte per detik. Dari grafik ini, terlihat adanya fluktuasi yang signifikan pada jumlah *Flow Bytes/s* sepanjang waktu. Terdapat beberapa puncak aktivitas yang tinggi, yang kemungkinan menunjukkan adanya pola lalu lintas jaringan yang tidak biasa atau serangan siber. Di sisi lain, terdapat juga periode dengan aktivitas rendah atau mendekati nol, yang mungkin mencerminkan waktu idle atau minimnya aktivitas jaringan.

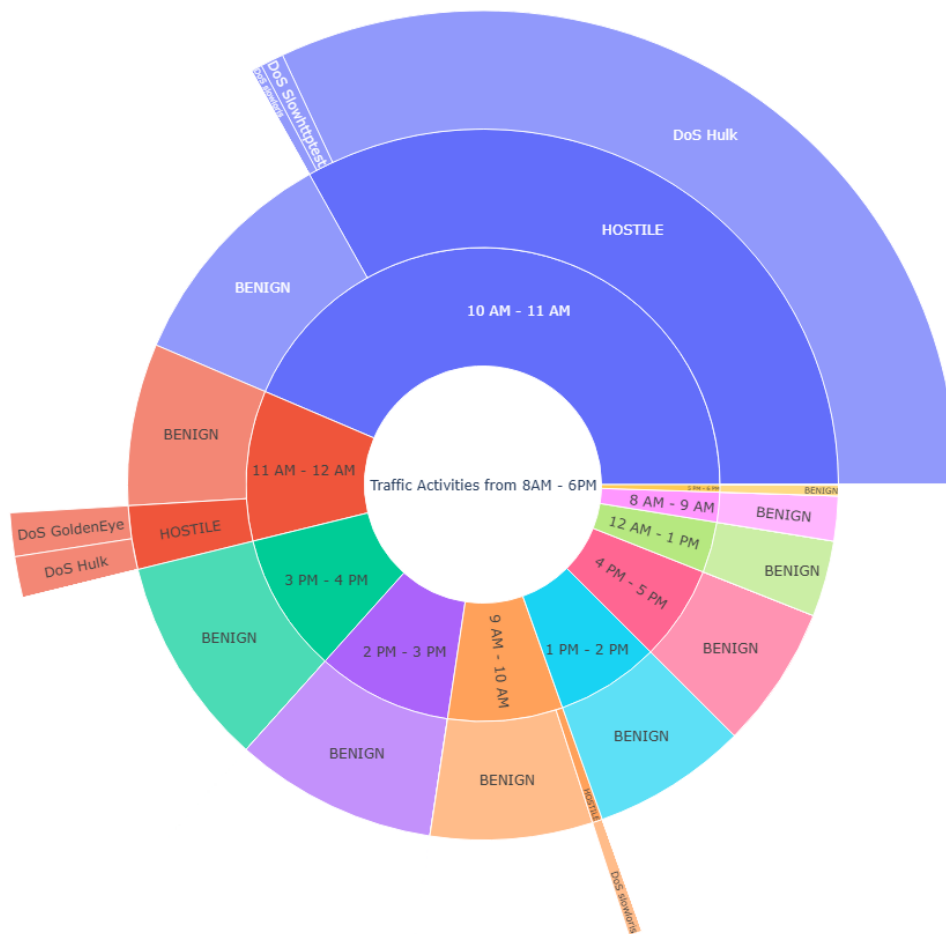
3. Hierarki dan Hubungan Keseluruhan-Bagian

Hierarki Aktivitas Lalu Lintas di Hari Rabu 5 Juli 2017



Bagan 4 - Penyebab Gangguan Aktivitas Lalu Lintas

Dari gambar dapat terlihat bahwa penyebab utama dari gangguan lalu lintas yang muncul pada tanggal 5 Juli 2017 adalah serangan dari DoS Hulk yang aktivitas abnormalnya ditandai dengan Flow Duration yang terlalu tinggi. Grafik tersebut juga memperlihatkan bahwa secara umum sebagian besar aktivitas abnormal disebabkan oleh Flow Duration yang terlalu tinggi. Untuk menentukan apakah aktivitas normal atau abnormal, digunakan batas atas pencilaan dari data di hari Senin sebagai basis data pada saat aktivitas normal.

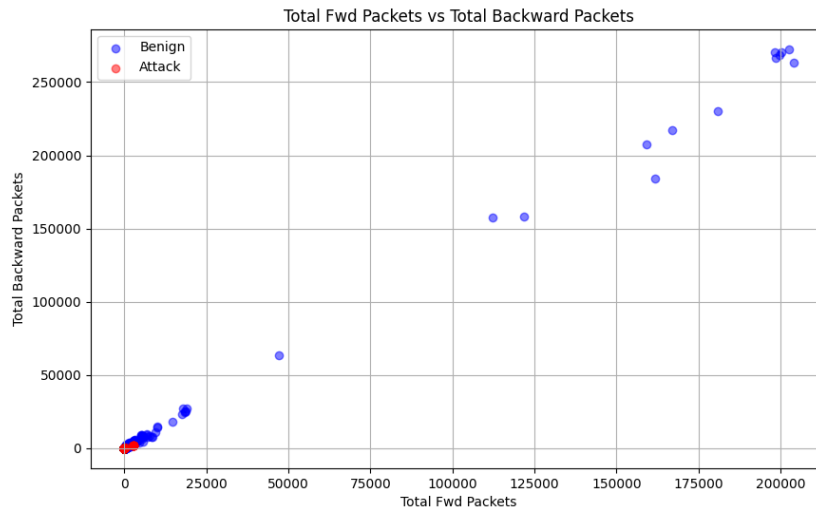


Bagan 5 - Aktivitas Lalu Lintas Pada Selang Waktu 08.00 - 16.00

Dari gambar dapat terlihat bahwa selang waktu yang memiliki serangan yang terdeteksi paling banyak proporsional dengan banyak data yang diambil adalah selang waktu jam 10 pagi hingga jam 11 pagi. Jenis DoS yang mendominasi selang waktu tersebut merupakan DoS Hulk. Dari grafik ini dapat diketahui selang waktu serangan yang dilakukan oleh setiap jenis DoS.

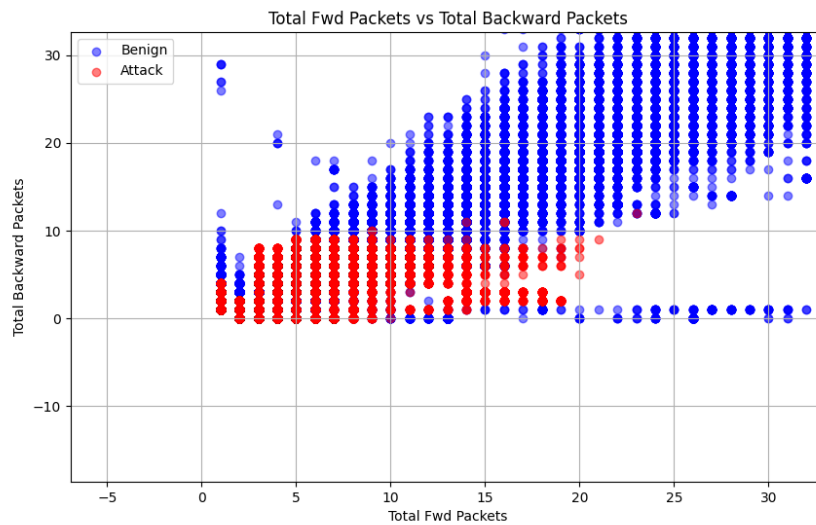
4. Plotting Relationships

Dalam proses visualisasi data khususnya plotting relationship, masing-masing baris data dikelompokkan berdasarkan atribut 'Label' pada dataset. Kelompok pertama merupakan data dengan atribut Label bernilai "BENIGN" yang merujuk pada jaringan normal dan ditandai dengan plot berwarna biru (Benign) dan "tidak BENIGN" yang merujuk pada serangan dalam jaringan dan ditandai dengan plot berwarna merah (Attack). Data yang digunakan secara umum berasal dari file *csv* pada hari Rabu karena memiliki atribut label yang mengindikasikan serangan jaringan dan penggunaan jaringan normal sekaligus. Proses visualisasi dilakukan dengan bantuan Python. Berikut merupakan hubungan-hubungan yang cukup mencolok dari berbagai atribut yang telah dikombinasikan.



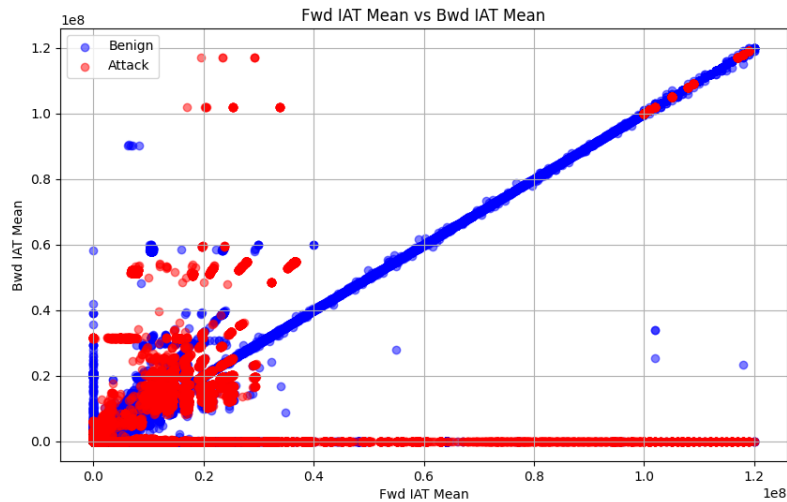
Bagan 6 - Scatter Plot Total Forward Packets dan Total Backward Packets pada Dataset 2

Plotting relationship yang pertama merujuk pada visualisasi hubungan *Total Forward Packets* dengan *Total Backward Packets*. *Total Forward Packets* merujuk pada seberapa banyak paket yang dikirim oleh *client* kepada *server*, sementara *Total Backward Packets* merujuk pada total paket jaringan yang dikirimkan oleh *server* kepada klien yang umumnya berupa *acknowledge* atau konfirmasi atas permintaan yang diajukan oleh *client*. Berdasarkan data tersebut didapatkan informasi bahwa, pada umumnya serangan jaringan dilaksanakan dengan proporsi *Total Forward Packets* dan *Total Backward Packets* yang cenderung rendah dibandingkan dengan penggunaan jaringan normal pada umumnya. Pernyataan ini dapat dilihat lebih jelas melalui perbesaran berikut.



Bagan 7 - Zoom In Scatter Plot Total Forward Packets dan Total Backward Packets pada Dataset 2

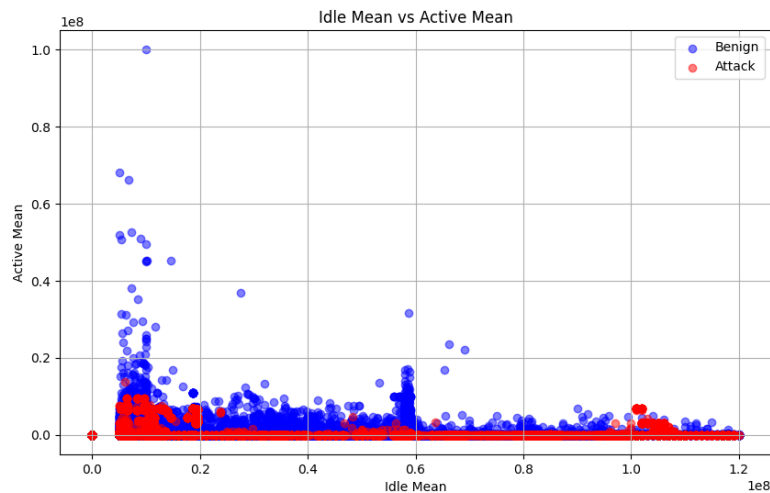
Dari data tersebut kita dapat melihat bahwa, pada umumnya serangan jaringan terjadi dengan proporsi *Total Forward Packets* yang berkisar pada 0-20 *packets* dan *Total Backward Packets* yang berkisar antara 0-10 *packets*. Walaupun demikian secara umum hubungan antara *Total Forward Packets* dengan *Total Backward Packets* memiliki korelasi positif.



Bagan 8 - Scatter Plot Forward IAT Mean dan Backward IAT Mean pada Dataset 2

Plotting relationship yang kedua merujuk pada visualisasi antara *Forward IAT Mean* dengan *Backward IAT Mean*. *Forward IAT Mean* adalah waktu rata-rata (dalam *microsecond*) yang dibutuhkan oleh masing-masing *forward packets* dalam satu *flow* jaringan yang sama. Sementara *Backward IAT Mean* adalah waktu rata-rata yang dibutuhkan oleh masing-masing *backward packets* dalam satu *flow* jaringan.

Berdasarkan data tersebut terdapat hubungan yang unik antara *Forward IAT Mean* dan *Backward IAT Mean* pada label *Benign* dan *Attack*. Label *Benign* memiliki kecenderungan korelasi positif antara *Forward IAT Mean* dan *Backward IAT Mean* walaupun pada rentang awal distribusinya yang kurang merata. Namun pada label *Attack* memiliki waktu respon server (*Backward IAT Mean*) yang cenderung sangat rendah. Hal ini mengindikasikan perilaku otomatis seperti *bot*, *bruteforce*, *DDoS attack*, dan lain sebagainya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa apabila korelasi antara *Forward IAT Mean* dan *Backward IAT Mean* bernilai 0, besar kemungkinan terjadi serangan jaringan.

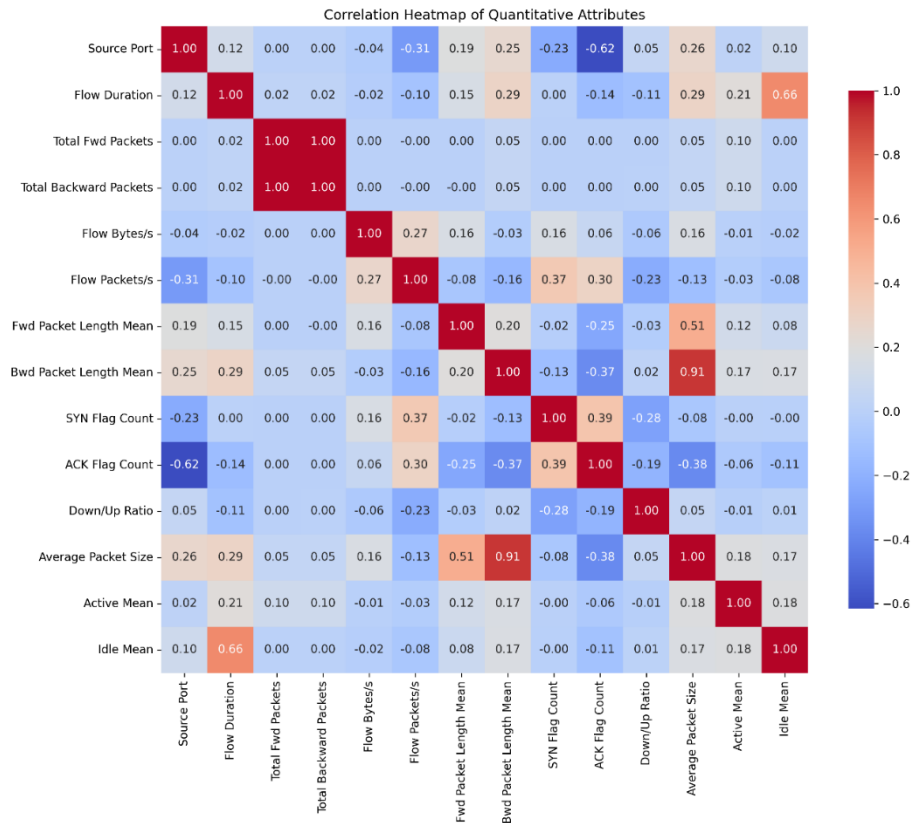


Bagan 9 - Scatter Plot Idle Mean dan Active Mean pada Dataset 2

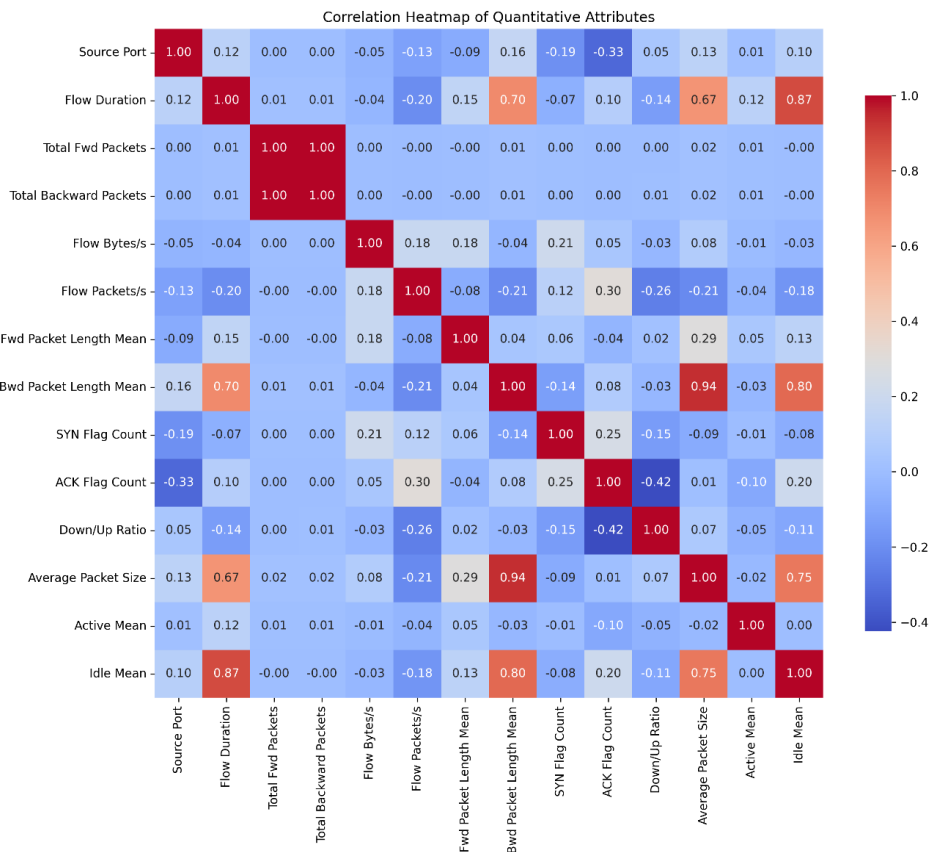
Plotting relationship yang ketiga memvisualisasikan hubungan antara *Idle Mean* dengan *Active Mean*. *Idle Mean* merujuk pada rata-rata lamanya aliran data terhenti/menganggur dari satu *flow* jaringan, sedangkan *Active Mean* adalah rata-rata lamanya waktu aktif dalam satu *flow* jaringan. Informasi yang bisa didapatkan dari visualisasi tersebut adalah secara umum, serangan jaringan terjadi pada *Active Mean* yang mendekati nol. Dengan kata lain semakin dekat *Active Mean* suatu jaringan dengan nol, semakin besar kemungkinan terjadi serangan jaringan.

BAB 3 – PENGOLAHAN DATA

A. Korelasi Data



Bagan 10 – Heat Map Korelasi pada Dataset 1



Bagan 11 – Heatmap Korelasi pada Dataset 2

Peta korelasi atribut kuantitatif pada dataset di atas menunjukkan hubungan linier antar variabel numerik yang dihitung menggunakan koefisien korelasi Pearson. Secara umum, korelasi dengan nilai mendekati +1 menunjukkan hubungan positif yang kuat, sementara nilai mendekati -1 menunjukkan hubungan negatif yang kuat. Dalam heatmap ini, ditemukan beberapa hubungan yang sangat signifikan. Misalnya, atribut Bwd Packet Length Mean memiliki korelasi sangat tinggi dengan Average Packet Size (0.94) dan Idle Mean (0.80), menandakan bahwa saat panjang rata-rata paket backward meningkat, ukuran rata-rata paket dan waktu idle juga cenderung meningkat. Selain itu, Flow Duration juga menunjukkan korelasi kuat dengan Idle Mean (0.87), Bwd Packet Length Mean (0.70), dan Average Packet Size (0.67), yang mengindikasikan bahwa aliran data yang berlangsung lebih lama berkaitan dengan ukuran dan waktu idle yang lebih besar.

Sebaliknya, terdapat juga korelasi negatif yang cukup kuat, seperti antara ACK Flag Count dan Down/Up Ratio (-0.42), serta antara Source Port dan ACK Flag Count (-0.33). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan jumlah flag ACK cenderung terjadi ketika rasio aliran data menurun atau ketika port tertentu digunakan. Di sisi lain, beberapa atribut seperti Total Fwd Packets, Total Backward Packets, dan Flow Bytes/s tampak memiliki korelasi yang rendah dengan sebagian besar atribut lain, yang menunjukkan bahwa mereka mungkin menyimpan informasi unik dan tidak redundant.

Berdasarkan hasil ini, analisis lanjutan dapat mempertimbangkan teknik reduksi dimensi atau pemilihan fitur (feature selection), terutama pada atribut yang memiliki korelasi sangat tinggi satu sama lain agar menghindari redundansi data. Sementara itu, atribut yang tidak terlalu berkorelasi bisa menjadi kandidat yang baik untuk fitur-fitur baru atau input pada model prediksi. Selain itu, pola korelasi seperti hubungan antara durasi aliran, jumlah flag ACK, dan rasio arah lalu lintas data dapat dimanfaatkan dalam deteksi anomali atau identifikasi serangan siber yang mungkin terjadi dalam jaringan.

B. Data Cleansing

Tabel 4 - Atribut Data Cleansing

Atribut yang Dihapus	Syarat	Alasan
Flow Duration	Nilai ≤ 0	Flow duration tidak mungkin dibawah atau sama dengan 0 karena merupakan interval waktu
Total Fwd Packets	Nilai ≤ 0	Total Fwd Packets tidak mungkin negatif karena merupakan jumlah
Total Backward Packets	Nilai ≤ 0	Total Backward Packets tidak mungkin negatif karena merupakan jumlah
Average Packet Size	Nilai ≤ 0	Ukuran Packet size tidak mungkin 0 karena dapat menyebabkan data error
Active Mean	Nilai ≤ 0	Waktu aktif harus positif, nilai ≤ 0 menunjukkan data tidak valid
Idle Mean	Nilai ≤ 0	Waktu idle tidak boleh nol atau negatif

C. Transformasi Data

Tranformasi data dilakukan pada dataset Monday-WorkingHours.pcap_ISCX.csv khususnya pada atribut “Down/Up Ratio”. Tipe data yang digunakan pada dataset tersebut adalah float64 sementara pada dataset Wednesday-WorkingHours.pcap_ISCX.csv digunakan tipe data int64 pada atribut yang sama. Walaupun menggunakan tipe data float64, dataset Monday-WorkingHours.pcap_ISCX.csv tetap menyimpan hasil berupa bilangan dengan desimal nol. Oleh karena itu dilakukan perubahan tipe data dari float64 menjadi int64 untuk mendukung konsistensi tipe data pada kedua dataset.

BAB 4 – ANALISIS DATA

A. Tahapan Regresi Linear

Untuk membangun model regresi linier, langkah-langkah yang kami lakukan sebagai berikut.

1. Menentukan variabel. Untuk regresi ini, kami mengambil variabel sebagai berikut:
 - a. Variabel independen (X): Total Fwd Packets
 - b. Variabel dependen (\hat{Y}): Flow Bytes/s
2. Hitung rata-rata, dengan rumus:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad \bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

3. Hitung koefisien kemiringan (β_1) dan perpotongan (β_0) dengan metode *ordinary least squares*:

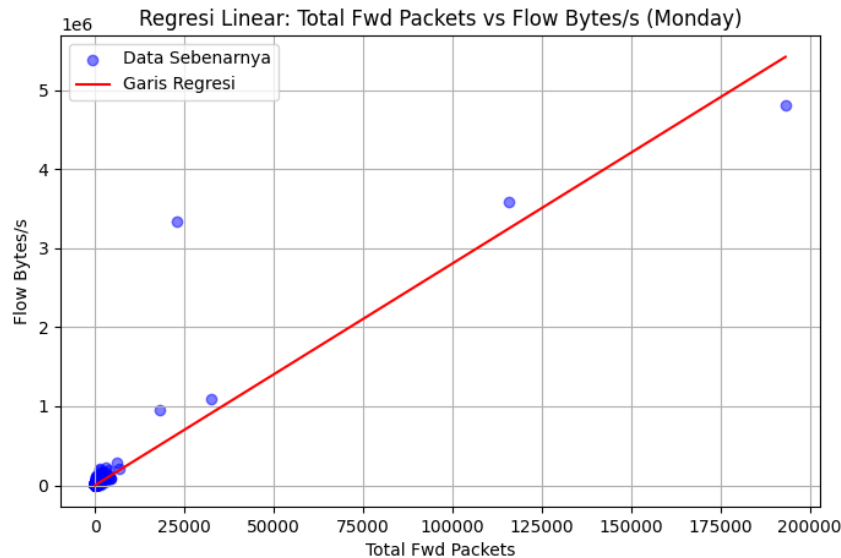
$$\beta_1 = \frac{\sum_i (x_i - \bar{X})(y_i - \bar{Y})}{\sum_i (x_i - \bar{X})^2}, \quad \beta_0 = \bar{Y} - \beta_1 \bar{X}$$

4. Buat persamaan regresi:

$$\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 X$$

B. Hasil Regresi

Dari tahapan regresi yang dilakukan tersebut, didapatkan hasil regresi sebagai berikut.



Bagan 12 - Regresi Linear Total Fwd Packets dan Flow Bytes/s pada Dataset 1

Dari fitting pada plot, terlihat data terpusat pada origin plus beberapa outlier di ujung kanan, dan diperoleh:

$$\beta_0 \approx 50\,000 \text{ dan } \beta_1 \approx 24$$

Sehingga persamaannya hasil regresi yang didapatkan adalah:

$$\hat{Y} = 50\,000 + 24 X$$

Dengan satuan X = jumlah forward packets, dan \hat{Y} = prediksi Flow Bytes/s.

C. Contoh Perhitungan

Misal kita punya sebuah flow dengan Total Fwd Packets $X = 5\,000$. Dari regresi linear yang dilakukan, dapat diprediksi flow bytes sebesar:

$$\begin{aligned}\hat{Y} &= 50\,000 + 24 \times 5\,000 \\ &= 50\,000 + 120\,000 \\ &= 170\,000 \text{ (Bytes/s)}.\end{aligned}$$

Jadi model memprediksi throughput sekitar **170 kB/s** untuk flow tersebut.

D. Interpretasi hasil

Dari model yang didapat, terlihat bahwa kemiringan adalah positif ($\beta_1 > 0$), menandakan makin banyak forward-packet, makin tinggi rata-rata *bytes per second*. Selain itu, perpotongan vertikal ($\beta_0 \approx 50\,000$ Bytes/s) menunjukkan bahwa meski tanpa paket forward, terdapat baseline throughput. Hal ini bisa terjadi karena overhead protokol atau capture error.

Karena banyak flow kecil berkumpul di dekat origin, namun ada beberapa outlier sangat besar (puluhan hingga ratusan ribu paket), fit secara keseluruhan banyak dipengaruhi titik-titik ujung, hal ini wajar terlihat sebagai garis lurus yang menautkan awan titik di origin ke outlier kanan atas. Meski begitu, hasil yang didapat masih kurang memuaskan pertanyaan penelitian. Hal ini mungkin karena korelasi yang rendah pada kedua variabel dan kecenderungan data untuk mengelompok di satu tempat.

BAB 5 – KESIMPULAN

Laporan ini berhasil menjawab pertanyaan utama: apakah terdapat perbedaan karakteristik lalu-lintas jaringan pada hari kerja normal (Senin) dan hari dengan aktivitas serangan (Rabu)? Melalui analisis statistik deskriptif dan visualisasi, terbukti bahwa:

- Volume flow pada Rabu meningkat $\approx 30\%$ dibanding Senin.
- Durasi flow rata-rata dan median lebih panjang $2-3\times$ lipat pada Rabu.
- Laju paket per detik (packets/s) naik tajam, meski total paket per flow sedikit menurun.
- Ukuran paket rata-rata, khususnya paket balik (backward), melonjak signifikan—menunjukkan trafik transfer data besar.

Dengan demikian, hipotesis tentang “lonjakan trafik dan sesi panjang pada hari serangan” terkonfirmasi. Selain itu, terdapat juga beberapa temuan lain pada dataset yang digunakan:

- **Anomali Data Negatif**
Beberapa fitur seperti Flow Duration, Flow Bytes/s, dan Flow Packets/s mengandung nilai negatif yang tidak valid secara fisik, menandakan perlunya data cleaning lebih ketat.
- **Korelasi Antar-Fitur**
Fitur Bwd Packet Length Mean, Average Packet Size, dan Idle Mean menunjukkan korelasi sangat kuat ($> 0,8$), menjadikannya kandidat utama untuk deteksi anomali.
- **Model Regresi Satu Variabel**
Persamaan regresi memperlihatkan peningkatan throughput ≈ 24 B/s per paket maju. Namun, pengaruh outlier dan nilai R^2 yang relatif rendah ($\leq 0,5$) menunjukkan bahwa model linier sederhana ini belum memadai untuk prediksi akurat pada seluruh rentang data.

LAMPIRAN

A. Pembagian Tugas Kelompok

No.	Nama	NIM	Pembagian Tugas
1.	Benedict Darrel Setiawan	13524057	Menghitung Statistika Deskriptif atribut Flow Duration, Total Fwd Packets, dan Total Backward Packets. Serta visualisasi hierarki dan hubungan keseluruhan bagian
2.	Marcel Luther Sitorus	13524063	Menghitung Statistika Deskriptif atribut SYN Flag, ACK Flag, dan Up/Down Ratio, serta visualisasi Scatter Plot.
3.	Muhammad Akmal	13524099	Menghitung Statistika Deskriptif, membuat Laporan, dan hubungan Perubahan terhadap Waktu, dan Regresi Linear serta Korelasi Data.
4.	Daniel Putra Rywandi S	13524143	Mengedit video, sisa Statistika Deskriptif, dan visualisasi perbandingan kateg

B. Source Code Program

[m-akma1/WI2002_Project_Lidia: Project Data Literacy and AI using CIC-IDS2017 Dataset.](#)

C. File Excel

Kami tidak mengupload file EXCEL karena ukuran data yang terlalu besar sehingga hanya melakukan pengolahan dan visualisasi data melalui Python.

D. Laporan Presentasi

https://www.canva.com/design/DAGop5xeNWM/UMuXdpGetUiZI0tKSzYSLA/edit?utm_content=DAGop5xeNWM&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton