

# **Analisis *Web Performance Load Test* Pada Situs Web PT Neptus Teknologi Indonesia Jakarta Setelah Menggunakan *Cloud Web Application Firewall (WAF)***

**Sulaeman Hadi Sukmana<sup>1</sup>, Deri Saputra<sup>2</sup>, Diah Puspitasari<sup>3</sup>, Qudsiyah Nur Azizah<sup>4</sup>, Erma Delima Sikumbang<sup>5</sup>, Kresna Ramanda<sup>6\*</sup>**

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Universitas Bina Sarana Informatika, Indonesia

e-mail: [sulaeman.sdu@bsi.ac.id](mailto:sulaeman.sdu@bsi.ac.id)<sup>1</sup>, [derisaputra100@gmail.com](mailto:derisaputra100@gmail.com)<sup>2</sup>, [diah.puspitasari@bsi.ac.id](mailto:diah.puspitasari@bsi.ac.id)<sup>3</sup>, [qudsyah.qna@bsi.ac.id](mailto:qudsyah.qna@bsi.ac.id)<sup>4</sup>, [erma@bsi.ac.id](mailto:erma@bsi.ac.id)<sup>5</sup>, [kresna.kra@bsi.ac.id](mailto:kresna.kra@bsi.ac.id)<sup>6</sup>

## **Abstract**

Advances in information technology are increasing over time, the use of the internet has become a daily thing that is often done. All kinds of activities that take place every day some use an internet connection for the process. PT Neptus Teknologi Indonesia currently needs protection for the company's website to improve performance and avoid hacker attacks. Website security protection using Cloud Web Application Firewall (WAF) at PT Neptus Teknologi Indonesia is used to improve website performance which is not currently implemented. Currently, the performance of the company's website still gets insufficient marks in the criteria for a good website in testing using Pingdom Tools and GTMetrix and is not yet protected for security. The stages carried out start from making observations, preparing tools and materials, determining testing tools, installing and configuring the Cloud Web Application Firewall WAF and carrying out testing and data analysis. The results of the analysis that has been carried out show that the use of Cloud Web Application Firewall (WAF) for the performance of the neptus.co.id website is very beneficial because implementing cloud WAF can change the performance load and prevent attacks from hackers.

**Keywords:** Analysis Performance Load, Cloud Web Application Firewall (WAF), Website, Pingdom Tools, GTMetrix

## **Abstrak**

Kemajuan teknologi informasi semakin meningkat seiring berjalannya waktu, penggunaan internet menjadi keseharian yang sering dilakukan. Segala jenis kegiatan yang berlangsung setiap harinya beberapa menggunakan koneksi internet untuk prosesnya. PT Neptus Teknologi Indonesia saat ini membutuhkan proteksi untuk situs web perusahaan berfungsi untuk meningkatkan performa dan terhindar dari serangan peretas. Proteksi keamanan situs web menggunakan Cloud Web Application Firewall (WAF) pada PT Neptus Teknologi Indonesia digunakan untuk meningkatkan performa situs web yang saat ini belum diimplementasikan. Saat ini performa situs web perusahaan masih mendapatkan nilai yang kurang cukup dalam kriteria situs web yang baik dalam pengujian menggunakan Pingdom Tools dan GTMetrix serta belum terproteksi untuk keamanannya. Tahapan yang dilakukan dimulai dari melakukan observasi, mempersiapkan alat dan bahan, penentuan tools pengujian, pemasangan dan konfigurasi Cloud Web Application Firewall WAF dan dilakukan pengujian dan analisa data. Hasil dari analisis yang telah dilakukan, penggunaan Cloud Web Application Firewall (WAF) untuk performance situs web neptus.co.id sangat berfmanfaat karena dengan implementasi cloud WAF dapat mengubah performance load dan mencegah terjadinya penyerangan dari peretas.

**Kata kunci:** Analisis Performa Load, Cloud Web Application Firewall (WAF), Situs web, Pingdom Tools, GTMetrix



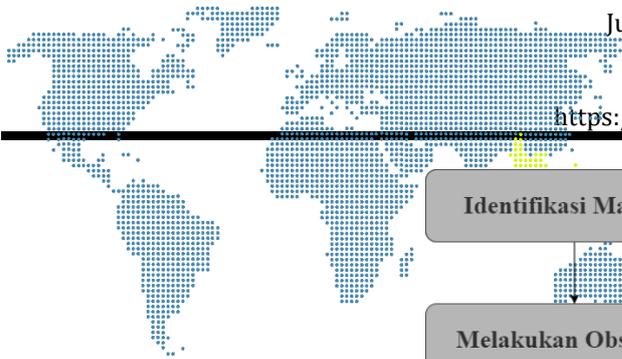
## 1. PENDAHULUAN

Pada saat ini kemajuan teknologi informasi semakin meningkat seiring berjalannya waktu, penggunaan internet menjadi keseharian yang sering dilakukan. Segala jenis kegiatan yang berlangsung setiap harinya beberapa menggunakan koneksi internet untuk prosesnya. Seperti berkomunikasi, bertukar informasi, melakukan pembelian secara online, dan melakukan permainan secara daring (game online), semua itu membutuhkan akses internet. Semakin luasnya penggunaan internet, maka tidak luput dari kejahatan siber yang akan terjadi. Penyerangan siber biasanya terjadi pada suatu situs web (website) yang berisi informasi penting. Karena situs web terdapat banyak data pribadi dan data penting yang tersimpan di dalamnya, maka keamanan dari sebuah website sangatlah dibutuhkan di era global saat ini agar terhindar dari serangan para peretas (hacker) yang mencoba meretas untuk mengambil keuntungan dan menyalahgunakan data dari isi yang terkandung di dalam website tersebut. Jejaring online menjadi suatu yang harus dipertimbangkan untuk segi keamanan suatu bangsa dari segala aspek, Indonesia menjadi katagori negara dengan penggunaan internet yang besar, secara langsung ancaman siber (cyber) dapat masuk ke dalamnya dan menyerang pertahanan siber di Indonesia [1]. Situs web berperan penting sebagai media bisnis maupun penyedia informasi dalam bentuk tampilan online yang menghubungkan tiap-tiap tampilan di dalamnya yang dibuat oleh pribadi maupun organisasi untuk memenuhi kebutuhan pengguna [2]. Performance merupakan suatu ukuran untuk memastikan software memiliki kinerja yang baik sesuai dengan semestinya dalam suatu prosesnya dalam bekerja [3]. Keamanan website adalah hal penting yang harus dimiliki oleh suatu organisasi maupun perusahaan agar keamanan data dalam website lebih aman sebagai tempat penyimpanan data [4]. Web Application Firewall (WAF) adalah perangkat penghubung yang tempatnya diantara web client dan web server, berfungsi untuk analisa suatu pesan dalam OSI layer 7 saat terjadinya pelanggaran keamanan yang telah diatur sebelumnya [5]. Cloud merupakan ruang virtual yang isinya terdapat kapasitas komputasi dan penyimpanan yang sangat luas, dapat juga disebut penyimpanan awan [6]. Web Application Firewall (WAF) dapat berfungsi untuk menyaring query yang muncul yang berpotensi membahayakan bagi keamanan situs web [7].

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan dalam *Analisis Web Performance Load Test* Setelah Menggunakan *Cloud Web Application Firewall (WAF)* Studi Kasus Pada Situs Web PT Neptus Teknologi Indonesia, dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Tahapan Penelitian

## 2.2. Instrument Penelitian

Instrument penelitian merupakan alat bantu yang digunakan untuk menunjang kegiatan penelitian dalam mengumpulkan data agar kegiatan menjadi sistematis dan dipermudah yaitu dengan wawancara dan menggunakan beberapa alat untuk *performance testing*. Berikut beberapa alat yang digunakan dalam penelitian, yaitu:

1. Perangkat Keras (*Hardware*) adalah Laptop Thinkpad T470 Core i5 RAM 16GB.
2. Perangkat Lunak (*Software*)
  - a. Sistem Operasi Windows 10
  - b. Chrome
  - c. *Website Cloud Web Application Firewall*
  - d. Pingdom Tools
  - e. GTMetrix
  - f. Speedtest

## 2.3. Pengumpulan Data

Beberapa data yang dipakai untuk penelitian kali ini adalah data yang didapat dari hasil proses wawancara menggunakan beberapa pertanyaan terkait permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini. Metode pengumpulan juga menggunakan beberapa alat yang digunakan untuk *performance testing* pada situs web [neptus.co.id](http://neptus.co.id). Dalam metode pengumpulan data keahlian untuk bisa dapat memperoleh sumber data sangat diperlukan terutama pada data yang bersifat rahasia, referensi sangat dibutuhkan untuk membuat kebijakan pada perusahaan

maupun perangkat yang akan diteliti bertujuan untuk mendapatkan data yang dibutuhkan.

## 2.4. Analisis Data

Metode analisis data kualitatif meliputi tiga tahapan antara lain reduksi data, data display dan penarikan kesimpulan. Langkah-langkah analisis data kualitatif yaitu sebagai berikut:

### a. Reduksi Data

Reduksi data merupakan penekanan yang terfokus pada data-data yang akan diteliti. Pada proses reduksi data dilakukan sejak pertanyaan telah dibuat sampai data tersebut diolah dan dikumpulkan. Untuk mendapatkan kesimpulan akhir maka harus dilakukan reduksi data.

### b. Data Display (Penyajian Data)

Data display bertujuan menyajikan data untuk mempermudah dalam memahami apa yang terjadi dan merencanakan proses selanjutnya dari apa yang telah dipahami dari data tersebut. Penyajian data dapat dilakukan dengan uraian, bagan, dan hubungan antar kategori.

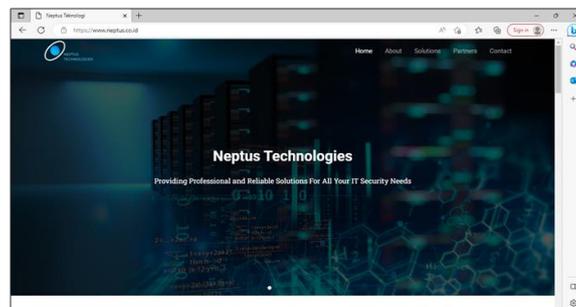
### c. Penarikan Kesimpulan

Pada langkah terakhir berdasarkan 3 langkah dalam analisis data kualitatif yaitu penarikan kesimpulan bertujuan untuk menjawab rumusan masalah dalam penelitian, atau mungkin juga tidak. Penarikan kesimpulan pada penelitian ini dalam masalah dan rumusan masalah pada penelitian kualitatif masih bersifat sementara dan akan berkembang setelah penelitian dilakukan di lapangan. Kesimpulan pada penelitian kualitatif merupakan temuan baru yang belum pernah ada sebelumnya.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Situs Web

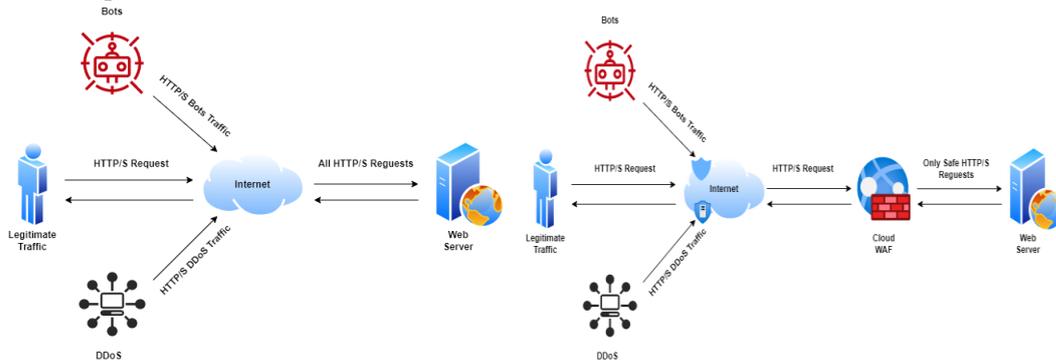
Situs web [www.neptus.co.id](http://www.neptus.co.id) adalah suatu situs web perusahaan yang berisikan mengenai profil tentang perusahaan, mulai dari informasi tentang perusahaan, produk dan jasa yang ditawarkan, rekan bisnis, histori klien dan kontak yang dapat dihubungi pada PT Neptus Teknologi Indonesia. Situs web ini menggunakan domain berbasis wordpress dengan alamat ip *public* 103.7.226.203 dan domain <https://www.neptus.co.id/>.



**Gambar 2.** Halaman depan situs web PT Neptus Teknologi Indonesia

### 3.2. Topologi Jaringan

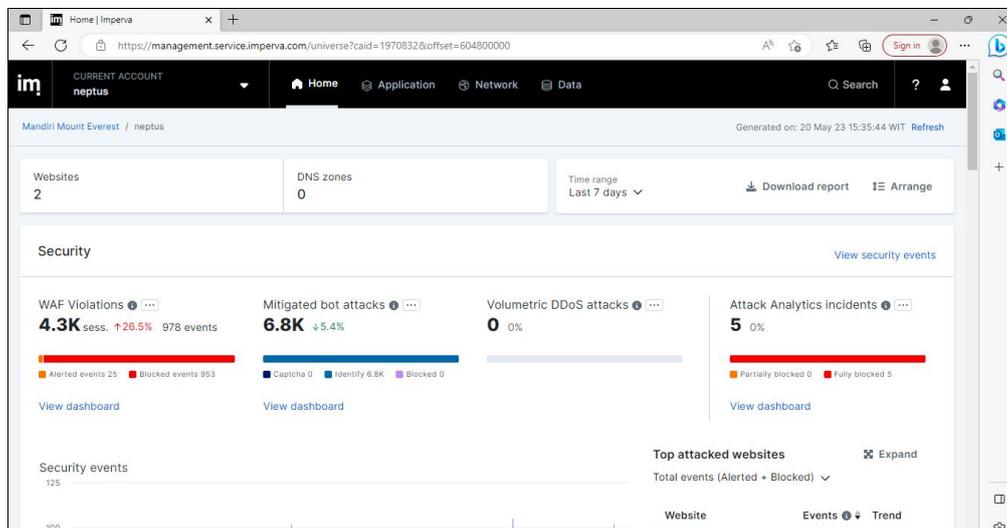
Pada penelitian ini sebelum memulai pemasangan cloud WAF pada situs web, maka akan dibuat terlebih dahulu desain topologi bagaimana proses lalu lintas internet akan menuju situs web tanpa menggunakan *cloud WAF* dan menggunakan *cloud WAF* pada penelitian yang akan diteliti. Topologi jaringan yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 3.



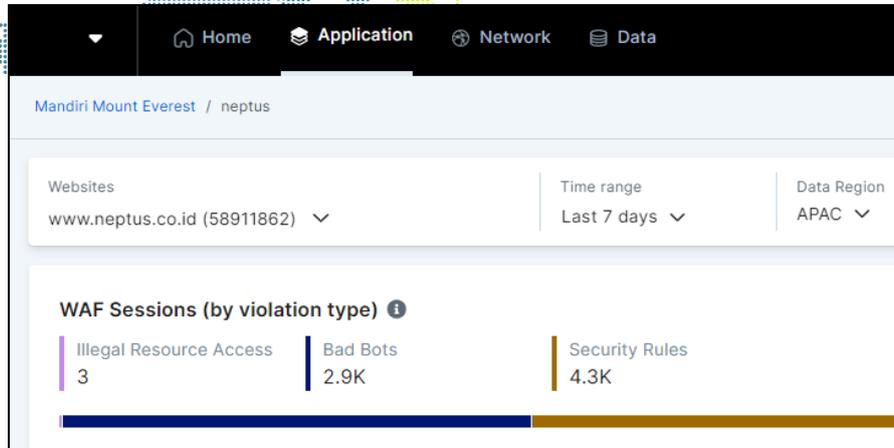
Gambar 3. Topologi tanpa dan menggunakan cloud WAF

### 3.3. Pemasangan dan Konfigurasi Cloud WAF

Untuk melakukan pemasangan dan konfigurasi *Cloud WAF*, perlu masuk pada platform situs web *Cloud WAF* Imperva. Langkah pertama yang akan dilakukan untuk memasangkan situs web adalah *login* ke platform Imperva *Cloud*.



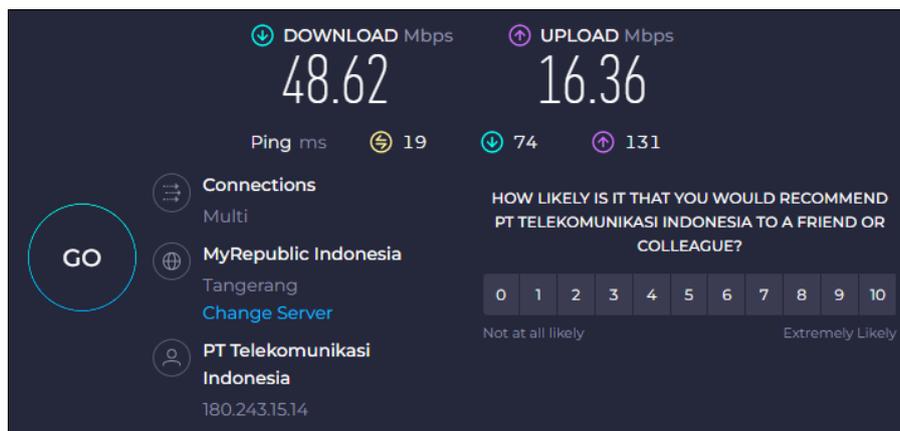
Gambar 4. Dashboard Console Cloud WAF



**Gambar 5.** Situs web terpasang

### 3.4. Pengujian

Sebelum dilakukannya pengujian, perlu dilakukan test kecepatan akses internet untuk memastikan pada saat dilakukannya pengujian proses dapat berjalan lancar dan mendapatkan hasil yang akurat.

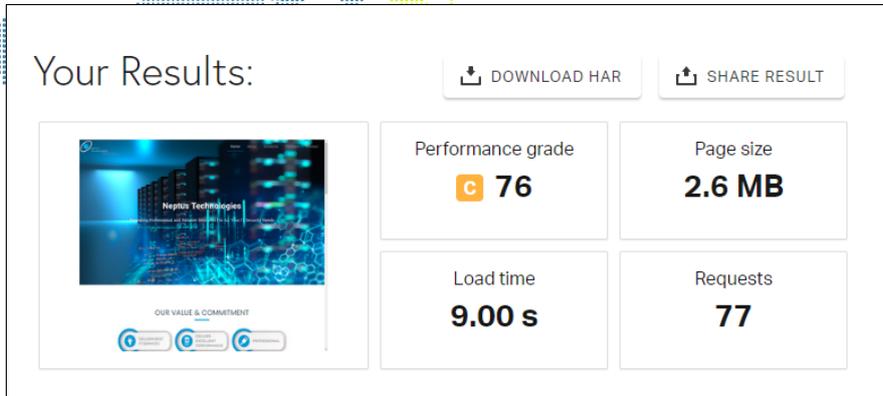


**Gambar 6.** Test kecepatan akses internet pada saat pengujian

Proses dilakukannya pengujian yaitu dengan cara memasukan alamat situs web dari PT Neptus Teknologi Indonesia pada form url yang terdapat pada halaman situs web GTMetrix dan Pingdom Tools. Pengujian yang akan dilakukan memiliki 2 proses pengujian, yaitu sebelum menggunakan *Cloud WAF* dan sesudah menggunakan *Cloud WAF*.

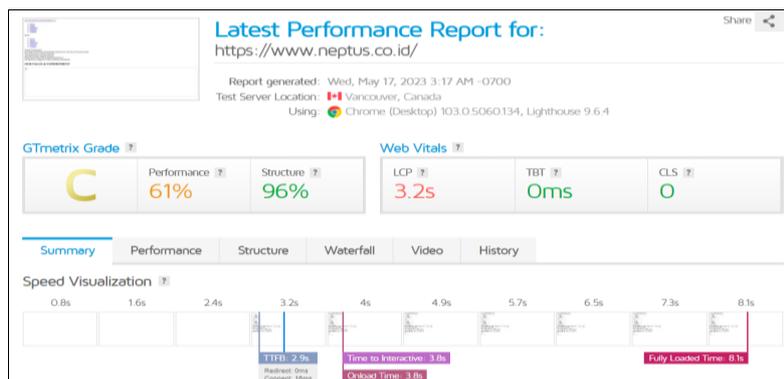
### 3.5. Pengujian Tanpa Cloud WAF

Proses pengujian akan dilakukan pada server situs web dengan domain <https://www.neptus.co.id/> yang memiliki IP server 103.7.226.203.

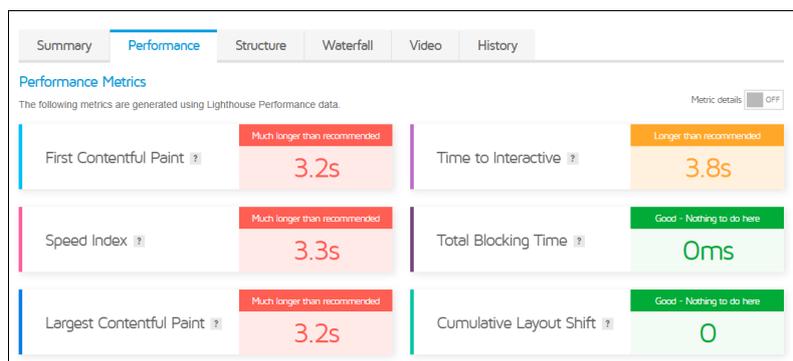


**Gambar 7.** Hasil pengujian Pingdom Tools tanpa menggunakan WAF

Pada pengujian menggunakan Pingdom *Tools* menghasilkan nilai *performance grade* sebesar 76 dengan grade C dengan *load time* 9.00s dengan total request sebanyak 77. Berdasarkan hasil yang didapatkan pada pengujian menunjukan situs web neptus.co.id sudah cukup baik.



**Gambar 8.** Hasil pengujian GTMetrix tanpa menggunakan WAF



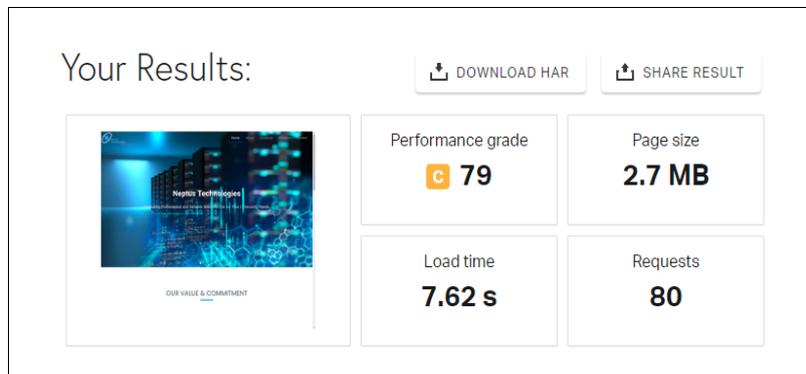
**Gambar 9.** Hasil pengujian GTMetrix Performance tanpa WAF

Pada hasil pengujian menggunakan GTMetrix *tools* situs web neptus.co.id mendapatkan nilai performance 61% dengan grade C. Kesimpulan yang didapat berdasarkan pengujian menggunakan GTMetrix dan Pingdom *tools* tanpa WAF menghasilkan performa situs web yang cukup baik, dari segi performa dan *load*

*time*. Tetapi dari hasil performa dan *load time* tersebut belum dapat mengamankan situs web dari kerentanan dan serangan peretas.

### 3.6. Pengujian Menggunakan Cloud WAF

Setelah cloud WAF dipasangkan dan dikonfigurasi, maka semua *traffic* yang mengakses menuju alamat IP 103.7.226.203 dengan domain <https://www.neptus.co.id/> akan dialihkan melalui alamat IP yang diberikan oleh *cloud* WAF yaitu 45.223.19.151 dengan domain [olvns8.x.incapdns.net](https://www.olvns8.x.incapdns.net) dimana alamat IP tersebut adalah alamat IP Imperva yang langsung terhubung ke internet. Maka semua *traffic* yang mengakses situs web dengan alamat IP dan domain asli dari situs web PT Neptus Teknologi Indonesia akan melalui *cloud* WAF Imperva.

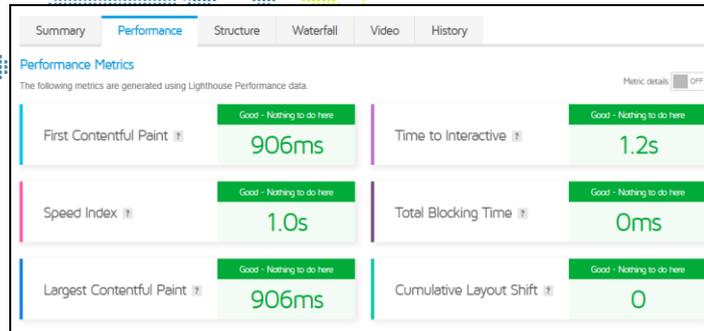
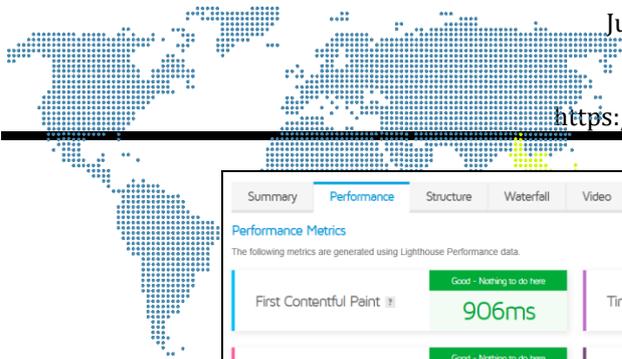


**Gambar 10.** Hasil pengujian Pingdom Tools dengan menggunakan WAF

Pada hasil pengujian menggunakan Pingdom Tools menyatakan bahwa performace grade mendapatkan nilai 79 dengan grade C menghasilkan *loadtime* sebesar 7.62s dengan total 80 *request*. Untuk hasil pengujian hampir sama hanya memiliki sedikit perbedaan saja pada sisi *performance grade* dan *page size* pada pengujian tanpa *cloud* WAF, akan tetapi pada hasil *load time* mengalami perubahan menjadi 7.62s pada ketika menggunakan *cloud* WAF membutuhkan waktu *load time* yang sedikit lebih cepat dibandingkan tanpa menggunakan *cloud* WAF.



**Gambar 11.** Hasil pengujian GTMetrix dengan menggunakan cloud WAF



**Gambar 12.** Hasil pengujian Performance dengan menggunakan cloud WAF

Dari hasil pengujian performance website neptus.co.id yang sudah menggunakan *cloud WAF* dengan Pingdom Tools mendapatkan hasil dengan nilai *load time* pada Pingdom Tools mengalami peningkatan yaitu membutuhkan waktu lebih lama pada saat menggunakan *cloud WAF*, dan pada pengujian menggunakan GTMetrix Tools yang menggunakan *cloud WAF* menghasilkan *performance* lebih tinggi yaitu 98% dan nilai structure 87%. Nilai *performance metrics* yang dihasilkan ketika menggunakan *cloud WAF* juga menghasilkan nilai yang lebih baik pada indikator *performance metrics* memperoleh waktu untuk *load* situs web lebih cepat daripada tanpa menggunakan *cloud WAF*.

**Tabel 1.** Hasil pengujian Pingdom Tools

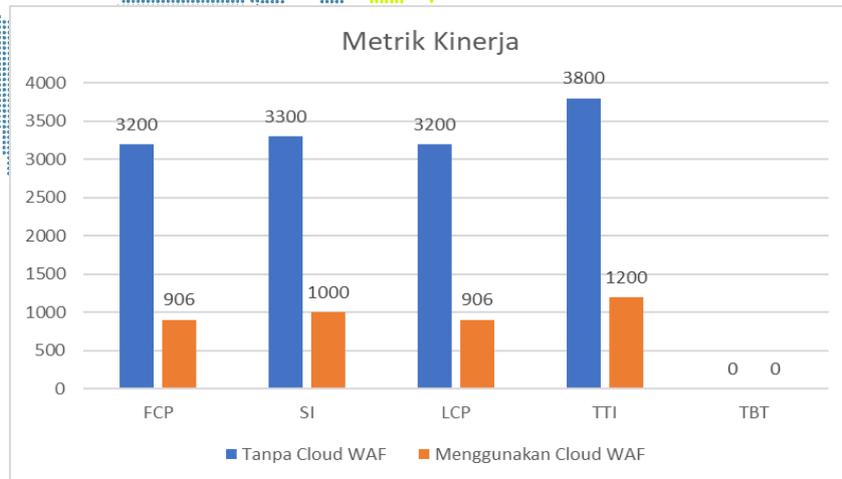
No.	Indikator	Keterangan	
		Tidak Menggunakan <i>Cloud WAF</i>	Menggunakan <i>Cloud WAF</i>
1.	<i>Performance Grade</i>	76 (C)	79 (C)
2.	<i>Page Size</i>	2.6 MB	2.7 MB
3.	<i>Load Time</i>	9.00 s	7.62 s
4.	<i>Request</i>	77	80

Berdasarkan Tabel 1, pada pengujian Pingdom tools menghasilkan peningkatan yaitu situs web jadi lebih cepat pada saat menggunakan *cloud WAF*.

**Tabel 2.** Hasil pengujian GTMetrix Tools

No.	Indikator	Keterangan	
		Menggunakan <i>Cloud WAF</i>	Tidak Menggunakan <i>Cloud WAF</i>
1.	<i>GTmetrix Grade</i>	A	C
2.	<i>Performance Score</i>	98%	61%
3.	<i>Largest Contentful Paint</i>	906ms	3.2s
4.	<i>Total Blocking Time</i>	0 ms	0 ms
5.	<i>Cumulative Layout Shift</i>	0	0

Pada pengujian GTMetrix tools menghasilkan bahwa pada hasil pengujian yang menggunakan *cloud WAF* mendapatkan hasil yang lebih baik daripada tanpa menggunakan *cloud WAF* terutama pada indikator *performance grade* naik menjadi 98% yang awalnya 61%.



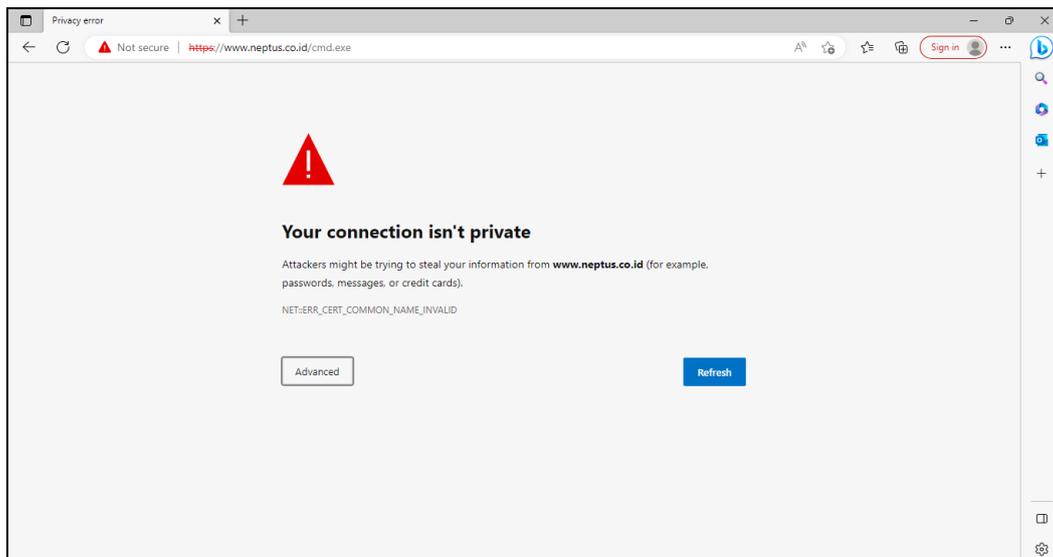
**Gambar 13.** Hasil pengujian Performance Metrics GTMetrix

Diagram menunjukkan secara detail hasil pengujian kinerja metrik situs web PT Neptus Teknologi Indonesia yang ditampilkan dalam bentuk diagram berdasarkan waktu (*milliseconds*). *First Contentful Paint* (FCP) adalah untuk mengukur seberapa cepat konten situs web ditampilkan. Pada pengujian tanpa menggunakan *cloud WAF* dibutuhkan waktu 3200 *milliseconds* untuk melihat tampilan situs web PT Neptus Teknologi Indonesia, sedangkan pada pengujian menggunakan *cloud WAF* hanya membutuhkan waktu 906 *milliseconds*. *Speed Index* (SI) berfungsi mengukur kinerja seberapa cepat konten halaman situs web dimuat. Pengujian tanpa *cloud WAF* membutuhkan waktu 3300 *milliseconds*, sedangkan pengujian dengan menggunakan *cloud WAF* hanya membutuhkan waktu 1000 *milliseconds*. *Largest Contentful Paint* (LCP) untuk mengukur lama waktu untuk memuat konten terbesar dari situs web. Pengujian tanpa *cloud WAF* membutuhkan waktu 3200 *milliseconds*, sedangkan pengujian dengan menggunakan *cloud WAF* hanya membutuhkan waktu 906 *milliseconds*. *Time to Interactive* (TTI) untuk mengukur tanggap situs web saat situs web memuat halaman. Pengujian tanpa menggunakan *cloud WAF* membutuhkan waktu 3800 *milliseconds*, sedangkan pengujian dengan menggunakan *cloud WAF* hanya membutuhkan waktu 1200 *milliseconds*. *Total Blocking Time* (TBT) untuk mengukur berapa banyak waktu yang diblokir selama pemuatan halaman. Pada pengujian tanpa menggunakan *cloud WAF* dan dengan menggunakan *cloud WAF* menunjukkan hasil 0 *milliseconds*.

### 3.7. Pengujian Peretasan Tidak Menggunakan Cloud WAF

Pada percobaan peretasan dengan memaksa masuk ke dalam *hacking tool*, situs web neptus.co.id menjadi tidak aman dengan bertuliskan “*Not secure*” dan peringatan “*Attackers might be trying to steal your information from www.neptus.co.id (for example passwords, messages, or credit cards)*”. Pada kasus seperti ini situs web menjadi sangat tidak aman, jika dilakukan penyerangan menggunakan DDoS yaitu dengan cara membanjiri request pada web server neptus.co.id secara massive di luar takaran yang dapat ditampung oleh web server

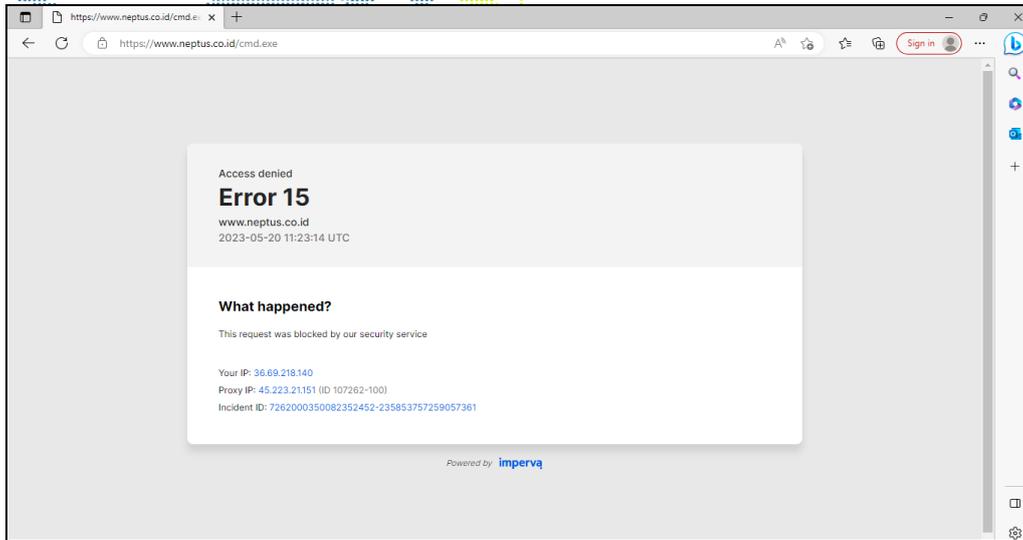
dalam melayani permintaan request lalu lintas internet yang masuk ke dalam *web server* yang menyebabkan *web server* menjadi *down*. Pada saat *web server* neptus.co.id menjadi *down* atau bisa disebut mati kerentanan akan timbul yang akan menjadi celah bagi peretas untuk masuk ke dalam *web server* dan mengambil segala jenis yang ada dalam situs *web* tersebut dengan mudah. Seperti mengambil informasi berharga, data penting, dan hal-hal penting lainnya yang akan menguntungkan peretas sebagai contoh dapat diambil dalam peringatan yang tertera pada Gambar di atas yaitu kata sandi, pesan berharga, dan kartu kredit.



**Gambar 14.** Hasil pengujian peretasan tanpa menggunakan cloud WAF

### 3.8. Pengujian Peretasan Tidak Menggunakan *Cloud WAF*

Pada pengujian yang menggunakan *cloud WAF* dapat dilihat perbedaannya yaitu situs *web* neptus.co.id diproteksi oleh *cloud WAF* Imperva yang berarti situs *web* sudah aman dari serangan yang biasa menyerang situs *web*. Pada percobaan peretasan yang dilakukan sama seperti percobaan peretasan tanpa menggunakan *cloud WAF* yaitu menggunakan *hacking tool*. Pada penjelasan di dalam Gambar yaitu situs *web* bertuliskan "Access denied" powered by Imperva, dan keterangan bertuliskan "This request was blocked by our security service" yang berarti request percobaan peretasan menggunakan *hacking tool* diblock oleh *cloud WAF* Imperva. Penjelasan detail juga tampil pada tampilan situs *web* neptus.co.id setelah diretas yaitu menampilkan detail IP penyerang, Proxy IP, dan Incident ID. Situs *web* dikatakan sudah aman dari serangan yang biasa menyerang situs *web* karena segala jenis penyerangan sudah dialihkan pada *cloud WAF* Imperva. Berarti segala jenis lalu lintas internet yang mengarah pada situs *web* asli neptus.co.id akan disaring terlebih dahulu oleh *cloud WAF* untuk membedakan mana serangan yang mengancam situs *web* dan mana lalu lintas sah yang akan diteruskan ke situs *web* neptus.co.id, jika serangan maka akan diblok dan tidak akan diteruskan ke situs *web* neptus.co.id.



**Gambar 15.** Hasil pengujian peretasan menggunakan cloud WAF

#### 4. SIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, maka manfaat penggunaan Cloud Web Application Firewall (WAF) untuk performance situs web neptus.co.id sangat bermanfaat karena dengan implementasi cloud WAF dapat mengubah performance load dan mencegah terjadinya penyerangan terhadap peretas. Penggunaan cloud WAF pada situs web neptus.co.id juga memberikan dampak Situs web menjadi cepat diakses, aman terhadap serangan yang biasa menyerang situs web, memiliki fitur CDN serta memiliki proteksi penyaringan lalu lintas internet sebelum masuk ke situs web asli. Selain dapat mempercepat akses situs web, penggunaan cloud WAF juga sangat mudah diimplementasikan dan digunakan setelah implementasi melalui platform berbasis cloud. Tetapi penggunaan cloud WAF ini dibidang cukup memakan biaya untuk menggunakan perangkatnya karena cukup mahal.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. C. Chotimah, "Tata Kelola Keamanan Siber dan Diplomasi Siber Indonesia di Bawah Kelembagaan Badan Siber dan Sandi Negara [Cyber Security Governance and Indonesian Cyber Diplomacy by National Cyber and Encryption Agency]," *J. Polit. Din. Masal. Polit. Dalam Negeri dan Hub. Int.*, vol. 10, no. 2, pp. 113–128, 2019, doi: 10.22212/jp.v10i2.1447.
- [2] I. Rochmawati, "Iwearup.Com User Interface Analysis," *Visualita*, vol. 7, no. 2, pp. 31–44, 2019, doi: 10.33375/vslt.v7i2.1459.
- [3] D. I. Permatasari, "Pengujian Aplikasi menggunakan metode Load Testing dengan Apache JMeter pada Sistem Informasi Pertanian," *J. Sist. dan Teknol. Inf.*, vol. 8, no. 1, p. 135, 2020, doi: 10.26418/justin.v8i1.34452.
- [4] A. Hermawan, T. Hartati, and Y. A. Wijaya, "Analisa Keamanan Data Melalui Website Zahra Software Menggunakan Metode Keamanan Informasi CIA Triad," *J. Inform. J. Pengemb. IT*, vol. 7, no. 3, pp. 125–130, 2022, doi: 10.30591/jpit.v7i3.3428.
- [5] G. Hendita and A. Kusuma, "3259-Article Text-11423-1-10-20220228 6," vol. 2, no. 2, pp. 1–4, 2021.

- [6] M. W. Habibi, A. Bhawiyuga, and A. Basuki, "Rancang Bangun IOT Cloud Platform Berbasis Protokol Komunikasi MQTT," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 2, pp. 479–485, 2018.
- [7] R. Hermawan, "Teknik Uji Penetrasi Web Server Menggunakan SQL Injection dengan SQLmap di Kalilinux," *STRING (Satuan Tulisan Ris. dan Inov. Teknol.*, vol. 6, no. 2, p. 210, 2021, doi: 10.30998/string.v6i2.11477.