IMPLEMENTASI MODULE GOOGLE PAGESPEED PADA APACHE WEB SERVER UNTUK MENINGKATKAN PERFORMA APLIKASI WEB

Muhammad Faizal Kurniawan¹⁾, Wahyu Setianto²⁾, Agus Ilyas³⁾ STMIK Widya Pratama Jl. Patriot No. 25 Pekalongan faizal@stmik-wp.ac.id, kian@stmik-wp.ac.id, agusilyas@stmik-wp.ac.id

Abstrak

Performa aplikasi web salah satunya dapat dipengaruhi dari konfigurasi web server yang tepat. Meskipun memiliki hardware dengan spesfikasi yang tinggi namun jika konfigurasinya tidak tepat maka performa aplikasi web yang ada di dalam web server tersebut tidak akan meningkat. Salah satu cara agar aplikasi web dapat diakses dengan cepat adalah dengan mengecilkan ukuran file yang di unduh dari web server ke browser pengguna. Selama ini developer web akan melakukan kompresi terhadap file-file gambar, js dan css sebelum diupload ke web server. Google Page Speed dalah sebuah modul ekternal yang dapat dikonfigurasikan ke dalam Apache web server untuk menggantikan tugas developer web dalam mengkompresi file-file sebelum diunggah. Fungsi dari modul ini ini adalah secara otomatis akan melakukan kompresi terhadap file-file gambar, css dan js secara realtime. Penelitian ini bertujuan untuk menguji performa aplikasi web sebelum dan setelah mengimplementasikan module Google Page Speed pada web server yang dalam penelitian ini menggunakan Apache Web Server.

Kata kunci: optimasi web, kompresi konten, web server

1. Pendahuluan

Seiring dengan meningkatnya layanan akses ke jaringan internet, maka semakin banyak aplikasiaplikasi berbasis web yang dibuat. Aplikasi berbasis web memiliki kelebihan dibandingkan dengan aplikasi desktop antara lain karena tidak perlu diinstall di perangkat pengguna dan proses update dapat perlu dilakukan. Portal berita, media sosial, game, aplikasi perkantoran hingga ecommerce sebagian besar tersedia dalam bentuk aplikasi web. Berbeda dengan aplikasi desktop yang terinstall langsung pada perangkat pengguna, aplikasi web disimpan didalam web server. Web server bertugas menjembatani kebutuhan pengguna dan aplikasi. Salah satu web server yang banyak digunakan adalah Apache.

Apache banyak digunakan karena kemudahan instalasi dan konfigurasinya. Seluruh file pada aplikasi web tersimpan di dalam web server dan pengguna aplikasi dapat mengakses melalui jaringan baik itu intranet maupun internet. Karena file-file pada aplikasi web tersimpan di dalam web server, maka cepat atau tidaknya loading sebuah aplikasi web dapat dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain: bandwith jaringan yang tersedia, spesifikasi dan konfigurasi web server dan perfoma dari aplikasi web itu sendiri.

penelitian telah dilakukan Berbagai untuk meningkatkan performa aplikasi web baik dari sisi jaringan, web server maupun teknik pemrogramannya. Salah satu cara meningkatkan kecepatan aplikasi web adalah dengan cara mengusahakan agar file-file assets (file gambar, css dan js) yang diakses oleh pengguna berukuran sekecil mungkin, karena semakin kecil filenya maka makin kecil bandwith yang dibutuhkan untuk mengaksesnya dan makin cepat pula loading aplikasinya. File-file dapat dikecilkan dengan cara melakukan kompresi sebelum diunggah di webserver, namun demikian cara ini tentunya memakan waktu dan tenaga bagi pada developer web.

Modul google page speed adalah sebuah module tambahan yang dapat diinstall pada web server. Saat ini modul page speed tersedia untuk Apache Nginx. Modul ini berfungsi untuk dan mengotomatisasi proses kompresi file assets. Modul page speed secara otomatis membuat potongan gambar sesuai dengan ukuran yang didefinisikan. Module page speed juga mampu melakukan kompresi dan caching terdapat file css dan js secara otomatis. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan modul google page speed pada Apache web server dan untuk menguji

performa aplikasi web sebelum dan setelah web server dikonfigurasi dengan modul ini.

Hipotesa dari penelitian ini adalah performa aplikasi web akan meningkat setelah google page speed diaktifkan. Namun kemungkinan peningkatan performa akan terjadi setelah web diakses pada kali kedua, sedangkan pada saat pertama diakses kemungkinan akan terjadi perlambatan karena ada proses kompresi dan caching yang dilakukan oleh module page speed. Proses pengujian akan dilakukan menggunakan metode pretest-postest dengan tool penggujian yaitu: GTMetrix dan Google PageSpeed Insight.

2. Metode Penelitian

2.1 Kerangka Pemikiran



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

2.2 Tahapan Eksperimen

Beberapa tahapan dilakukan dilakukan melakukan eksperimen, yaitu: (1) Persiapan (2) Instalasi dan Konfigurasi VPS (3) Pembuatan Halaman Uji (4) Pengujian

2.2.1 Persiapan

Pada tahap persiapan, dilakukan dengan mempersiapkan lingkungan server. Server yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- CPU 1 Core
- Memory 1024 MB
- SSD 20 GB
- OS : Debian 10

2.2.2 Instalasi dan konfigurasi VPS

Tahapan berikutnya adalah dengan melakukan instalasi dan konfigurasi VPS. Tahapan instalasi adalah:

Instalasi Apache 2.4, perintah untuk melakukan instalasi Apache 2.4 adalah sebagai berikut:

sudo apt-get install apache2

Instalasi Module PageSpeed, modul pagespeed dapat diunduh dilaman resmi Google Developer, yaitu dialamat url berikut: https://developers.google.com/speed/pagespeed/ module. Perintah yang digunakan untuk melakukan tahapan instalasi modul pagespeed adalah

wget https://dlssl.google.com/dl/linux/direct/mod-pagespeedstable_current_amd64.deb dgpk -i mod-pagespeedstable current_amd64.deb

2.2.2.1 Pembuatan Halaman Uji

Langkah berikutnya adalah dengan membuat halaman web sebagai bahan uji coba. Halaman yang dibuat memuat assets berupa gambar, css dan javascript.

2.2.2.2 Pengujian

Tahap terakhir adalah dengan melakukan pengujian pre test dan post test. Alat bantu pengujian menggunakan GTMetrix dan Google PageSpeed Insight, dimana akan dibanding performa halaman yang telah dibuat sebelumnya pada saat sebelum mengaktifkan modul pagespeed dan sesudah mengaktifkan modul pagespeed.

3. Hasil Sistem

Halaman uji coba yang dibuat pada penelitian ini adalah sebuah halaman web yang dibuat dengan format HTML yang memuat:

- Gambar yang berukuran antara 244 KB hingga 2 MB

- Non-compressed file css yang merupakan file bawaan dari Bootstrap dan juga menggunakan tema dari Bootwatch.

- Non-compressed file javascript yang merupakan file bawaan Boostrap dan juga tambahan JQuery.



Gambar 2. Halaman Uji

4. Pengujian

4.1. Uji Pre Test

Uji pre test dilakukan dengan mengukur halaman uji coba pada Apache 2.4 sebelum mengaktifkan modul PageSpeed. Berikut ini adalah hasil tangkapan layar dari GTmetrix dan Google PageSpeed Insight.



Gambar 3. Hasil Pre Test dengan GTmetrix

http://103.31.38.70:8080/	Analyz
. Mo	oblie Desktop
Discover what your real users are experience	sing
Learn how your site has performed, based on data from	your actual users around the world.
This URL Origin	
The Chi suff	No data found. come User Experience Report does not have cient real-world speed data for this page.
Diagnose performance issues See detailed analysis and recommendations from loadii	ng your site in a simulated environment.
This URL	
@ http://103.31.38.70.8080/	
Values are estimated and may vary. This performance as calculated and may vary. This performance access a calculated access through from these methods. 0 0-49 0-50 0-50	
METRICS	Expand vie
First Contentful Paint 0.9 S	Time to Interactive 0.9 S
Speed Index	 Total Blocking Time
2.1 s	0 ms
Largest Contentful Paint 1.2 s	Cumulative Layout Shift 0.667
Captured at Apr 7, 2022, 12:53 PM GMT+7 Captured at Apr 7, 2022, 12:54 PM GMT+7 Captu	sktop with Lighthouse 9.3.0 & Single page load tilling Ø Using HeadlessChromium 98.0.4758.102 with Ir
View Treemap	
PPOPTIVATIES Spontium Property size images Sovie images in next-gen formats	Show audits relevant to: Discussion 2005 EEE LLC: CO Extended Same 2.265 = 1.245 s
Eliminate render-blocking resources	0.68 s
Efficiently encode images	- 0.16 s -
i nese suggestions can help your page load faster. They don't directly affect the	Performance score.
DIAGNOSTICS	
▲ Serve static assets with an efficient cache policy - 10 resources	rces found
Image elements do not have explicit width and height	
Avoid enormous network payloads - Total size was 3,261 Ki	B
 Avoid chaining critical requests — 4 chains found 	
\odot . Keep request counts low and transfer sizes small -15 requ	ests - 3,261 KiB
 Largest Contentful Paint element = 1 element found 	
 Avoid large layout shifts — 5 elements found 	
 Avoid long main-thread tasks — 1 long task found 	

Gambar 4. Hasil Pre Test dengan Google PageSpeed Insight

Melihat hasil pre test dari kedua tools (GTmetrix dan Google PageSpeed Insight), terlihat ada salah 1 indikator yang direkomendasikan oleh kedunya yang berkaitan dengan penelitian ini yaitu properly size images. Hal disebabkan karena website uji coba menggunakan gambar dengan ukuran 1920x1080 tetapi hanya menampilkannya dengan ukuran lebar 270. Hal ini tentunya akan membuat loading halaman akan lambat, karena file gambar yang diunduh oleh browser tetap file gambar yang berukuran 1090x080. Idealnya jika jika gambar yang akan ditampilkan berukuran lebar 270 maka seharusnya gambar harus terlebih dulu di resize dengan ukurun lebar 270 juga. Harapannya dengan menggunakan modul PageSpeed gambar-gambar akan diresize terlebih secara

otomatis sesuai dengan ukuran yang didefinisikan sebelum ditampilkan ke browser.

4.2. Uji Post Test

Tahap Post Test dilakukan dengan terlebih dahulu mengaktifkan modul PageSpeed pada Apache dan mengaktifkan fungsi-fungsi yang berkaitan dengan optimasi file assets

<pre>IfModule pagespeed_module> # Turn on mod_pagespeed. To completely disable mod_pagespeed, you # can set this to "off". ModPagespeed on</pre>	
<pre># Direct Apache to send all HTML output to the mod_pagespeed # output handler. AddOutputFilterByType MOD_PAGESPEED_OUTPUT_FILTER text/html</pre>	
<pre># If you want mod_pagespeed process XHTML as well, please uncomment this # line. # AddOutputFilterByType MOD_PAGESPEED_OUTPUT_FILTER application/xhtml+xm</pre>	; 1

Gambar 5. Mengaktifkan Modul PageSpeed

<pre># Explicitly enables specific filters. This is useful in # conjuction with ModPagespeedRewriteLevel. For instance, filters # not included in the CoreFilters may be enabled using this # directive. This directive contains a comma-separated list of # filter names, and can be repeated. #</pre>
77
ModPagespeedEnableFilters rewrite_images
ModPagesneedEnableEilters rewrite javascrint rewrite css
Hour agespectel abier iters rewrite_javaser ipt, rewrite_cas
ModPagespeedEnableFilters collapse_whitespace,elide_attributes
ModPagespeedEnableFilters inline images resize images
The age of the second
ModPagespeedEnableFilters recompress_images
ModPagespeedEnableEilters combine javascript combine css
The agespected atter i compare_javaser ipt, compare_033

Gambar 6. Mengaktifkan Filter Modul PageSpeed

Setelah modul PageSpeed diaktifkan, ada beberapa perubahan yang terjadi ketika melihat source kode dari halaman uji yang dihasilkan di browser. Nama file javascript, css dan file gambar berubah. Hal ini dikarenakan sebelum ditampilkan dibrowser, modul PageSpeed akan mengoptimalkan ukuran gambar, css, javascript serta html.

<meta content="IE=edge" http-equiv="X-UA-Compatible"/>
<meta content="width=device-width, initial-scale=1.0" name="viewport"/>
<pre><link href="vendor/twbs/bootstrap/dist/css/A.bootstrap.css.pagespeed.cf.o7Q3W0kAWw.css" rel="stylesheet"/></pre>
k rel="stylesheet" href="assets/A.bootstrap.css.pagespeed.cf.kDt7V-0awR.css">
<script src="assets/jguery-3.6.0.js.pagespeed.jm.lTAlTkw2aV.js"></script>
<pre><scrint src="vendor/twbs/bootstran/dist/is/bootstran hundle is nadespeed in Aa5T2t444T is"></scrint></pre>

Gambar 7. File CSS dan Javascript dimampatkan oleh modul PageSpeed



Gambar 8. File gambar diresize oleh modul PageSpeed sesuai ukuran yang didefinisikan

Perubahan juga terjadi ketika halaman uji di test menggunakan GTmetrix dan Google PageSpeed Insight. Terlihat bahwa sebelum mengaktifkan modul PageSpeed, halaman uji coba mendapat skor C pada GTmetrix dan 75 pada Google PageSpeed Insight. Namun setelah modul PageSpeed diaktifkan, halaman uji mendapatkan skor A pada GTmetrix dan 95 pada Google PageSpeed Insight. Selain itu rekomendasi properly size images juga sudah muncul lagi. Hal ini dapat disimpulkan bahwa gambar yang di tampilkan dibrowser sudah optimal.

		Latest Pe	erforma 31.38.70:	nce R 8080/	leport 1	or:		
-		Report generated Test Server Location Using	: Thu, Apr 7, 20: : H Vancouver, I : 😨 Chrome (De	22 12:15 AM Canada sktop) 90.0.4	-0700 1430.212, Lighth	ouse 8.3.0		
GTmetrix	Grade 👔		Web Vit	als 1				
A	Performance 3 90%	Structure 1	LCP #	5			ols # 0.09	
Summary	Performance S	Structure Waterfall	Video H	listory				
Speed Visu	ualization 2							
					and the second	Property in the second	a see that the set	
-	TTFB: 410/115 Padleet: Dni Constal: 205ma Basharet: 205ma		First Contentful 9	ent 125 e 125	Largest Contentful Pe	int 1.6s	Onload Time: 2.1s	
Top Issues These audits an	TTE: 410ms Relevant fram Backward 200ms e identified as the top issues impart AUDIT	cling your performance.	First Contentful I	ent: 12s e: 12s	Largest Contentful Pe	in: 1.6s	Onload Time: 235	•
Top Issues These audits an IMPACT High	TITE: Stores	cling your performance. esources	First Contentful P	ent 125 e 125	Largest Contentful Pa	Foc	Onload Time: 235 Rely Loaded Time: 236 us on these audits fin	st
Top Issues These audits an IMPACT High Med-Low	ETERS SUMME Research 2000 e dentified as the top issues impar- Auerr Eliminate render-blocking o Use HTTP/2 for all resource	eting your performance. esources	First Coments (1)	ent 12s e 12s	Largest ConnentNi Pe	Focu Thes impa	Dikks Time: 2.5 P.& Losded Time: 2.5 us on these audits fin se audits likely have the kt on your page perform	st large
Top Issues These audits an IMPACT High Med-Low Mad-Low	ETERS HONOR Research 2000 e identified as the top issues impair AUGHT Eliminate render-blocking in Use HTTP12 for all resource Use a Content Delivery Neth	cting your performance. esources s work (CDN)	First Consults (1)	ent 125	Largest Connerthal Pe	Focu Thes impa Struc affec impr	Delosed Time 2.28 F.4y Loaded Time 2.36 us on these audits likely have the cli on your page perform the cli on your page and on of erec 4 your Performance Soc	st large hance thy tre, b,
Top Issues These audits an IMPACT High Med-Low Med-Low Low	ETERATION TERMINATION AUDIT Element find as the top issues impair AUDIT Elementar render-blocking re Use HTTP/2 for all resource Use a Centent Delivery Net- Reduce unused JavaScript	cting your performance. esources s work (CDN)	First Connerth ()	ert 12:	Largest Contential Pe	Focu Thes impass Struct affect help perfo	Debod Time 23 Figh Loaded Time 23 Figh Loaded Time 23 to an our page perform them page for the performance So young the works when the the them performance So young the works when the the them performance So young the works when the the them performance So young the works when the the the them performance So young the works when the the the them performance So young the works when the	st larges nance. thy pre, bu sre cal
Top Issues Inese audits an INEPACT High Med-Low Low Low	Extension of the second	cing your performance. securces s work (CDN)	First Connerth ()	ert 12:	Lagest Contential Per	Focu Thes impa Struct affect impre- perfo Secu	United Time 228 Fight Loaded Time 228 Fight Loaded Time 228 Us on these audits likely have the tot on your page perform the audits likely have the tot on your page perform the audits do not direct dy our Performance Soft dy our Performance Soft as a sarity particular for or sminne gains.	st large: nance thy xre, bu sre ca werall
Top Issues These audits an INPACT High Mad-Low Low Low	Autor Au	sting your performance. esources work (CDM)	More	from GTm	Lagos Conord. Fe	Focu Thes impa affect affect affect affect before b	Colude Time 228 FR4/Looded Time 228 FR4/Looded Time 228 us on these euclids fin execution scars age perform the euclid scan of the example the euclid scan of the scars age performance score rowing the audits scan of the scars age as the euclid scars and the the euclid scars and the euclid scars and the euclid scars and the euclid scars and the euclid scars and the euclid scars and the euclid scars and the euclid scars and the euclid scars and the	st larges thy see ca verall
Top Issues These audits an INFACT High Med-Low Low Low Page Deta	Autor A	sting your performance. essurces work (CDM)	And Connected The Soliton Sol The Soliton Sol More Addition	from GTml lips and sugge	Langez Contenti l Pa v v v etrix stores based on your	Focu These affect import setup Setup	Chikke Time 21 Efft (Looke Time 21 Efft (Looke Time 21) as and these avails to a wards leave the variage area of the time avail to a variage performance and the variage area of the time tare avails seen he manne gains.	st large nance thy see ca werall
Top Issues These audits an Issewort High Med-Low Low Low Page Deta Your page conte	Accel large layed white a classes of the second sec	cting your performance.	More Addition	from GTmi Hips and sugge Need help w Find a develop	Langua Cardon de Est	Focu These impa structure affect affe	ChicksTime 28 All Locate Time 21 All Locate Time 21 as on these audits in one addit location and and and and the audit of a pair radge and the audit seen. In the audit seen. In the audit seen. In this .	st larger thy tre, bu see ca verall
Top Issues Interest and its an INTEREST High Midd-Low Low Low Page Deta Page Deta Your page control Total Page S	Action Control Co	child pour performance.	More Addrow	from GTmd Figs and sugge Need help w Find a develop Third-party r Learn why and	etria et a construit de la con	Foci These T	Collection and Collec	st large thy xe, b, werall
Top Issues Interest audits an Issear High Med-Low Low Page Deta Your page control Total Page S	Alert Area Control Contro	ching your performance.	More Astron	from GTmi I too Floor GTmi I too and rucge Need help w Find a davelop Third-party r Learn why and Tips and Tric Shortost, op	expect consist in	Focu These Structure affect impart participant participant Structure Structu	Collection These audits for an and these audits for an audit lawy have the does your page patient that audits and the your page patient that audits and so not deter that audits and so not deter as a subtract audits as a subtract audits as a subtract audits this.	st large mance thy ore, bu ere ca werail

Gambar 9. Hasil pengujian GTmetrix setelah mengaktifkan modul PageSpeed

				Analyze
	Mobile	Desktop		
Discover what your real user Learn how your site has performed, I This URL Origin	s are experiencing based on data from your ac	tual users around the	world.	
	The Chrome Us sufficient rea	No data found. er Experience Report : I-world speed data fo	does not have r this page.	
Diagnose performance issue See detailed analysis and recommen	ts Idations from loading your :	site in a simulated env	ironment.	
http://103.31.38.70:8080/				
95 Performance Values are estimated and may vary. The performance detectly from these metrics. See call 0 -0-9 0 -0-9	tce score is calculated subtor. 90-100			
TRICS				Expand view
0.9 s		 Time to Intera 0.9 s 	ctive	
• Speed Index 0.9 s		 Total Blocking 0 ms 	Time	
 Largest Contentful Paint 1.0 s 		Cumulative La 0.118	iyout Shift	
Captured at Apr 7, 2022, 2:21 PM GMT+7 C Initial page load	Contraction Construction Construction	Lighthouse 9.3.0	🆧 Single page load 🕲 Using HeadlessChromium	98.0.4758.102 with Ir
View Treemap	800 800	ECC E		
			Show audits relevant to:	FCF TRI LCF CLS
PORTUNITIES			Show addits relevant to.	For the late sala
PORTUNITIES portunity Eliminate render-blocking resources			Show addits relevant to.	Estimated Savings
PORTUNITIES portunity Eliminate render-blocking resources Reduce unused JavaScript			Show addits relevant to:	Estimated Savings 0.67 s ~ 0.16 s ~
PORTUNITIES portunity Eliminate render-blocking resources Reduce unused JavaScript see suggestions can help your page load faster. They	don't directly affect the Performa	nce soore.	Show audits relevant to.	Estimated Savings 0.67 s ~ 0.16 s ~
nontruntTLES unrunty Eliminate render-blocking resources Reduce unused JavaScript ee suggestime can help your page load tester. They anoStrics	don't directly affect the Performa	nce score.	Show additis nerwanti to.	Estimated Savings 0.67 s ~ 0.16 s ~
PORTUNITIES Infinities Reduce unused JavaScript Reduce unused JavaScript we suggestion can help you page koad taster. They VISIODITIOS Image elements do not have explicit utility	don't directly affect the Performa v and height	nce score.		Estimated Savings 0.67 s v 0.16 s v
NonFruinTites entrinely Eliminate render Nocking resources Reduce snused JanaScript Reduce snused JanaScript UNIOSTICS Image Remetits do not have explicit ulatt A transport	don't drecky affect the Performa x and height 19 found	nce score.	Show additis relevant to	Est ini L2 ilia Estimated Savings 0.67 s ~ 0.16 s ~
OnTUNITIES Interview Interview Reduce university Reduce university Reduce university Reduce university Reduce they pays page boal faster: They acted these Interview And channing critical requests — 4 chai New programment for the main family and there are a they Interview	don't drecky affect the Performa n and neight 15 found 6 semal – 15 requests - 27	nce score.		Extinated Savings
PORTUNATIES Internity Eliminate mater blocking resources Reduce unused JavaScript Reduce unused JavaScript Internity Internit	don't directly affect the Performa h and height to found s email — 15 requests + 27 ment found unt	nce score. 9 KoB		Extracted Sectors
PROTUNTES protony	don't dreedy affect the Performance of the Sector of the S	nce score.		EXPENSION SUMMERS
PROTUNTES proving	don't design affect the Performant In and basign t. We found In and I - 15 requests - 27 ment found and found these numbers shart detect	D KOB	5709 addis (meoar) 10	EAC 111 LOC LLAS Extended Savings 0.67 2 v 0.168 v v v v v v v v v v v v v v v v v v v

Gambar 10. Hasil pengujian Google PageSpeed Insight setelah mengaktifkan modul PageSpeed

5. Kesimpulan dan Saran 5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan terdapat beberapa hal yang menjadi kesimpulan antara lain:

 Modul PageSpeed dapat diterapkan dengan mudah dengan menggunakan Apache web server.
 Modul PageSpeed terbukti dapat mengoptimalkan file-file assets pada halaman web.

(3) Hasil pengujian menggunakan GTmetrix dan Google PageSpeed Insight menunjukkan bahwa setelah menerapkan module PageSpeed perfoma halaman web uji coba menjadi meningkat dan sangat baik.

5.2. Saran

Penerapan modul PageSpeed pada Apache web server telah terbukti meningkatkan perfoma halaman web. Namun demikian penelitian hanya terbatas membahas penggunaan modul tersebut pada Apache web server. Saran untuk peneliti selanjutnya adalah dengan menerapkan modul ini untuk web server lain seperti Nginx, Open Lite Speed dan lain sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

- Garry. (2012). Apa Kegunaan Folder Assets dalam Yii Framework? Retrieved September 28, 2021, from http://www.computesta.com/blog/2012/03/ apa- kegunaan-folder-assets-dalam-yiiframework/#.YVXfLbxBzeM
- Nurmiati, E. (2012). Analisis dan Perancangan Web Server Pada Handphone. Studia Informatika: Jurnal Sistem Informasi, 5(2), 1–17. Retrieved from http://download.portalgaruda.org/article.ph p?article=2481&val=329&title=A NALISIS DAN PERANCANGAN WEB SERVER PADA HANDPHONE
- Dewanto, I. Joko. (2006). Web Desain (Metode Aplikasi dan Implementasi). Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Saraswati, I., Praptodiyono, S., Pramudyo, A. S., & Kurniawan. (2019). Increasing web server performance using the web balancing method. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 673(1). https://doi.org/10.1088/1757-899X/673/1/012065
- N. Suradkar and S. Lomte, "VMware ESXi: Virtual Web Server performance evaluation with weighttp Benchmark," 2020 IEEE International Conference on Advent Trends in Multidisciplinary Research and Innovation (ICATMRI), 2020. pp. 1-4. doi: 10.1109/ICATMRI51801.2020.9398491.
- Google. (2018). PageSpeed Modules. https://developers.google.com/speed/pages peed/module