

ANALISIS DAN PENINGKATAN PERFORMA WEBSITE COMFYLEARN MENGUNAKAN STRESS TOOLS

Oleh:

Gabriella Kencana Siawang¹, Mohammad Sofyan S.Thayf^{2*}, Ahyar Muawwal³

^{1,2}Sistem Informasi, STMIK K HARISMA Makassar

³Bisnis Digital, STMIK K HARISMA Makassar

e-mail: ¹gabriellakencana_22@kharisma.ac.id, ²sofyan.thayf@kharisma.ac.id,

³ahyar@kharisma.ac.id

Abstrak: Website ComfyLearn adalah platform pendukung dari aplikasi edukatif anak usia 3–6 tahun yang menyediakan informasi dan unduhan aplikasi. Audit performa awal menunjukkan skor rendah, yakni Lighthouse sebesar 42%, PageSpeed 72%, Pingdom 78%, dan GTmetrix 80%. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan meningkatkan performa website ComfyLearn menggunakan empat stress tools, yaitu Lighthouse, PageSpeed Insights, Pingdom, dan GTmetrix. Metode penelitian meliputi analisis awal, implementasi perbaikan berdasarkan rekomendasi Lighthouse, dan evaluasi hasil perbaikan. Data dikumpulkan secara kuantitatif melalui audit real-time dari setiap tools. Perbaikan difokuskan pada lima variabel utama, yaitu FCP, LCP, TBT, CLS, dan SI. Hasil akhir menunjukkan peningkatan performa signifikan dengan skor Lighthouse mencapai 99, GTmetrix 93, Pingdom 84, dan PageSpeed 79.

Kata kunci: Kinerja Website, Lighthouse, Optimasi, Stress Tools, Optimasi Situs Web

Abstract: The ComfyLearn website is a supporting platform for educational applications for children aged 3–6 years old that provides information and application downloads. The initial performance audit showed low scores, namely Lighthouse at 42%, PageSpeed 72%, Pingdom 78%, and GTmetrix 80%. This study aims to analyze and improve the performance of the ComfyLearn website using four stress tools: Lighthouse, PageSpeed Insights, Pingdom, and GTmetrix. The research method includes initial analysis, implementation of improvements based on Lighthouse recommendations, and evaluation of the results of the improvements. Data was collected quantitatively through real-time audits of each tool. Improvements focused on five main variables: FCP, LCP, TBT, CLS, and SI. The final results showed a significant performance improvement with a Lighthouse score reaching 99, GTmetrix 93, Pingdom 84, and PageSpeed 79.

Keywords: Website Performance, Lighthouse, Optimization, Stress Tools, Website Optimization

1. PENDAHULUAN

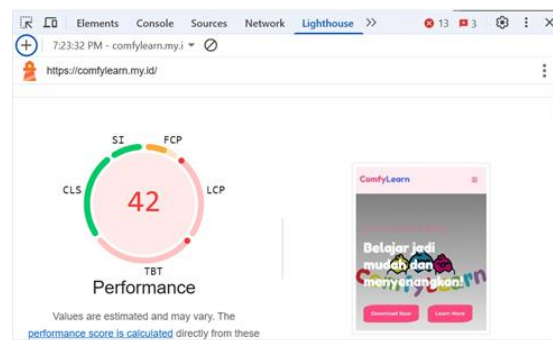
ComfyLearn adalah aplikasi *mobile* yang dirancang untuk mendukung proses belajar dan bermain bagi anak-anak usia 3-6 tahun. Sebagai bagian dari strategi pemasaran dan edukasi, ComfyLearn menyediakan situs web resmi sebagai sarana utama untuk mengunduh, memperkenalkan fitur serta manfaat aplikasi ini kepada calon pengguna. Situs web ini diharapkan mampu memberikan informasi yang mudah diakses serta membantu orang tua

* Corresponding author : Mohammad Sofyan S.Thayf (sofyan.thayf@kharisma.ac.id)

memahami bagaimana ComfyLearn dapat berkontribusi dalam perkembangan anak mereka. Website ComfyLearn dapat diakses melalui alamat berikut: <https://comfylearn.my.id/>.

Saat ini, ComfyLearn sudah memiliki *user* sebanyak 35 meskipun jumlah tersebut masih tergolong awal dan aplikasi ini belum sepenuhnya sempurna, tetapi tim pengembang juga terus fokus pada peningkatan kualitasnya. Salah satu misi dari tim pengembang adalah membuat para calon pengguna nyaman dalam menggunakan *website* ComfyLearn. Faktor utama yang membuat pengguna nyaman dalam menggunakan *website* tersebut adalah performanya [1] [2]. Website yang baik harus dapat diakses dengan mudah dan waktu menampilkan halaman yang cepat agar pengguna dapat dengan segera mendapatkan informasi yang dibutuhkan [3].

Agar *website* ComfyLearn dapat berjalan dengan lebih optimal, penulis telah melakukan audit *website* menggunakan Lighthouse, Lighthouse merupakan alat *open source* otomatis yang digunakan untuk meningkatkan kualitas aplikasi web, dengan melakukan berbagai pengujian terhadap halaman web dan menghasilkan laporan [4]. Setelah penulis melakukan audit ternyata hasil yang didapatkan tergolong rendah di sisi *performance*, Berikut hasil audit yang didapatkan:



Gambar 1. Hasil audit website ComfyLearn

Sesuai dengan hasil audit yang didapatkan, peneliti akan memperbaikinya dari sisi FCP (*First Contentful Paint*), LCP (*Largest Contentful Paint*), TBT (*Total Blocking Time*) untuk ditingkatkan agar *performancenya* dapat berjalan dengan lebih optimal dari sebelumnya dengan saran-saran dari Lighthouse. Hal ini juga didukung oleh tiga *tools* lainnya seperti yang didapatkan dari PageSpeed sebesar 72, Pingdom sebesar 78, dan GTmetrix sebesar 80, Maka dari itu *website* ini perlu ditingkatkan *performancenya* yang terdiri dari 6 variabel yaitu: FCP merupakan salah satu dari enam pengukuran yang dipantau di area Kinerja laporan Lighthouse yang menilai durasi yang dibutuhkan browser untuk menampilkan elemen awal konten setelah pengguna mengakses halaman web [5], LCP merupakan salah satu indikator yang dipantau di area Kinerja laporan Lighthouse yang menilai momen saat elemen konten paling penting dalam viewport ditampilkan di layar [6], TBT merupakan salah satu indikator yang dipantau di area Kinerja laporan Lighthouse yang mengevaluasi durasi TBT halaman web terhadap sejumlah situs web nyata yang tak terhitung jumlahnya saat dilihat di perangkat seluler [7], CLS merupakan metrik yang stabil dalam core web vitals yang mengevaluasi kestabilan visual, memberikan wawasan tentang frekuensi perubahan tata letak yang tidak terduga yang dialami

pengguna [8], dan SI (Speed Index) merupakan metrik yang mengevaluasi kecepatan konten ditampilkan secara visual saat halaman dimuat [9].

Stress tools merupakan sekumpulan alat yang digunakan untuk melakukan testing pada suatu sistem, atau aplikasi. *Tools* yang digunakan pada penelitian ini yaitu: Lighthouse sebagai patokan penulis untuk mengetahui apa saja yang ingin diperbaiki. Selain itu penulis juga menggunakan tiga *tools* lainnya yaitu PageSpeed, Pingdom, dan GTmetrix untuk menguji *performance website*. Penggunaan beberapa *tools* ini bertujuan agar hasil pengujian lebih akurat dan dapat dipercaya, dibandingkan jika hanya mengandalkan satu *tools* saja.

Tujuan penelitian ini untuk menganalisa dan meningkatkan performa website ComfyLearn berdasarkan lima variabel performance website dan diukur menggunakan empat Stress tools yaitu Lighthouse, PageSpeed, Pingdom, dan GTmetrix sehingga dapat berjalan lebih optimal.

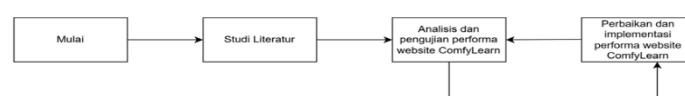
2. LANDASAN TEORI

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang dijadikan sebagai acuan pada penelitian ini. Seperti studi yang dilakukan oleh Nuri Cahyono berjudul “Perbandingan GTmetrix, Lighthouse, Pingdom, dan Pagespeed Insight dalam evaluasi performa website”[10] melakukan pengecekan website secara menyeluruh dan membandingkan hasilnya. Perbedaan dengan penelitian ini adalah penelitian ini melakukan pengecekan website secara menyeluruh dan melakukan perbaikan hingga website menjadi optimal. Penelitian oleh Adinda Octaviani, Andraini [11], berjudul “Analisis Website Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta Menggunakan Pingdom Tools dan GTmetrix”. Menguji performa website menggunakan software testing Pingdom Tools dan GTmetrix dan melihat berapa skor yang dihasilkan. Perbedaan dengan penelitian ini adalah penelitian ini menguji dengan menggunakan empat software Lighthouse, Pingdom Tools, GTmetrix, PageSpeed serta memperbaikinya hingga optimal. Penelitian oleh Anthoni R.Pulakiang [12] berjudul “Analisis kinerja website pemerintah provinsi sulawesi utara menggunakan google lighthouse” . Mengkaji website pemerintah yang ada di kota Manado untuk mengoptimalkan dan meningkatkan kualitas pelayanan dengan menggunakan satu tools saja dan hanya melihat hasil skornya saja. Perbedaan dengan penelitian ini adalah penelitian ini menggunakan empat tools untuk menguji serta memperbaiki website tersebut hingga hasil skornya menjadi optimal.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Tahapan Penelitian

Pada bagian metode penelitian, peneliti menjelaskan beberapa tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini, di antaranya sebagai berikut:



Gambar 2 . Tahapan Penelitian

a. Studi literatur

Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan informasi berdasarkan judul penelitian, terkait website performance menggunakan *stress tools*. Tahap ini akan berfokus pada Analisis dan peningkatan performa *website* ComfyLearn menggunakan *Stress tools*. Mencari jurnal bacaan.

b. Analisis dan pengujian performa website ComfyLearn

Pada tahap ini, dilakukan pengujian *website* menggunakan Lighthouse, dan juga akan dilakukan tes menggunakan Pingdom, Gtmetrix, dan Pagespeed untuk melihat berapa nilai yang dihasilkan sebelum dilakukan perbaikan.

c. Perbaikan dan Implementasi performa website ComfyLearn

Pada tahap ini, dilakukan perbaikan dan implementasi dari Lighthouse terhadap saran-saran yang muncul ketika melakukan pengujian. Sesudah di implementasi maka akan dicek lagi apakah *website* sudah optimal atau belum. Jika belum akan dilakukan perbaikan lagi.

d. Kesimpulan

Setelah melalui seluruh tahapan, Peneliti akan merangkum hasil uji coba dari Lighthouse, Pingdom, Gtmetrix, Pagespeed agar peneliti dapat melihat komponen apa saja yang membuat *website* menjadi tidak optimal dan melihat perbandingan skornya. Dengan melakukan pengulangan tahapan ini, *website* ComfyLearn dapat terus disempurnakan dan ditingkatkan

3.2. Pengumpulan Data

a. Observasi

Peneliti mengamati hasil analisis Lighthouse terhadap performa *website* dari ComfyLearn sebesar 42.

b. Studi Literatur

peneliti mencari dan membaca tulisan yang sesuai dengan yang diteliti untuk menambah informasi dalam melakukan observasi pada hasil analisis performa dari *website* ComfyLearn menggunakan Lighthouse.

3.3. Metode Pengujian

Peneliti mengolah data secara real time dengan bantuan dari Lighthouse pada website ComfyLearn yang dimana hasilnya muncul pada saat itu juga. Hasil analisis dari Lighthouse yang diamati adalah performance dengan beberapa komponen di dalamnya yang akan diperbaiki berupa:

First Contentful Paint (FCP) yang terdiri dari:

1. Preload Largest Contentful Paint Image,
2. Properly size images,
3. Eliminate render-blocking resources,

4. Serve images in next-gen formats,
5. Defer offscreen images,
6. Minify JavaScript

Total Blocking Time (TBT) yang terdiri dari: Minimize main-thread work,

Largest Contentful Paint (LCP) yang terdiri dari:

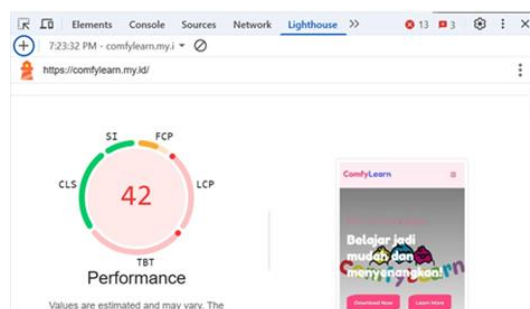
1. Properly size images,
2. Eliminate render-blocking resources,
3. Serve images in next-gen formats,
4. Defer offscreen images,
5. Preload Largest Contentful Paint image,
6. Reduce unused CSS

Cumulative Layout Shift (CLS) yang terdiri dari: Image elements do not have explicit width and height

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis dan Pengujian Performa Website ComfyLearn

Analisis dan pengujian pertama performa website ComfyLearn menggunakan Lighthouse mendapatkan hasil sebesar 42.

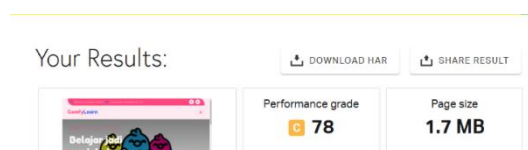


Gambar 3 Tampilan audit Lighthouse pertama

Pada gambar 3, Menampilkan hasil audit awal menggunakan Lighthouse dengan skor performa sebesar 42. Hasil ini menunjukkan bahwa website ComfyLearn masih memiliki banyak masalah.

Selain menggunakan Lighthouse, penulis juga melakukan pengujian *website* ComfyLearn menggunakan 3 *tools* lainnya yaitu: Pingdom *Tools*, GTmetrix, PageSpeed Insights.

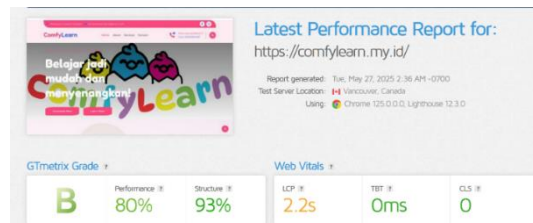
Berikut pada gambar 4 hasil pengujian dari Pingdom *Tools*



Gambar 4 Tampilan Audit Pingdom pertama

Pada gambar 4, menampilkan hasil audit awal menggunakan Pingdom Tools dengan performance grade C sebesar 78, Page size 1.7 MB, Load time 3.69s, Requests 40. Hasil ini masih tergolong kurang optimal dengan load time yang cukup lama.

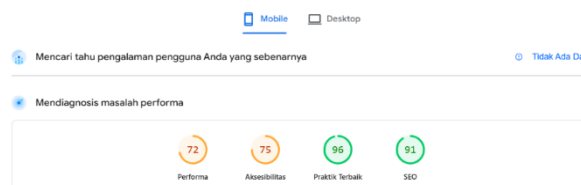
Berikut pada gambar 5 hasil pengujian dari GTmetrix



Gambar 5 Tampilan Audit GTmetrix pertama

Pada gambar 5, menampilkan hasil audit awal menggunakan GTmetrix dengan performance grade B sebesar 80, dengan structure 93, LCP 2.2s, TBT 0ms, CLS 0.

Berikut pada gambar 6 hasil pengujian dari PageSpeed Insights



Gambar 6 Tampilan audit PageSpeed pertama

Pada gambar 6, menampilkan hasil audit awal menggunakan PageSpeed Insights dengan skor performa sebesar 72. Hasil ini menunjukkan bahwa website ComfyLearn masih perlu perbaikan.

Dari hasil pengujian menggunakan 4 tools, *Performance website* ComfyLearn terbukti rendah di sisi performancenya.

Maka dari itu penulis ingin memperbaikinya menggunakan saran-saran perbaikan dari Lighthouse yang terdiri dari:

First Contentful Paint (FCP) yang terdiri dari:

1. Preload Largest Contentful Paint Image,
2. Properly size images,
3. Eliminate render-blocking resources,
4. Serve images in next-gen formats,
5. Defer offscreen images,

6. Minify JavaScript

Total Blocking Time (TBT) yang terdiri dari: Minimize main-thread work,

Largest Contentful Paint (LCP) yang terdiri dari:

1. Properly size images,
2. Eliminate render-blocking resources,
3. Serve images in next-gen formats,
4. Defer offscreen images,
5. Preload Largest Contentful Paint image,
6. Reduce unused CSS

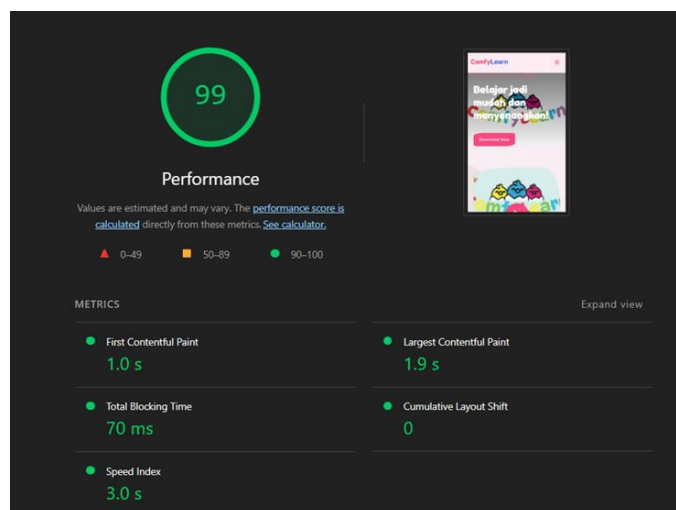
Cumulative Layout Shift (CLS) yang terdiri dari: Image elements do not have explicit width and height

4.2. Hasil dan Pembahasan

Setelah audit awal dilakukan, peneliti melakukan perbaikan berdasarkan rekomendasi dari Lighthouse, dimana perbaikan difokuskan pada lima variabel utama yaitu First Contentful Paint (FCP), Largest Contentful Paint (LCP), Total Blocking Time (TBT), Cumulative Layout Shift (CLS), dan Speed Index (SI).

Adapun teknik-teknik optimasi yang dilakukan yaitu optimasi gambar, pengurangan blocking resources, menghilangkan cc yang tidak digunakan, serta memperbaiki tampilan.

Setelah perbaikan dilakukan, peneliti melakukan pengecekan performa website menggunakan keempat tools tersebut. Adapun hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut:

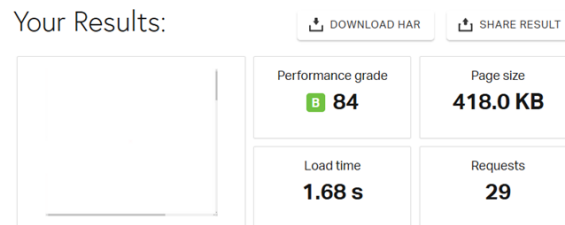


Gambar 7. Hasil audit Lighthouse

Hasil audit Lighthouse menunjukkan skor performa naik signifikan yang di mana metrik-metrik dari lighthouse sudah membaik dan menunjukkan skor yang optimal yaitu 99 yang didukung oleh First Contentful Paint 1.0s, Total Blocking Time 70ms, Speed Indeks 3.0s, Largest

Contentful Paint 1.9s, Cumulative Layout Shift 0. dibandingkan dengan sebelumnya yang mendapatkan skor 42.

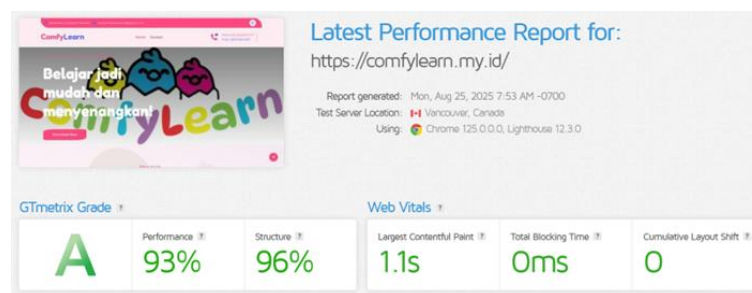
Hasil Pingdom



Gambar 8 Hasil audit Pingdom

Hasil audit Pingdom menunjukkan penurunan waktu muat halaman dan peningkatan skor kinerja secara umum dan mendapatkan Performance *grade* B dengan skor 84, Page size 418.0 KB, Load time 1.68s, Requests 29. Dibandingkan sebelumnya mendapatkan performance *grade* C dengan skor 78, Page size 1.7 MB, Load time 3.69s, Requests 40.

Hasil GTmetrix



Gambar 9 Hasil audit GTmetrix

Hasil audit GTmetrix menunjukkan skor performa yang lebih optimal dari sebelumnya dan sudah mendapatkan Performance *grade* A dengan skor 93, structure 96, LCP 1.1s, TBT 0ms, CLS 0. Dibandingkan sebelumnya performance grade B dengan skor 80, structure 93, LCP 2.2s, TBT 0ms, CLS 0.

Hasil PageSpeed Insight



Gambar 10 Hasil audit PageSpeed Insight

Hasil audit PageSpeed menunjukkan skor performa lebih optimal dari sebelumnya dengan skor 79 dibandingkan sebelumnya mendapatkan 72.

Melalui serangkaian perbaikan berkelanjutan, penulis telah sukses mengoptimalkan kinerja *website* ComfyLearn. Optimalisasi ini dilakukan dengan memanfaatkan empat *tools*, yang masing-masing telah menunjukkan hasil yang luar biasa. Hasil akhir ini telah melalui validasi berulang kali, dan menunjukkan bahwa performa yang dicapai sudah berada di titik puncaknya. Untuk peningkatan lebih lanjut, diperlukan optimalisasi pada level infrastruktur server.

Tabel 1. Hasil Uji Performance Menggunakan Empat Tools

Stress Tools	Sebelum perbaikan	Komponen pertama yang diperbaiki	Perbaikan Pertama	Komponen kedua yang diperbaiki	Perbaikan Kedua	Komponen ketiga yang diperbaiki	Perbaikan Ketiga	Komponen keempat yang diperbaiki	Perbaikan keempat
Lighthouse	42	1. Properly Size Images	78	1. Eliminate render-blocking resources	85	1. Reduce unused CSS	98	1. Eliminate render blocking resources	99
Pingdom Tools	Performance grade C sebesar 78, Page size 1.7 MB, Load time 3.69s, Requests 40.	2. Serve Images in Next-Gen Format 3. Preload Largest Contentful Paint Image	Performance grade C sebesar 74, Page size 885.2 KB, Load time 4.40s, Requests 41	2. Defer Offscreen images 3. Reduce Unused CSS	Performance grade C dengan skor 80, Page size 432.0 KB, Load time 1.71s, Requests 30	2. Largest Contentful Paint Element	Performance grade B dengan skor 81, Page size 417.2 KB, Load time 1.47s, Requests 30.	Performance grade B dengan skor 84, Page size 418.0 KB, Load time 1.68s, Requests 29.	
GTMetrix	Performance grade B sebesar 80, dengan structure 93, LCP 2.2s, TBT 0ms, CLS 0.		Performance grade B sebesar 81, structure 93, LCP 1.8s, TBT 0ms, CLS 0.	4. Minify JavaScript	Performance grade B dengan skor 80, structure 96, LCP 1.9s, TBT 0ms, CLS 0.		Performance grade A dengan skor 92, structure 97, LCP 1.2s, TBT 0ms, CLS 0.	Performance grade A dengan skor 93, structure 96, LCP 1.1s, TBT 0ms, CLS 0.	
PageSpeed	72		73		78		79		79

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai analisis dan peningkatan performa website ComfyLearn menggunakan stress tools, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

1. Peningkatan performa *website* ComfyLearn agar berjalan lebih optimal berhasil dilakukan melalui tiga tahap perbaikan yang mengacu pada hasil audit dari empat *stress tools*, yaitu Lighthouse, PageSpeed Insights, Pingdom, dan GTmetrix. Hasil awal menunjukkan skor performa yang rendah (Lighthouse: 42), yang disebabkan oleh masalah pada ukuran gambar, *render-blocking resources*, CSS dan JavaScript tidak teroptimasi, serta penggunaan *resource* eksternal. Setelah dilakukan serangkaian perbaikan teknis berdasarkan rekomendasi keempat *tools* tersebut, skor performa meningkat secara signifikan. Adapun hasil akhir menunjukkan peningkatan skor performa masing-masing tools sebagai berikut: Lighthouse sebesar 99, Pingdom sebesar 84, GTmetrix sebesar 93, dan PageSpeed sebesar 79.
2. Proses analisis dan implementasi hasil perbaikan performa *website* berdasarkan lima variabel utama, yaitu *First Contentful Paint* (FCP), *Largest Contentful Paint* (LCP), *Total Blocking Time* (TBT), *Cumulative Layout Shift* (CLS), dan *Speed Index* (SI), dilakukan secara bertahap dan sistematis. Pada tahap pertama, dilakukan optimasi gambar untuk meningkatkan FCP dan LCP. Tahap kedua berfokus pada pengurangan *blocking resources* dan optimasi JavaScript untuk meningkatkan TBT dan CLS. Tahap ketiga menekankan penggunaan *Critical CSS* dan pemindahan *resource* eksternal ke *self-hosted* untuk meningkatkan SI dan stabilitas tampilan awal halaman.
 1. FCP dan LCP ditingkatkan melalui *preload* elemen terbesar dan pengoptimalan gambar.
 2. TBT ditingkatkan melalui penundaan eksekusi JavaScript (*defer*) dan *minify JS*.
 3. CLS diperbaiki melalui pengaturan atribut dimensi gambar dan pemuatan font lokal.
 4. SI (Speed Index) meningkat berkat penerapan *Critical CSS* dan penghapusan *blocking CSS*.
3. Hasil perbaikan menunjukkan bahwa semua variabel performa mengalami peningkatan. *Website* menjadi lebih cepat, stabil secara visual, dan efisien dalam memuat konten. Oleh karena itu, tujuan penelitian telah tercapai, yaitu menganalisis serta meningkatkan performa *website* ComfyLearn secara menyeluruh berdasarkan lima variabel performa yang diuji menggunakan empat *stress tools*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. J. Wangsa, Marlina, and Renny, "Optimasi Website Toko Kerja Menggunakan Uji Performa Google Pagespeed Insights," *KHARISMA Tech*, vol. 18, no. 2, pp. 41–54, 2023, doi: 10.55645/kharismatech.v18i2.403.
- [2] H. A. Tengriano, A. Yunus, and Sudirman, "Analisis Performa Website AyoMulai Menggunakan GTMetrix dan Page Speed Insights," *KHARISMA Tech*, vol. 17, no. 2, pp. 199–213, 2022, doi: 10.55645/kharismatech.v17i2.347.

- [3] F. Ham, I. Alwiah Musdar, and Hasniati, "Analisis Performa Website Mind & Soul Menggunakan Gtmetrix Dan Webpagetest," *KHARISMA Tech*, vol. 19, no. 1, pp. 1–12, 2023, doi: 10.55645/kharismatech.v19i1.413.
- [4] P. Insight and K. Kunci, "Hal. 476-485 Vol. 6; No. 3," pp. 476–485, 2024.
- [5] "First Contentful Paint," *chrome for developers*, 2019. <https://developer.chrome.com/docs/lighthouse/performance/first-contentful-paint?hl=id>
- [6] "Largest Contentful Paint," *chrome for developers*, 2020. <https://developer.chrome.com/docs/lighthouse/performance/lighthouse-largest-contentful-paint?hl=id>
- [7] "Total Blocking Time," *chrome for developers*, 2019. <https://developer.chrome.com/docs/lighthouse/performance/lighthouse-total-blocking-time>
- [8] Milica Mihajlija and Philip Walton, "Cumulative Layout Shift," *web.dev*, 2023. <https://web.dev/articles/cls>
- [9] "Speed Index," *chrome for developers*, 2019. <https://developer.chrome.com/docs/lighthouse/performance/speed-index>
- [10] N. Cahyono, "Perbandingan Gtmetrix , Lighthouse , Pingdom dan Pagespeed Insight dalam evaluasi Performa Website," vol. 18, no. 2, pp. 201–210, 2024.
- [11] A. Octaviani and R. Andraini, "Analisis Website Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta Menggunakan Pingdom Tools dan GTmetrix," *SINTESIA J. Sist. dan Teknol. Inf. Indones.*, vol. 1, no. 2, pp. 76–80, 2022, [Online]. Available: <https://tools.pingdom.com/>
- [12] A. R. Pulakiang and R. Turang, "Analisis Kinerja Website Pemerintah Provinsi Sulawesi Utara Menggunakan Google Lighthouse," vol. 20, no. 2, pp. 45–49, 2024.