

Evaluasi Kinerja dan Kualitas Aplikasi *Four-Tier Test* pada Platform Mobile dan Desktop dengan *PageSpeed Insights*

Istighfarina Izzatul Laili¹, Sigit Dwi Saputro²

Program studi Pendidikan Informatika, Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan, Jawa Timur, Indonesia

Email : ¹ 210631100026@student.trunojoyo.ac.id ² sigitd.saputra@trunojoyo.ac.id

ABSTRACT

This study aims to develop and test the quality of a mobile application based on the Four-Tier Test instrument to detect misconceptions in Newton's Laws. This application is designed to help educators identify students' understanding of physics concepts using the Four-Tier Test model that includes questions, beliefs about answers, reasons for choosing answers, and beliefs about those reasons. The application was tested on mobile and desktop devices to evaluate its quality and performance based on metrics such as First Contentful Paint, Total Blocking Time, and Speed Index. The test results showed that the application performed optimally on the desktop with an average score of 93.50%, while on mobile devices the average score reached 89%. Nevertheless, this application has proven effective in detecting student misconceptions, and is expected to be a useful learning tool in improving students' understanding of physics concepts.

Keywords : *Mobile and Desktop Applications, Four-Tier Test, Newton's Laws, Misconceptions, Quality Testing*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji kualitas aplikasi mobile berbasis instrumen *Four-Tier Test* untuk mendeteksi miskonsepsi pada materi Hukum Newton. Aplikasi ini dirancang untuk membantu pendidik dalam mengidentifikasi pemahaman siswa terhadap konsep-konsep fisika dengan menggunakan model *Four-Tier Test* yang mencakup pertanyaan, keyakinan atas jawaban, alasan pemilihan jawaban, dan keyakinan atas alasan tersebut. Uji coba aplikasi dilakukan pada perangkat mobile dan desktop untuk mengevaluasi kualitas dan kinerjanya berdasarkan metrik seperti *First Contentful Paint*, *Total Blocking Time*, dan *Speed Index*. Hasil uji coba menunjukkan bahwa aplikasi memiliki kinerja yang optimal pada desktop dengan skor rata-rata 93,50%, sedangkan pada perangkat mobile skor rata-rata mencapai 89%. Meskipun demikian, aplikasi ini terbukti efektif dalam mendeteksi miskonsepsi siswa, dan diharapkan dapat menjadi alat bantu pembelajaran yang bermanfaat dalam meningkatkan pemahaman konsep fisika di kalangan siswa.

Kata kunci: Aplikasi Mobile dan Desktop, Four-Tier Test, Hukum Newton, Miskonsepsi, Pengujian Kualitas

I. PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan aspek penting dalam kehidupan manusia untuk mengembangkan potensi diri dan masyarakat. Menurut Undang-Undang Sistem Pendidikan Nasional No. 20 Tahun 2003, Pasal 1 Ayat (1), Pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk menciptakan suasana belajar yang memungkinkan peserta didik kemampuan secara aktif, baik dalam aspek spiritual, kecerdasan, kepribadian dan keterampilan yang diperlukan untuk kehidupan berbangsa dan bernegara [1]. Pendidikan dibutuhkan dalam berbagai lingkungan, termasuk formal di sekolah, nonformal dalam keluarga,

maupun informal dalam masyarakat. Melalui pendidikan, manusia dibina untuk meningkatkan kualitasnya sebagai makhluk individu sekaligus makhluk sosial secara totalitas.

Pada era digital, pendidikan juga memanfaatkan teknologi informasi untuk menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif dan adaptif. Salah satu pendekatan yang relevan adalah pengembangan instrumen berbasis digital untuk mendukung evaluasi pembelajaran, termasuk tes diagnostik yang terintegrasi dengan aplikasi berbasis teknologi.

Dalam penerapan Kurikulum Merdeka, yang bertujuan untuk memberikan keleluasaan kepada

sekolah dan guru dalam proses pembelajaran. Kurikulum ini berfokus pada pengembangan kompetensi dasar peserta didik, dengan penekanan pada keterampilan berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi. Tujuannya yaitu untuk menciptakan suatu lingkungan belajar yang lebih fleksibel dan responsif terhadap kebutuhan individu peserta didik [2]. Salah satu bidang ilmu yang penting untuk dipelajari oleh siswa adalah Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), khususnya fisika, yang mencakup konsep-konsep dasar yang esensial.

Pembelajaran fisika di tingkat SMA bertujuan agar siswa mampu memahami konsep dasar, termasuk Hukum Newton. Namun, salah satu tantangan yang sering dihadapi dalam pengajaran fisika adalah miskonsepsi siswa, terutama pada konsep-konsep kompleks [3]. Miskonsepsi atau konsep alternatif adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan ketidaksesuaian dalam pemahaman sebuah ide. Salah satu tugas utama seorang guru adalah mengajarkan konsep fisika dengan benar agar peserta didik tidak mengalami miskonsepsi atau kurang paham atau bahkan tidak paham sama sekali saat menghadapi soal atau tes [4]. Kesalahpahaman ini dapat menghambat pemahaman siswa tentang konsep dasar yang penting, sehingga dibutuhkan instrumen diagnostik yang mampu mendeteksi miskonsepsi secara akurat dan membantu guru dalam memberikan tindak lanjut yang tepat.

Tes diagnostik adalah alat evaluasi yang bertujuan mengidentifikasi pemahaman dan miskonsepsi siswa sebelum mereka mempelajari materi lebih lanjut. Salah satu jenis tes diagnostik yang efektif untuk ini adalah *Four Tier Test*, yang terdiri dari empat tingkatan: soal, keyakinan atas jawaban, alasan memilih jawaban, dan keyakinan atas alasan. Instrumen ini telah digunakan secara efektif dalam berbagai topik ilmu pengetahuan untuk mengevaluasi pemahaman siswa secara mendalam [5], [6], [7].

Penelitian ini menggunakan metode pengujian aplikasi dengan bantuan *PageSpeed Insights*, sebuah alat yang menganalisis kinerja aplikasi berdasarkan kecepatan, waktu muat, dan stabilitas konten pada platform mobile maupun desktop [8]. Selain itu, perbandingan hasil pengujian antara aplikasi mobile dan desktop menjadi fokus untuk mengevaluasi kepraktisan dan keandalan aplikasi di berbagai

perangkat. Metode ini dipilih untuk memberikan penilaian yang lebih komprehensif terhadap kualitas aplikasi, terutama pada aspek efisiensi dan pengalaman pengguna.

Berkembangnya teknologi memberikan peluang baru untuk menerapkan tes diagnostik dalam bentuk aplikasi mobile yang lebih praktis dan mudah diakses. Dengan pendekatan berbasis aplikasi, instrumen *Four-Tier Test* dapat diimplementasikan secara digital untuk mendeteksi miskonsepsi secara lebih efisien dan interaktif. Silaban *et al.*, (2024) menyatakan bahwa tes diagnostik *Four-Tier Test* yang telah dikembangkan dinyatakan memenuhi kriteria sebagai instrumen yang valid untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa terkait materi hukum Newton. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji aplikasi mobile berbasis instrumen *Four-Tier Test* yang dirancang khusus untuk mendeteksi miskonsepsi pada materi Hukum Newton. Pengujian kualitas aplikasi dilakukan secara virtual melalui platform *online* untuk memastikan kompatibilitas, kepraktisan, dan realibilitas aplikasi di berbagai perangkat tanpa perlu uji langsung ke kelas. Pengujian kualitas aplikasi dilakukan secara virtual melalui *PageSpeed Insights* untuk menganalisis kinerja aplikasi pada platform mobile dan desktop, memastikan kompatibilitas, kepraktisan, serta reliabilitas aplikasi tanpa perlu pengujian langsung di kelas. Melalui pendekatan ini, diharapkan aplikasi dapat membantu pendidik dalam mendeteksi dan mengatasi miskonsepsi siswa dengan lebih efektif dan fleksibel.

II. LANDASAN TEORI

A. *Four-Tier Test*

Four-tier test merupakan instrumen diagnostik untuk mengetahui kelemahan peserta didik dalam belajar sehingga hasilnya dapat digunakan sebagai dasar untuk memberikan dan perlakuan dan solusi yang sesuai dengan kelemahannya tersebut. Instrumen tes ini memiliki empat tingkatan: 1) Tingkat satu, terdiri dari soal pilihan ganda dengan empat pengecoh dan satu kunci jawaban. 2) Tingkat dua, tingkat keyakinan dalam memilih jawaban. 3) Tingkat tiga, alasan menjawab pertanyaan,

terdapat tiga pilihan alasan yang disediakan dan satu alasan terbuka. 4) Tingkat empat, tingkat keyakinan memilih alasan [10].

B. Miskonsepsi

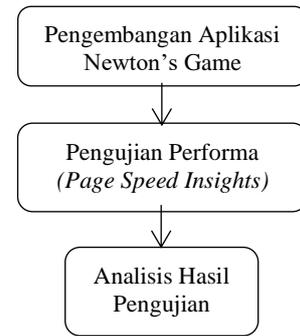
Miskonsepsi adalah pemahaman atau konsep yang tidak sesuai dengan pengertian ilmiah yang telah diterima secara luas oleh para ahli atau pakar dalam suatu bidang ilmu [7]. Miskonsepsi sering terjadi ketika siswa atau peserta didik salah menafsirkan konsep-konsep yang diajarkan, sehingga pemahamannya berbeda dari konsep yang sebenarnya. Hal ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti penyampaian materi yang kurang jelas, pengaruh pengalaman sebelumnya, atau cara berpikir yang keliru [11].

C. PageSpeed Insights

PageSpeed Insights adalah alat yang digunakan untuk menganalisis kinerja suatu aplikasi dengan memberikan penilaian berdasarkan sejumlah indikator yang telah ditentukan oleh alat tersebut [8]. Alat ini juga dapat digunakan untuk mengukur kecepatan sebuah situs web, termasuk waktu pemuatan saat diakses melalui perangkat *smartphone* maupun desktop, dengan mengevaluasi performa laman berdasarkan metrik seperti waktu pemuatan awal konten, waktu pemuatan konten utama, total waktu yang terblokir, dan perubahan tata letak kumulatif [12].

III. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan pendekatan model ADDIE. Model ini mencakup lima tahapan utama, yaitu: (1) Analisis (Analysis), (2) Perancangan (Design), (3) Pengembangan (Development), (4) Pelaksanaan (Implementation), dan (5) Penilaian (Evaluation) [13]. Penelitian ini berfokus pada pengembangan aplikasi berbasis *Unity* untuk instrumen *Four-Tier Test* dan menganalisis perbandingan penggunaannya pada platform mobile dan dekstop. Pengujian dilakukan menggunakan *PageSpeed Insights* untuk mengevaluasi performa, aksesibilitas, praktik terbaik dan optimasi mesin pencari (SEO). Kemudian, tahapan-tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan-Tahapan Penelitian

A. Pengembangan Aplikasi

Pengembangan aplikasi dilakukan melalui tahapan analisis, perancangan, implementasi, dan pengujian untuk memastikan aplikasi memenuhi kebutuhan yang telah ditentukan. Tahapan ini mencakup analisis kebutuhan aplikasi, perancangan sistem secara menyeluruh, implementasi fitur, serta pengujian aplikasi guna memastikan kesesuaiannya dengan spesifikasi awal. Aplikasi yang dikembangkan adalah instrumen *Four-Tier Test* untuk mendeteksi miskonsepsi pada materi Hukum Newton. Setelah aplikasi selesai dibangun, pengujian dilakukan menggunakan *PageSpeed Insights* untuk membandingkan kecepatan, stabilitas tata letak, dan waktu respons pada kedua platform. Pengembangan aplikasi ini tidak hanya bertujuan mendeteksi miskonsepsi siswa, tetapi juga mendukung tercapainya capaian pembelajaran dalam materi Hukum Newton. Pada Tabel 1, dijelaskan elemen capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran yang terkait.

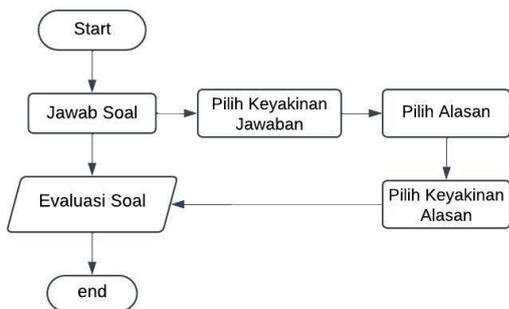
Tabel 1. Capain Pembelajaran Hukum Newton

Elemen	Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran
Pemahaman Fisika	(Fase F) Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip Dinamika	Menganalisis interaksi pada gaya, hubungan antara gaya, massa dan gerak lurus benda beserta penerapannya

1. Flowchart

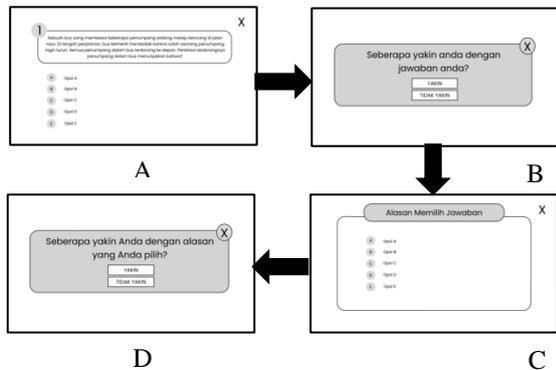
Setelah tahap pengembangan selesai, alur penggunaan aplikasi dirancang untuk memandu

pengguna dalam memanfaatkan fitur-fitur yang tersedia. Flowchart berikut menggambarkan langkah-langkah interaksi pengguna dengan aplikasi instrumen *Four-Tier Test*, dimulai membuka aplikasi, menjawab soal-soal diagnostik, hingga melihat hasil evaluasi untuk mendeteksi miskonsepsi pada materi Hukum Newton.



Gambar 2. Flowchart

2. Wireframe



Gambar 3. Wireframe Newton's Game

B. Eksperimen

Eksperimen dilakukan untuk menguji kualitas aplikasi mobile instrumen *Four-Tier Test* yang dikembangkan. Pengujian dilakukan menggunakan *PageSpeed Insights* untuk mengevaluasi performa aplikasi, penerapan praktik terbaik, dan optimasi. Hasil pengujian disajikan dalam Tabel 2, yang mencakup kategori aspek pengukuran yang digunakan untuk menilai kualitas aplikasi secara keseluruhan.

Tabel 2. Grade Efficiency

No	Score	Grade
1	90-100	A
2	80-89	B
3	70-79	C

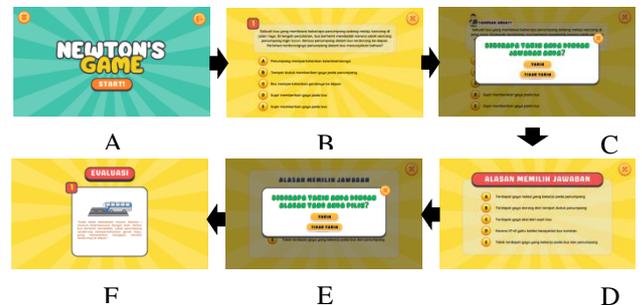
4	<69	D
---	-----	---

Selain itu, dilakukan pengukuran terhadap berbagai metrik utama untuk mengevaluasi performa aplikasi pada kedua platform. Tabel 3 menyajikan variabel-variabel yang diukur, meliputi aspek kecepatan, kestabilan tata letak, serta waktu respons aplikasi Newton's Game.

Tabel 3. Variabel Performa yang Diukur

No	Variabel	Satuan	Deskripsi
1	<i>First Contentful Paint</i>	<i>Second (s)</i>	Mengukur kecepatan tampilan awal halaman.
2	<i>Total Blocking Time</i>	<i>Milisecond (ms)</i>	Mengukur respons pemuatan halaman.
3	<i>Speed Index</i>	<i>Second (s)</i>	Mengukur kecepatan rendering elemen utama layar.
4	<i>Largest Contentful Paint</i>	<i>Second (s)</i>	Waktu pemuatan elemen utama layar.
5	<i>Cumulative Layout Shift</i>	<i>Second (s)</i>	Mengukur stabilitas tata letak saat pemuatan.

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN



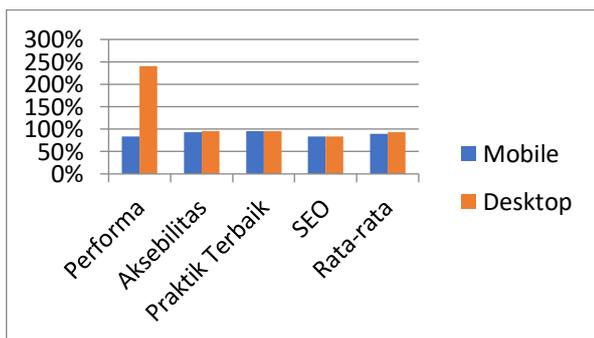
Gambar 4. Wireframe Newton's Game

Poin A merupakan tampilan homeplay aplikasi Newton's Game, yang menjadi antarmuka awal bagi pengguna. Pada halaman ini, terdapat tombol Start

yang mengarahkan pengguna untuk memulai proses pengujian. Poin B adalah tampilan soal atau pertanyaan yang dirancang untuk menguji pemahaman siswa terhadap materi Hukum Newton. pada tahap ini, siswa diberikan pertanyaan yang mengukur penguasaan mereka terhadap konsep yang diajarkan. Poin C bergungsi untuk mengukur keyakinan siswa terhadap jawaban yang telah dipilih. Siswa diminta untuk menentukan seberapa yakin mereka dengan pilihan jawaban yang telah diberikan sebelumnya.

Poin D berisi bagian untuk menjelaskan alasan siswa memilih jawaban tertentu. Siswa diminta memberikan alasan yang mendasari pilihan mereka, yang dapat mencerminkan tingkat pemahaman atau potensi miskonsepsi yang mereka miliki. Poin E mengukur keyakinan siswa terhadap alasan yang telah dipilih. Tahap ini penting untuk mengevaluasi sejauh mana siswa yakin bahwa alasan mereka benar dan relevan dengan soal yang diberikan. Poin F adalah hasil evaluasi, yang memberikan umpan balik kepada siswa mengenai tingkat pemahaman mereka. Pada tahap ini, sistem akan mengidentifikasi adanya miskonsepsi berdasarkan jawaban, alasan, dan keyakinan yang diberikan siswa, sehingga siswa dapat mengetahui area yang perlu diperbaiki. Dengan alur ini, aplikasi dirancang untuk mendeteksi miskonsepsi secara mendalam sekaligus memperkuat pemahaman diswa terhadap konsep fisika.

Setelah pengembangan selesai, aplikasi Newton's Game diuji coba untuk mengevaluasi efisiensi dan kualitas produk. Hasil uji coba tersebut dianalisis dan disajikan dalam bentuk diagram untuk memberikan gambaran visual mengenai efisiensi aplikasi yang dikembangkan. Berikut ini merupakan diagram hasil uji coba efisiensi produk Newton's Game.



Gambar 4. Hasil Uji Coba Efisiensi Produk Newton's Game

Berdasarkan hasil uji coba yang ditampilkan pada gambar 4, diperoleh skor untuk berbagai indikator performa aplikasi Newton's Game. Pada indikator performa, aplikasi mendapatkan skor 84% untuk perangkat mobile dengan klasifikasi grade B, sementara pada platform desktop skor meningkat menjadi 99% dengan klasifikasi grade A. Untuk indikator aksesibilitas, aplikasi menunjukkan kinerja unggul dengan skor 93% pada perangkat mobile dan 96% pada desktop, keduanya termasuk dalam grade A. Sedangkan untuk praktik terbaik memberikan hasil konsisten dengan skor 96% pada kedua platform, yang juga dikategorikan sebagai grade A. Sementara itu, indikator *Search Engine Optimization* (SEO), memperoleh skor 83% untuk perangkat mobile dan desktop, dengan klasifikasi grade B. Secara keseluruhan, aplikasi Newton's Game menunjukkan rata-rata skor 89% (grade B) pada perangkat mobile dan 93,50% (grade A) pada desktop, mengindikasikan performa yang lebih optimal pada platform desktop. Rincian performa setiap indikator disajikan lebih jelas dalam Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Rincian Performa Aplikasi Newton's Game

Metrics	Mobile	Kategori	Desktop	Keterangan
<i>First Contentful Paint</i>	2.7 s	Sedang	0.7 s	Cepat
<i>Total Blocking Time</i>	220 ms	Sedang	0 ms	Cepat
<i>Speed Index</i>	2.7 s	Cepat	0.9 s	Cepat
<i>Largest Contentful Paint</i>	3.3 s	Sedang	0.7 s	Cepat
<i>Cumulative Layout Shift</i>	0	Stabil	0.018	Stabil

Tabel 4 menunjukkan rincian performa aplikasi Newton's Game pada beberapa metrik utama untuk perangkat mobile dan desktop. Pada metrik *First Contentful Paint* (FCP), yang mengukur waktu pertama kali elemen konten terlihat oleh pengguna, aplikasi mencatat waktu 2,7 detik pada perangkat mobile, yang tergolong kategori sedang, sementara pada desktop hanya membutuhkan 0,7 detik, tergolong cepat. Untuk metrik *Total Blocking Time* (TBT), yang menilai jeda waktu akibat tugas berat

yang memblokir respons aplikasi, perangkat mobile mencatat waktu 220 milidetik, tergolong sedang, sedangkan desktop mencatat 0 milidetik, menunjukkan responsivitas yang sangat baik. Pada metrik Speed Index, perangkat mobile mencatat waktu 2,7 detik yang tergolong cepat, sementara desktop mencatat waktu lebih cepat lagi, yaitu 0,9 detik. *Metrik Largest Contentful Paint (LCP)*, yang menunjukkan waktu elemen terbesar pada halaman terlihat oleh pengguna, mencatat 3,3 detik pada perangkat mobile, tergolong sedang, dan hanya 0,7 detik pada desktop, tergolong cepat. Sementara itu, pada metrik *Cumulative Layout Shift (CLS)*, kedua platform menunjukkan hasil stabil, dengan nilai 0 pada mobile dan 0,018 pada desktop, yang sama sama dalam kategori stabil. Secara keseluruhan, performa pada desktop menunjukkan hasil yang lebih optimal dibandingkan dengan mobile.

Pembahasan

Berdasarkan hasil rata-rata perhitungan menggunakan Pagespeed Insights penggunaan mobile diperoleh rata-rata dari indikator performa, aksesibilitas, praktik terbaik, dan SEO yaitu 89% dengan demikian termasuk pada grade B. Sedangkan pengujian pada aplikasi Newton's Game menggunakan desktop diperoleh data 93,50% termasuk dalam kategori grade A. Hal ini didukung dari data performance yang diperoleh penggunaan desktop lebih tinggi dengan demikian aplikasi Newton's game direkomendasikan untuk digunakan desktop dalam penggunaannya. Hal ini sebagaimana penelitian [14] yang menyatakan bahwa penggunaan desktop lebih optimal untuk tugas-tugas pembelajaran yang kompleks, sementara perangkat mobile lebih unggul dalam fleksibilitas dan aksesibilitas. Hal ini diperkuat juga oleh penelitian [15] yang menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis desktop efektif untuk meningkatkan pemahaman siswa dan relevan untuk mendukung kebutuhan pendidikan serta pasar kerja modern. Selanjutnya, penelitian [16] juga menunjukkan bahwa penggunaan aplikasi desktop berbasis windows efektif untuk klasifikasi penjualan dengan akurasi tinggi, sehingga mendukung rekomendasi penggunaan desktop untuk aplikasi Newton's Game.

Namun, pada sisi penggunaan, performa mobile masuk dalam grade B, sedangkan desktop mencapai

grade A. Menurut [17] bahasa pemrograman yang digunakan dapat memengaruhi performa aplikasi, seperti CPU usage, memory usage, dan *alexecution time*. Penelitian [18] juga menegaskan bahwa variabel-variabel tersebut berkontribusi signifikan terhadap performa aplikasi, yang sejalan dengan hasil pengujian bahwa desktop menunjukkan performa lebih unggul dibandingkan mobile.

Pada aksesibilitas, mobile dan desktop sama sama mendapatkan grade A. Aksesibilitas, yang merupakan ukuran kemudahan untuk dijangkau terhadap suatu iptek, pelayanan, atau lingkungan, menjadi indikator penting dalam penilaian aplikasi. Penelitian [19] juga menunjukkan bahwa aplikasi yang memiliki tingkat aksesibilitas tinggi mampu meningkatkan pengalaman penggunaan secara signifikan, baik pada perangkat mobil maupun desktop.

Pada SEO, baik mobile maupun desktop termasuk dalam grade B, sebagaimana didukung oleh penelitian [20] yang merujuk pada pentingnya penerapan metode SEO untuk meningkatkan trafik kunjungan. Penelitian ini diperkuat oleh [21] yang fokus pada penerapan teknik SEO pada website AMPU studio untuk meningkatkan posisi pada *Search Engine Result Page (SERP)*.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan aplikasi mobile berbasis instrumen Four-Tier Test untuk mendeteksi miskonsepsi pada materi Hukum Newton. Pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa aplikasi ini memiliki performa yang baik, dengan skor rata-rata 89% pada perangkat mobile dan 93,50% pada platform desktop, yang mengindikasikan efisiensi dan optimalisasi lebih baik pada desktop. Metrik-metrik yang di uji, seperti First Contentful Paint, Total Blocking Time, dan Speed Index, menunjukkan kinerja yang lebih baik pada desktop dibandingkan dengan perangkat mobile. Dengan demikian, aplikasi ini diharapkan dapat menjadi alat yang efektif bagi pendidik untuk mendeteksi miskonsepsi siswa secara lebih fleksibel dan praktis, serta mendukung peningkatan pemahaman siswa terhadap materi fisika, khususnya Hukum Newton..

REFERENSI

- [1] M. Fadhillah, M. Asbari, and E. M. Octhavianani, "Merdeka belajar: Solusi revolusi pendidikan di Indonesia," *J. Inf. Syst. Manag.*, vol. 3, no. 1, pp. 19–22, 2024.
- [2] H. Herawati, J. M. Hasibuan, R. F. Priono, and F. Sitepu, "Problematika Penerapan Kurikulum Merdeka Belajar di SD Negeri 060826 Kec . Medan Area," *garuda J. Pendidik. Kewarganegaraan dan Filsafat*, vol. 2, no. 2, pp. 286–296, 2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.59581/garuda.v2i2.3309>
- [3] A. N. Santoso and W. Setyarsih, "LITERATUR REVIEW MISKONSEPSI FISIKA PESERTA DIDIK SMA DAN INSTRUMEN DIAGNOSISNYA," *J. Pendidik. Fis. Tadulako Online*, vol. 9, no. 1, pp. 34–44, 2021, [Online]. Available: <http://jurnal.fkip.untad.ac.id/index.php/jpft>
- [4] H. Widayani, "Pengembangan Test Diagnostik Miskonsepsi Peserta Didik Pada Materi Dinamika," *Tech. Vacat. Educ. Int. J.*, vol. 3, no. 1, pp. 38–51, 2023.
- [5] N. Sarni, L. Sukariasih, and M. Anas, "Identifikasi Miskonsepsi Siswa Kelas X pada Konsep Listrik Dinamis dengan Menggunakan Four-Tier Diagnostic Test di SMK Negeri 1 Muna Barat," *J. Penelit. Pendidik. Fis.*, vol. 8, no. 3, pp. 196–205, 2023, [Online]. Available: <http://jipfi.uho.ac.id/index.php/journal/article/view/60%0Ahttp://jipfi.uho.ac.id/index.php/journal/article/download/60/52>
- [6] Z. A. Sirya and Y. S. Rahayu, "VALI -DITAS INSTRUMEN TES MISKONSEPSI DENGAN MENGGUNAKAN FOUR-TIER TRUE-FALSE TEST MATERI STRUKTUR DAN FUNGSI JARINGAN TUMBUHAN," *Bioedu Berk. Ilm. Pendidik. Biol.*, vol. 13, no. 1, pp. 22–29, 2024, [Online]. Available: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/bioedu>
- [7] Asrida, L. Sukariasih, and M. Yuris, "Identifikasi Miskonsepsi Siswa Kelas XI pada Konsep Fluida Statis dengan Menggunakan Four-Tier Diagnostic Test di SMA Negeri 2 Kendari," *J. Penelit. Pendidik. Fis.*, vol. 9, no. 3, pp. 139–151, 2024, [Online]. Available: <https://jipfi.uho.ac.id/index.php/journal/article/view/131%0Ahttps://jipfi.uho.ac.id/index.php/journal/article/download/131/87>
- [8] A. M. N. Fauzi, A. Triayudi, and I. D. Sholihati, "Mengukur Tingkat Kepuasan Pengguna Aplikasi Kearsipan Menggunakan System Usability Scale Dan Pieces Framework," *JUPI (Jurnal Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Inform.*, vol. 7, no. 1, pp. 231–239, 2022, doi: 10.29100/jupi.v7i1.2452.
- [9] B. Silaban, M. B. Surbakti, I. Josafat, and A. Silaban, "Lensa : Jurnal Kependidikan Fisika Identifikasi Miskonsepsi Peserta Didik SMA Melalui Tes Diagnostik Four-Tier pada Hukum Newton Identification of Senior High School Learner ' s Misconceptions Through A Four-Tier Diagnostic Test on Newton ' s Law PENDAHUL," vol. 12, no. 2, pp. 260–274, 2024.
- [10] S. Wulandari, A. Gusmalini, and Zulfarina, "Analisis Miskonsepsi Mahasiswa Pada Konsep Genetika Menggunakan Instrumen Four Tier Diagnostic Test," *J. Pendidik. Sains Indones.*, vol. 9, no. 4, pp. 642–654, 2021, doi: 10.24815/jpsi.v9i4.21153.
- [11] D. Oktaviana, Jamaluddin, and S. Bahri, "Penyebab Miskonsepsi Peserta Didik Pada Materi Pencemaran Lingkungan di SMA Negeri 1 Kediri," *J. Pendidikan, Sains, Geol. dan ...*, vol. 5, no. 1, 2024, [Online]. Available: <http://jpfis.unram.ac.id/index.php/GeoScienceEdu/article/view/295%0Ahttp://jpfis.unram.ac.id/index.php/GeoScienceEdu/article/download/295/216>
- [12] N. Q. Haeruddin, M. R. Faizal, and S. H. Baharuddin, "ANALISIS KINERJA WEBSITE PARAMA PELINDO MENGGUNAKAN PINGDOM TOOLS DAN PAGESPEED INSIGHTS," vol. 15, no. April, pp. 33–40, 2023.
- [13] A. Diofanu, S. H. Wijoyo, and S. A. Wicaksono, "Pengembangan E-Modul Berbasis Electronic Publication (EPUB) Menggunakan Model Pengembangan ADDIE Pada Mata Pelajaran Pemrograman Dasar di

- SMK Negeri 4 Malang,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 7, pp. 2204–2211, 2020.
- [14] A. Nur and A. A. Azzahra, “PENGALAMAN PENGGUNA DALAM MENGGUNAKAN APLIKASI BERBASIS MOBILE DAN DESKTOP UNTUK PEMBELAJARAN JARAK JAUH,” vol. 5, no. 1, pp. 1–14, 2024.
- [15] F. Syahputra, E. Sabrina, T. Mediansyah, G. Armando, and A. Sinaga, “Meta Analisis : Pengembangan Media Pembelajaran Dasar-Dasar Pemrograman Berbasis Desktop,” vol. 1, no. 2, pp. 198–209, 2024.
- [16] R. Hadi, I. G. A. Desi Saryanti, and I. G. N. Ady Kusuma, “Implementasi Aplikasi Sederhana Dengan Klasifikasi Penjualan Berbasis K-Nearest Neighbor Pada Aplikasi Desktop,” *J. Innov. Res. Knowl.*, vol. 1, no. 9, pp. 1–8, 2022.
- [17] Fernandes, “Performance Evaluation of Android Applications: a Case Study,” *Inst. Informatics, Porto Alegre*.
- [18] N. Sibarani Sumanda, G. Munawar, and B. Wisnuadhi, “Analisis Performa Aplikasi Android Pada Bahasa Pemrograman Java dan Kotlin,” *9th Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, no. July, 2018, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/329525878>
- [19] D. Saing and S. Suryanto, “Kualitas Layanan Dan Kepuasan Pelanggan Terhadap Aksesibilitas Aplikasi Pln Mobile : Sebuah Telaah Literatur,” *J. Econ. Bussines Account.*, vol. 7, no. 3, pp. 4514–4522, 2024, doi: 10.31539/costing.v7i3.9174.
- [20] F. D. Sidqi and H. Marcos, “Optimasi Website Menggunakan Metode Search Engine Optimization (Seo) on Page Dan Off Page Dalam Meningkatkan Trafik Kunjungan,” *J. Inf. Syst. Manag.*, vol. 3, no. 2, pp. 55–58, 2021, doi: 10.24076/joism.2021v3i2.456.
- [21] Fahir, “Penerapan Seo (Search Engine Optimization) Dengan Teknik On Page Pada Website Ampu Studio (Studi Kasus: Pt. Ampu Kreatif Studio),” 2020.