

ANALISIS PERFORMA E-LEARNING BERBASIS MOODLE BERJALAN DI SERVER RENDAH BIAYA STB FIBERHOME HG680-P

I Wayan Jepriana

Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Informatika dan Komputer
Institut Teknologi dan Bisnis STIKOM Bali
jepriana@stikom-bali.ac.id

ABSTRAK

Merebaknya Virus Corona (Covid-19) berdampak pada semua bidang, termasuk dunia pendidikan. *E-learning* saat ini dibutuhkan hampir di semua jenjang pendidikan. Pengembangan *e-learning* membutuhkan komputer server dengan spesifikasi yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Tidak semua lembaga pendidikan memerlukan spesifikasi infrastruktur server dengan performa tinggi. Kemampuan institusi pendidikan dalam menyewa atau mengembangkan infrastruktur server sendiri juga tidak sama. Dalam penelitian ini, dikembangkan sistem *e-learning* berbasis Moodle dengan menggunakan STB Fiberhome HG680-P sebagai infrastruktur server rendah biaya. Performa sistem diuji dengan menggunakan Moodle Benchmark dan Apache JMeter. Sistem berhasil melewati semua kategori pengujian pada pengaya *benchmark* Moodle. Berdasarkan nilai Apdex yang diperoleh dari pengujian dengan JMeter, sistem *e-learning* dapat memberikan pelayanan yang baik jika diakses oleh 30 pengguna secara bersamaan. Dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan perangkat STB bekas seperti Fiberhome HG680-P dapat menjadi solusi infrastruktur sistem *e-learning* bagi institusi pendidikan yang tidak memerlukan sistem kinerja tinggi. Penelitian telah memberikan gambaran kinerja perangkat STB Fiberhome HG680-P bila digunakan sebagai server untuk sistem *e-learning* berbasis Moodle. Perangkat STB seperti Fiberhome HG680-P dapat menjadi pilihan untuk pengembangan sistem *e-learning* berbiaya rendah.

Kata kunci : hg680-p, performa, moodle, e-learning, stb

1. PENDAHULUAN

Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) merupakan penyakit yang menular akibat dari virus Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) [1]. Presiden Republik Indonesia telah menetapkan pandemi Covid-19 sebagai bencana nasional non-alam dan kedaruratan kesehatan. Berbagai upaya telah dilakukan pemerintah Republik Indonesia untuk mencegah penyebaran Covid-19. Pada sektor pendidikan adapun upaya yang dilakukan adalah dengan melakukan penutupan ratusan ribu sekolah. Kegiatan belajar dari rumah diterapkan oleh sekitar 68 juta siswa serta sekitar 4 juta guru.

Kemendikbud telah memberikan beberapa terobosan untuk mendukung pelaksanaan belajar dari rumah seperti pengoptimalan program pendidikan jarak jauh Rumah Belajar. Kemendikbud juga melakukan kerja sama dengan platform-platform layanan pembelajaran daring. Untuk mendukung pembelajaran daring kerja sama dengan penyedia kuota gratis dan subsidi kuota juga dilakukan dengan *provider* telekomunikasi. Pembelajaran daring atau pembelajaran berbasis internet menjadi salah satu solusi untuk menggantikan pembelajaran tatap muka untuk mencegah penularan virus corona.

E-learning merupakan salah satu media pembelajaran yang mendukung kegiatan pembelajaran berbasis internet. *E-learning* memiliki definisi yang beragam dengan penekanan yang berbeda-beda. Terdapat definisi *e-learning* yang menekankan konten pembelajaran. Terdapat pula definisi yang berfokus pada cara atau media komunikasinya. Teknologi juga

menjadi kriteria dalam definisi *e-learning*. American Society for Training & Development (ASTD) merumuskan definisi awal dari *e-learning* yang mencakup serangkaian aplikasi dan proses yang luas. Definisi *e-learning* menurut ASTD menggabungkan beberapa aktifitas, seperti: pembelajaran berbasis web, pembelajaran berbasis komputer, ruang kelas virtual, dan kolaborasi digital [1]. Cambridge Dictionary juga memiliki definisi untuk *e-learning* yang merupakan proses pembelajaran yang dilakukan dari rumah, menggunakan media komputer untuk mengakses materi yang tersedia di internet.

Popularitas penggunaan *e-learning* yang sebelumnya lebih banyak di level pendidikan tinggi, menjadi dibutuhkan di seluruh level pendidikan. Terdapat dua komponen utama dalam pengembangan sistem *e-learning*. Komponen pertama adalah perangkat keras dan komponen kedua adalah perangkat lunak. Komputer server adalah salah satu perangkat keras yang diperlukan untuk pengembangan sistem *e-learning*. Terdapat beragam pilihan spesifikasi komputer server yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan sistem *e-learning* yang ingin dikembangkan. Tidak semua lembaga pendidikan memerlukan spesifikasi infrastruktur server dengan performa tinggi. Kemampuan institusi pendidikan dalam menyewa atau mengembangkan infrastruktur server sendiri juga beragam dan perlu dipertimbangkan.

Single-board computer (SBC) merupakan jenis komputer yang menggabungkan sebagian besar komponennya pada satu papan sirkuit induk. Sebagian

besar komputer desktop bersifat modular. Komponen *motherboard* terpisah dengan modul CPU, RAM, kartu grafis, dan sebagainya. Di sisi lain, SBC memiliki sebagian besar modul utama disolder langsung ke *motherboard* [2]. *Set-top Box* (STB) Fiberhome HG680-P merupakan perangkat SBC berbasis Android yang beredar di Indonesia. Perangkat STB Fiberhome HG680-P memiliki spesifikasi yang memadai untuk dijadikan sebagai server dan dapat diperoleh dengan harga yang terjangkau.

Learning management system (LMS) merupakan salah satu kategori perangkat lunak untuk mendukung pembelajaran daring. Moodle adalah sebuah platform LMS yang dibuat dengan tujuan untuk mengembangkan dan berbagi materi pendidikan secara daring. Nama Moodle diambil dari singkatan "*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*". Moodle dirancang untuk memberikan pendidik, administrator, dan pelajar satu sistem yang kuat, aman, dan terintegrasi untuk menciptakan lingkungan belajar yang dapat dipersonalisasi. Moodle dapat dikembangkan dan digunakan secara bebas karena pengembangannya yang bersifat bebas dan memiliki kode sumber terbuka. Moodle unggul dari LMS yang lain selain karena fitur-fiturnya yang bagus juga karena dapat digunakan tanpa biaya.

Pada penelitian ini, dilakukan evaluasi performa sistem *e-learning* berbasis Moodle yang dikembangkan pada perangkat STB Fiberhome HG680-P. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi pengembangan sistem *e-learning* untuk dunia pendidikan di Indonesia.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Telah dikaji penelitian-penelitian yang mendukung dilakukannya penelitian ini. Kajian berfokus pada penelitian yang berkaitan dengan sistem *e-learning*, Moodle dan juga pengembangan sistem berbasis *single-board computer*. Kajian penelitian pertama berasal dari sebuah penelitian pengembangan sistem *e-learning* berbasis Moodle yang berfokus sebagai media pembelajaran untuk mata pelajaran sistem gerak di SMA Negeri 1 Purbalingga. Evaluasi dilakukan berdasarkan hasil belajar pada uji coba skala besar. Penelitian ini menunjukkan bahwa seluruh siswa yang diuji memiliki persentase ketuntasan kelas klasikal di atas 80%. Tanggapan positif juga diperoleh dari angket yang disebar ke para siswa dan guru terkait kegiatan pembelajaran menggunakan media *e-learning* berbasis Moodle. Kesimpulan yang dihasilkan penelitian ini adalah *e-learning* berbasis Moodle layak dan efektif untuk digunakan pada materi Sistem Gerak [3].

Kajian penelitian yang kedua adalah penelitian yang mengembangkan media pembelajaran berbasis Moodle untuk mata kuliah fisika dasar. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi pengaruh media pembelajaran pada mata kuliah Fisika. Hasil dari penelitian ini adalah media pembelajaran berbasis Moodle pada mata kuliah fisika

dasar telah dirancang dan telah dilakukan pengaturan pada *the story board and page navigation, profile settings, administration settings, dan management course settings*. Dilakukan validasi dalam skala terbatas terhadap perangkat dan media pembelajaran yang telah dikembangkan [4].

Kajian penelitian berikutnya dilakukan terhadap penelitian dari Irawan dan Surjono. Pada penelitian ini juga dilakukan pengembangan sistem *e-learning* berbasis Moodle yang berfokus pada mata pelajaran bahasa Inggris khususnya topik peningkatan pemahaman lagu. Objek dari penelitian ini adalah SMK Negeri 4 Yogyakarta. Berdasarkan hasil pengujian, sistem *e-learning* yang telah dikembangkan dapat meningkatkan hasil belajar dari siswa kelas X UPW 2 SMK Negeri 4 Yogyakarta. Berdasarkan evaluasi *pre-test* dan *post-test* terjadi peningkatan sebesar 17,19% pada hasil pembelajaran bahasa Inggris pada kompetensi *listening* [5].

Kajian penelitian yang terkait dengan *single-board computer* dilakukan pada penelitian yang memanfaatkan SBC untuk sistem pengukur suhu ruangan di ruang server STMIK STIKOM Bali. *Single-board computer* dikembangkan sebagai pengukur suhu ruang server di STMIK STIKOM Bali. Terdapat lima skenario pengujian yang digunakan pada penelitian ini. Hasil pengukuran sistem dari empat skenario memiliki hasil yang lebih rendah bila dibandingkan dengan pengukuran konvensional. Sementara satu pengujian lainnya menunjukkan hasil pengukuran yang dihasilkan oleh sistem lebih tinggi dibandingkan pengukuran konvensional. Namun dari hasil tersebut, masih sesuai dengan batas toleransi dari perbedaan suhu sebesar $\pm 0,5$ derajat Celcius pada rentang suhu -10 derajat C sampai +85 derajat C [6].

Pengembangan model *public monitoring system* menggunakan Raspberry Pi merupakan penelitian lain yang menggunakan *single-board computer*. Luaran dari penelitian ini adalah sebuah perangkat sistem pemantauan yang memiliki desain mobilitas dan dapat ditempatkan di berbagai tempat. Penelitian ini dapat memberikan tolak ukur pemanfaatan Raspberry Pi untuk mendukung program pemerintah dalam menghasilkan sistem monitoring yang rendah biaya dan daya [7].

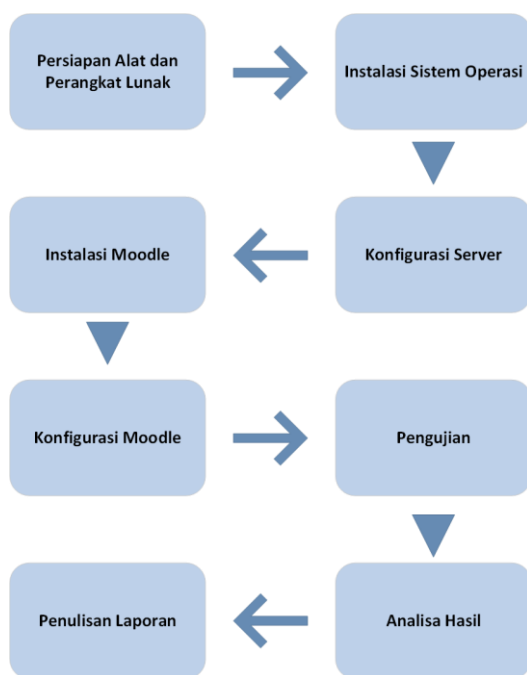
Penelitian berikutnya masih menggunakan Raspberry Pi yang dikembangkan untuk sistem pemantau dan pengendali kendaraan yang terintegrasi dengan platform *backend-as-services* Firebase. Penelitian ini menghasilkan purwarupa perangkat dan sistem pengendali untuk menghidupkan atau mematikan kendaraan dari jarak jauh. Purwarupa sistem pemantau dari penelitian ini telah diuji coba saat dipasang pada kendaraan dan berhasil mendeteksi posisi kendaraan. Sistem yang dikembangkan juga dapat menampilkan visualisasi posisi kendaraan secara *real-time* [8].

Untuk mendukung proses pengujian, turut dilakukan kajian terhadap penelitian tentang pengujian sistem. Penelitian ini menguji sebuah sistem informasi

menggunakan metode Load Testing dengan menggunakan Apache JMeter. Target pengujian aplikasi ditetapkan menggunakan *loading time* tidak lebih dari 3 detik. Target penggunaan memori juga turut ditetapkan, yaitu tidak menggunakan memori lebih dari 400MB. Hasil pengujian *load testing* menunjukkan bahwa target pengujian *loading time* dan *process memory* dapat terpenuhi [9].

3. METODE PENELITIAN

Gambar 1 adalah tahapan-tahapan yang digunakan pada penelitian ini. Penelitian ini dilakukan dalam 8 tahap utama. Tahap pertama penelitian ini adalah persiapan alat dan perangkat lunak. Tahap kedua adalah melakukan instalasi sistem operasi. Konfigurasi server dilakukan pada tahap ke-3 untuk menyediakan web server dan database server untuk proses instalasi Moodle pada tahap ke-4. Konfigurasi Moodle dilakukan pada tahap ke-5. Inti dari penelitian ini ada pada tahap ke-6 yaitu pengujian. Hasil dari proses pengujian dilakukan proses analisa hasil pada tahap ke-7. Tahap terakhir adalah penulisan laporan.

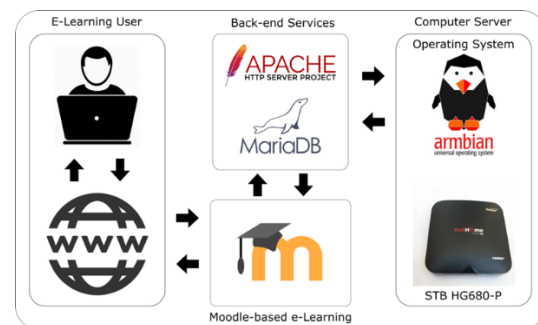


Gambar 1. Metode penelitian

3.1. Model Konseptual

Gambar 2 mengilustrasikan model konseptual dari sistem *e-learning* berbasis Moodle yang berjalan di atas perangkat STB Fiberhome HG680-P sebagai server. Pada Gambar 2 terdapat 4 komponen utama yang terlibat dalam skenario implementasi sistem. Pengguna *e-learning* menjadi komponen pertama yang memiliki peran untuk melakukan akses sistem *e-learning* melalui jaringan komputer. Sistem *e-learning* berperan menjadi komponen kedua. Sistem *e-learning* Moodle berjalan di atas web server Apache dan server basis data MariaDB. Komponen ke-4 yang merupakan fokus penelitian ini adalah komponen

server. Sistem operasi Armbian digunakan pada perangkat STB Fiberhome HG680-P yang berperan sebagai komputer server.



Gambar 2. Model konseptual penelitian

3.2. Skenario Pengujian

Pengujian akan dilakukan untuk mengetahui bagaimana kualitas layanan yang dapat diberikan oleh sistem *e-learning* yang telah dibangun. Pengujian akan performa dari sistem dilakukan dengan menggunakan dua pendekatan. Pengujian pertama menggunakan sebuah pengaya pengujian untuk Moodle yang bernama Moodle Benchmark. Moodle Benchmark dapat memberikan gambaran ringkas terhadap kualitas layanan yang dapat diberikan oleh sistem *e-learning* berbasis Moodle. Pengujian kedua dilakukan dengan perangkat lunak Apache JMeter untuk mengukur *loading time* dan *process time* dari sistem yang dikembangkan. Adapun pengujian yang dilakukan dengan JMeter menggunakan skenario sebagai berikut pada Tabel 1.

Skenario pengujian JMeter pertama dilakukan oleh satu orang pengguna virtual (*thread*) yang melakukan pengulangan akses sebanyak 5 kali. Satu *thread* dijalankan setiap 1 detik (*ramp-up period*). Kemudian dilanjutkan ke skenario pengujian JMeter yang kedua dengan menggunakan 30 *thread* yang melakukan pengulangan akses sebanyak 5 kali. Dengan 6 *ramp-up period* artinya terdapat 1 *thread* dijalankan setiap 0,2 detik atau setara dengan 5 *thread* untuk setiap detik. Skenario pengujian ke-3 dengan menggunakan 100 *thread* yang melakukan pengulangan akses sebanyak 5 kali. Dengan 40 *ramp-up period* bermakna bila terdapat 1 *thread* yang dijalankan setiap 0,4 detik atau setara dengan 2,5 *thread* untuk setiap detik. Ketiga skenario tersebut merupakan 3 skenario dari 6 skenario yang sudah disediakan oleh Moodle.

Dalam setiap proses pengujian dengan JMeter akan dilakukan 13 permintaan akses ke server. Permintaan akses yang dilakukan meliputi skenario penggunaan sistem *e-learning* berbasis Moodle sebagai berikut:

- Menampilkan halaman depan tanpa login.
- Menampilkan halaman login.
- Melakukan proses login.
- Menampilkan halaman depan setelah login.
- Menampilkan course.

- f Menampilkan halaman aktivitas kelas.
- g Menampilkan ulang course.
- h Menampilkan aktivitas forum.
- i Menampilkan sebuah forum diskusi.
- j Mengisi formulir untuk membalas forum diskusi.
- k Mengirimkan balasan di forum diskusi.
- l Menampilkan course sekali lagi.
- m Menampilkan peserta course.

Tabel 1. Skenario pengujian JMeter

No	Label	Number of Thread	Loop-count	Ramp-up Period
1	XS	1	5	1
2	S	30	5	6
3	M	100	5	40

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sesuai skenario yang sudah direncanakan, pengujian dilakukan dengan dua tahap. Tahap pertama pengujian dengan Moodle Benchmark untuk memberikan gambaran awal bagaimana performa dari perangkat STB Fiberhome HG680-P bila digunakan sebagai server dari sistem *e-learning* berbasis Moodle. Tahap kedua adalah pengujian dengan JMeter untuk mengetahui kualitas layanan yang lebih mendalam dihasilkan oleh perangkat STB Fiberhome HG680-P saat berperan sebagai server untuk sistem *e-learning* berbasis Moodle.

4.1. Pengujian dengan Moodle Benchmark

Pengujian awal dilakukan dengan menggunakan pengaya Moodle Benchmark. Pengaya ini dapat membantu memberikan gambaran awal performa dari sistem *e-learning* berbasis Moodle. Pengaya Moodle Benchmark bekerja dengan melakukan berbagai jenis pengujian untuk mengukur performa dan kualitas yang dihasilkan oleh sistem *e-learning* berbasis Moodle. Gambar 3 merupakan ilustrasi hasil pengujian dengan pengaya Moodle Benchmark. Seluruh parameter pengujian dengan Moodle Benchmark berada di bawah ambang batas nilai yang diterima. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perangkat STB Fiberhome HG680-P dapat menghasilkan performa yang baik saat digunakan sebagai server untuk sistem *e-learning* berbasis Moodle.

4.2. Pengujian dengan JMeter

Hasil pengujian dengan JMeter terhadap 3 skenario yang telah dipersiapkan pada Tabel 1 tersaji pada Tabel 2. Skenario pengujian pertama dengan label XS dapat ditarik kesimpulan bahwa dari semua *thread* yang dijalankan dalam waktu 1 detik (*ramp-up*), membutuhkan rata-rata waktu eksekusi 509 millidetik atau 0,5 detik. Waktu minimum yang dibutuhkan untuk mengeksekusi *thread* adalah 2 millidetik dan waktu maksimum eksekusi *thread* adalah 1956 millidetik. Nilai *throughput* menunjukkan bahwa server dapat mengeksekusi 2,6 *thread* dalam satu detik.

Berdasarkan skenario pengujian kedua dengan label S dapat ditarik kesimpulan bahwa dari semua *thread* yang dijalankan dalam waktu 1 detik (*ramp-up*), membutuhkan rata-rata waktu eksekusi 1249 millidetik atau 1,2 detik. Waktu minimum yang dibutuhkan untuk mengeksekusi *thread* adalah 2 millidetik dan waktu maksimum eksekusi *thread* adalah 16699 millidetik. Nilai *throughput* menunjukkan bahwa server dapat mengeksekusi 3,4 *thread* dalam satu detik.

#	Description	Time (seconds)	Acceptable limit	Critical limit
1	Moodle loading time Load the "config.php" configuration file	0.045	0.5	0.8
2	Processor processing speed Call a PHP function with a loop to check the processor speed	0.368	0.5	0.8
3	Reading file performance Read a file multiple times to check the reading speed of the Moodle temporary folder	0.046	0.5	0.8
4	Writing file performance Write a file multiple times to check the writing speed of the Moodle temporary folder	0.554	1	1.25
5	Reading course performance Read a course multiple times to check the reading speed of the database	0.242	0.75	1
6	Writing course performance Write a course multiple times to check the writing speed of the database	0.213	1	1.25
7	Database performance (#1) Run a complex SQL query to check the speed of the database	0.041	0.5	0.7
8	Database performance (#2) Run a complex SQL query to check the speed of the database	0.094	0.3	0.5
9	Login time performance for the guest account Check the loading time of the guest account login page	0.055	0.3	0.8
10	Login time performance for a fake user account Check the loading time of a fake user account login page	0.072	0.3	0.8
Total time		1.730s		
Score		173 points		
Congratulations! The performance of your Moodle installation seems to be perfect.				

Gambar 3. Hasil benchmark moodle

Berdasarkan skenario pengujian ketiga dengan label M dapat ditarik kesimpulan bahwa dari semua *thread* yang dijalankan dalam waktu 1 detik (*ramp-up*), membutuhkan rata-rata waktu eksekusi 39262 millidetik atau 39 detik. Waktu minimum yang dibutuhkan untuk mengeksekusi *thread* adalah 1 millidetik dan waktu maksimum eksekusi *thread* adalah 416205 millidetik. Nilai *throughput* menunjukkan bahwa server dapat mengeksekusi 2,4 *thread* dalam satu detik.

Pada Tabel 2 turut disertakan nilai Apdex (*Application Performance Index*). Dari rentang nilai Apdex 0 sampai 1, skenario XS memperoleh nilai 0,771. Skenario S memperoleh nilai Apdex 0,571. Skenario M memperoleh nilai Apdex 0,176. Berdasarkan nilai-nilai tersebut dapat disimpulkan bila semakin banyak pengguna yang mengakses sistem, tingkat kepuasan pengguna akan menurun yang

ditandai dengan menurunnya nilai Apdex. Sehingga berdasarkan skenario pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa dapat disimpulkan bahwa sistem dapat memberikan pelayanan yang baik namun dengan keterbatasan jumlah akses dalam satu waktu. Sistem masih dapat memberikan layanan yang stabil jika dilihat dari sisi jumlah akses dalam satu detik untuk 3 skenario pengujian yang dilakukan. Berdasarkan nilai Apdex dapat disimpulkan bahwa sistem masih dapat memberikan pelayanan yang baik bila di akses oleh 30 orang pengguna.

Tabel 2. Hasil pengujian dengan JMeter

Label	XS	S	M
Average	509	1249	39262
Min	2	2	1
Max	1956	16699	416205
Throughput	2,6/detik	3,4/detik	2,4/detik
Apdex	0,771	0,571	0,176

5. KESIMPULAN

Telah dilakukan pengujian terhadap performa sistem *e-learning* berbasis Moodle yang berjalan pada server STB Fiberhome HG680-P. Pengujian pertama dilakukan menggunakan pengaya Moodle Benchmark yang menggunakan 10 parameter pengujian. Seluruh parameter pengujian dengan Moodle Benchmark menghasilkan nilai di bawah ambang batas maksimal nilai yang diterima. Ketika dilakukan pengujian dengan JMeter, diperoleh hasil bahwa semakin meningkat jumlah pengguna yang mengakses sistem akan menurunkan performa layanan. Namun sistem masih dapat memberikan layanan yang stabil jika dilihat dari sisi jumlah akses dalam satu detik untuk 3 skenario pengujian yang dilakukan. Berdasarkan nilai Apdex dapat disimpulkan bahwa sistem dapat memberikan pelayanan yang baik bila di akses oleh 30 orang pengguna secara bersamaan. Dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan perangkat STB bekas seperti Fiberhome HG680-P dapat menjadi solusi infrastruktur sistem *e-learning* bagi institusi pendidikan yang tidak memerlukan sistem kinerja tinggi. Perangkat STB seperti Fiberhome HG680-P

dapat menjadi pilihan untuk pengembangan sistem *e-learning* berbiaya rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Mason and F. Rennie, *Elearning: The Key Concepts*. 2006. doi: 10.4324/9780203099483.
- [2] L. Clark, *Practical Tinker Board: Getting Started and Building Projects with the ASUS Single-Board Computer*. Apress, 2018.
- [3] D. D. Nuriyanti and others, "Pengembangan E-Learning Berbasis Moodle Sebagai Media Pembelajaran Sistem Gerak di SMA," Universitas Negeri Semarang, 2013.
- [4] L. Herayanti, M. Fuaddunnazmi, and H. Habibi, "Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Moodle pada Mata Kuliah Fisika Dasar," *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, vol. 1, no. 3, pp. 205–209, 2017.
- [5] R. Irawan and H. D. Surjono, "Pengembangan e-learning berbasis moodle dalam meningkatkan pemahaman lagu pada pembelajaran bahasa inggris," *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, vol. 5, no. 1, pp. 1–11, 2018.
- [6] A. Y. Priyo, "Pemanfaatan Single-Board Computer pada Sistem Pengukur Suhu Ruangan: Studi Kasus Ruang Server STMIK STIKOM Bali," *Proceedings Konferensi Nasional Sistem dan Informatika (KNS&I)*, 2015.
- [7] B. Yuwono, S. P. Nugroho, and H. Heriyanto, "Pengembangan Model Public Monitoring System Menggunakan Raspberry Pi," *Telematika: Jurnal Informatika dan Teknologi Informasi*, vol. 12, no. 2, pp. 123–133, 2015.
- [8] E. Susanti, J. Triyono, and R. Pi, "Pengembangan sistem pemantau dan pengendali kendaraan menggunakan raspberry pi dan firebase," *Jurnal Informatika*, vol. 1, pp. 144–153, 2016.
- [9] D. I. Permatasari, "Pengujian aplikasi menggunakan metode load testing dengan apache jmeter pada sistem informasi pertanian," *JUSTIN (Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 8, no. 1, pp. 135–139, 2020.