



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

PENGEMBANGAN MODEL LMS BERBASIS *SERVERLESS* UNTUK MENGATASI MASALAH KINERJA DI LINGKUNGAN PADAT PENGGUNA

MUHAMMAD JAKA UTAMA



PROGRAM MAGISTER ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Pengembangan Model LMS Berbasis *Serverless* untuk Mengatasi Masalah Kinerja di Lingkungan Padat Pengguna” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juni 2025

Muhammad Jaka Utama
G6501211015



RINGKASAN

MUHAMMAD JAKA UTAMA. Pengembangan Model LMS Berbasis *Serverless* untuk Mengatasi Masalah Kinerja di Lingkungan Padat Pengguna. Dibimbing oleh SHELVE NIDYA NEYMAN dan KARLISA PRIANDANA.

Moodle adalah salah satu aplikasi *Learning Management System* (LMS) yang berperan penting dalam pembelajaran secara daring. Salah satu faktor penting yang perlu diperhatikan dari LMS Moodle adalah kinerja di lingkungan padat pengguna. Padat pengguna mengacu pada situasi di mana jumlah pengguna melebihi kapasitas yang dapat ditangani oleh sistem tersebut.

Penelitian ini bertujuan menghasilkan suatu pilihan model arsitektur LMS Moodle agar dapat menangani masalah kinerja dalam lingkungan padat pengguna. Pendekatan *serverless* dipilih karena keunggulannya dalam otomatisasi skala, efisiensi biaya, dan kemudahan pemeliharaan. Arsitektur yang dikembangkan merupakan model *hybrid* yang memadukan layanan *Infrastructure as a Service* (IaaS) dan *Platform as a Service* (PaaS) dari *Amazon Web Services* (AWS). Komponen utama model terdiri atas *core system* Moodle yang berjalan di EC2 dengan *container* Docker dan *autoscaling*, *database* menggunakan Aurora *Serverless*, *session handler* menggunakan ElastiCache Redis, dan penyimpanan *file* menggunakan *Elastic File System* (EFS).

Penelitian dilakukan melalui empat tahap: identifikasi masalah, perancangan model LMS, implementasi, dan analisis. Data pengunjung dan laporan gangguan sistem LMS IPB digunakan sebagai dasar identifikasi. Perancangan model dilakukan dengan mempertimbangkan kebutuhan kinerja tinggi, skalabilitas, dan keandalan, terutama pada jam sibuk. Implementasi dilakukan di *region* Asia Tenggara AWS dengan konfigurasi *server* yang dapat diskalakan secara otomatis berdasarkan beban.

Evaluasi dan analisis model dilakukan dengan tiga pendekatan. Pertama, observasi langsung penggunaan model selama satu semester menunjukkan peningkatan kapasitas pengunjung harian tanpa keluhan pengguna. Kedua, pengujian penilaian dasar model LMS menggunakan *benchmark plugin* Moodle menghasilkan skor waktu proses seluruh aspek di bawah *acceptable limit*, menunjukkan kinerja optimal. Ketiga, uji simulasi beban dilakukan dengan memanfaatkan Locust untuk menghasilkan *concurrent user* hingga 10.000. Hasil menunjukkan bahwa tanpa pengaturan batas minimal *resource*, model mampu menangani hingga 1.500 pengguna bersamaan dengan *respons time* kurang dari 2.500 ms dan *failure request* kurang dari 1%. Ketika disesuaikan dengan batas minimal berdasarkan regresi linear, model dapat menangani hingga 10.000 pengguna dengan stabil, meskipun masih ditemukan sedikit kegagalan layanan akibat keterbatasan *bandwidth* akun AWS.

Berdasarkan analisis penelitian ini menunjukkan bahwa model LMS berbasis *serverless* yang dikembangkan terbukti mampu meningkatkan kinerja sistem dalam menangani kondisi padat pengguna. Model ini memungkinkan layanan pembelajaran daring berjalan lebih stabil, responsif, dan adaptif terhadap fluktuasi beban. Implikasi dari temuan ini adalah bahwa institusi pendidikan dapat mempertimbangkan pendekatan arsitektur *serverless* sebagai solusi efektif dalam pengelolaan LMS, khususnya untuk kebutuhan skala besar.

Kata kunci: *learning management system*, Moodle, padat pengguna, *serverless*

SUMMARY

MUHAMMAD JAKA UTAMA. Designing LMS Model Based on Serverless to Solve Performance Issue on High Concurrency Workload. Supervised by SHELVE NIDYA NEYMAN and KARLISA PRIANDANA.

Learning Management System (LMS) is a software platform designed to manage online learning processes. Moodle is one of the LMS applications commonly used in educational institutions. One important factor to consider in Moodle LMS is its performance in high concurrency workload environments. high concurrency workload refers to situations where the number of users exceeds the system's capacity. In general, high concurrency workload issues are related to load balancing, which ensures that the load is not concentrated on a single server.

This research aims to develop a serverless-based LMS architectural model to address performance issues in high-concurrency workload environments. A serverless approach was chosen due to its advantages in automated scaling, cost efficiency, and simplified maintenance. The proposed architecture is a hybrid model combining Infrastructure as a Service (IaaS) and Platform as a Service (PaaS) from Amazon Web Services (AWS). The core components include the Moodle core system hosted on Docker containers within EC2 with autoscaling, a serverless Aurora database, Redis-based session handler via ElastiCache, and Elastic File System (EFS) for file storage.

The research was conducted in four stages: problem identification, model design, implementation, and analysis. User traffic data and system error reports from IPB's LMS were collected to support the problem analysis. The model was designed to handle high traffic and maintain stability during peak periods. Implementation was carried out in AWS Southeast Asia region, enabling the system to scale resources automatically based on workload demand.

The model was evaluated using three approaches. First, observational analysis during one semester showed an increase in daily users without user complaints. Second, performance scoring using the Moodle benchmark plugin confirmed optimal results, with all performance indicators well below the acceptable thresholds. Third, stress testing with Locust simulated up to 10,000 concurrent users. Without preconfigured minimum resources, the model sustained up to 1,500 concurrent users with <2,500 ms response time and <1% failure requests. After adjusting the minimum resource thresholds based on linear regression analysis, the system maintained stable performance up to 10,000 users, though minor request failures occurred due to AWS bandwidth limitations.

The key finding of this study is that the developed serverless LMS model significantly improves system performance under high-concurrency workloads. The model ensures the LMS remains stable, responsive, and scalable. This implies that educational institutions may consider adopting serverless architectures as an effective solution for large-scale LMS deployments, particularly to support flexible and reliable online learning services.

Keywords: high concurrency workload, learning management system, Moodle, serverless

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025¹
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PENGEMBANGAN MODEL LMS BERBASIS SERVERLESS UNTUK MENGATASI MASALAH KINERJA DI LINGKUNGAN PADAT PENGGUNA

MUHAMMAD JAKA UTAMA

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Magister Ilmu Komputer

**PROGRAM MAGISTER ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Tesis : Pengembangan Model LMS Berbasis *Serverless* untuk Mengatasi Masalah Kinerja di Lingkungan Padat Pengguna
Nama : Muhammad Jaka Utama
NIM : G6501211015

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Shelve Nidya Neyman, S.Kom., M.Si.



Pembimbing 2:
Dr. Karlisa Priandana, S.T., M.Eng.

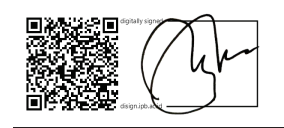


Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Toto Haryanto, S.Kom, M.Si.
NIP 19821117 201404 1 001



Dekan Sekolah Sains Data, Matematika, dan Informatika:
Prof. Dr. Ir. Agus Bueno, MSi, Mkom.
NIP 19660702 199302 1 001



Tanggal Ujian: 19 Maret 2025

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Mei 2023 sampai bulan Desember 2024 ini ialah Ilmu Keteknikan, Teknologi Informasi dan Perencanaan, dengan judul “Pengembangan Model LMS Berbasis *Serverless* untuk Mengatasi Masalah Kinerja dalam Lingkungan Padat Pengguna”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Dr. Shelve Nidya Neyman, S.Kom., M.Si. dan Dr. Karlisa Priandana, S.T., M.Eng. yang telah membimbing dan banyak memberi saran serta motivasi. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembahas kolokium, moderator kolokium, moderator seminar, dan penguji luar komisi pembimbing. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga dan istri yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juni 2025

Muhammad Jaka Utama



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 LMS	3
2.2 Moodle	3
2.3 Padat Pengguna	3
2.4 <i>Serverless</i>	4
2.5 AWS	4
2.6 EC2	4
2.7 ASG	5
2.8 ELB	5
2.9 EFS	5
2.10 <i>Session Handler</i> ElastiCache Redis	6
2.11 <i>Aurora Database</i>	6
2.12 Docker	6
2.13 Locust	7
III METODE	8
3.1 Alat dan Bahan	8
3.2 Prosedur Kerja	8
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	12
4.1 Identifikasi Masalah	12
4.2 Perancangan Model LMS	13
4.3 Implementasi Model LMS	14
4.4 Analisis Model LMS	15
V SIMPULAN DAN SARAN	21
5.1 Simpulan	21
5.2 Saran	21
DAFTAR PUSTAKA	22
LAMPIRAN	25
RIWAYAT HIDUP	31

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR TABEL

1	<i>Parameter</i> pengujian <i>scoring</i> model LMS	10
2	<i>Parameter</i> pengujian kinerja	11
3	Hasil <i>scoring</i> Moodle	17
4	Batas minimum terhadap jumlah <i>concurrent user</i>	20

DAFTAR GAMBAR

1	Tahapan-tahapan yang dilakukan pada penelitian	8
2	Jumlah pengunjung LMS IPB University setiap hari	12
3	Aplikasi LMS <i>down</i> berdasarkan laporan	12
4	Model LMS	13
5	Urutan implementasi model LMS pada penelitian	14
6	Jumlah pengunjung dengan laporan <i>down</i> LMS hasil implementasi	16
7	Hasil pengujian simulasi pertama. (A) CPU EC2; (B) Memory EC2; (C) <i>Database</i> ; (D) <i>Bandwidth</i> ; (E) <i>Failure Request</i> ; (F) <i>Response Time</i>	18
8	Hasil pengujian simulasi kedua (A) <i>Failure Request</i> ; (B) <i>Respons Time</i>	20

DAFTAR LAMPIRAN

1	<i>Docker script image core system</i>	26
2	<i>Script</i> pengujian	27
3	Hasil pengujian kinerja model LMS	30