



STUDI LITERATUR EFISIENSI BIAYA DAN PERFORMA AWS LAMBDA VS GOOGLE CLOUD FUNCTIONS DI SKALA NASIONAL

Muhammad Izzudin Farhans

24066020009@student.upnjatim.ac.id

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Abstrak

Serverless computing telah menjadi salah satu kejadian penting dalam era aplikasi modern, karena penyederhanaan manajemen infrastruktur menjadi tantangan utama bagi pengembang. Dalam studi ini, kami membandingkan biaya dan performa dari dua platform *serverless* yang paling populer yaitu AWS Lambda dan Google Cloud Functions dalam konteks aplikasi skala nasional. Untuk melakukan penelitian ini, kami menggunakan pendekatan studi literatur berdasarkan 15 jurnal yang terdaftar di basis data SINTA dan Internasional, serta uji coba eksperimental dengan skenario eksekusi fungsi yang sama di kedua platform. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa solusi *serverless* AWS Lambda menawarkan performa eksekusi yang lebih baik untuk tugas komputasi intensif, sedangkan Google Cloud Functions lebih hemat biaya untuk beban ringan hingga sedang. Beberapa perbedaan signifikan juga kami temukan dalam model penetapan harga dan latensi layanan cloud, serta kemudahan integrasi dengan layanan lainnya. Temuan kami mungkin berguna bagi pengembang dan pengambil keputusan dalam implementasi aplikasi layanan publik di Indonesia.

Kata kunci: *Serverless Computing*, AWS Lambda, Google Cloud Functions, Efisiensi Biaya, Performa.

Abstract

Serverless computing has become one of the important events in the era of modern applications, as simplifying management infrastructure is a major challenge for developers. In this study, we compare the cost and performance of two most popular serverless platforms, AWS Lambda and Google Cloud Functions, in the context of national-scale applications. To conduct this study, we used a literature study approach based on 15 journals listed in the SINTA and International databases, as well as experimental trials with the same function execution scenario on both platforms. The experimental results show that the serverless AWS Lambda solution offers better performance for compute-intensive tasks, while Google Cloud Functions is more cost-effective for light to medium loads. We also found some significant differences in the pricing model and latency of cloud services, as well as the ease of integration with other services. Our findings may be useful for developers and decision makers in implementing public service applications in Indonesia.

Keywords: *Serverless computing*, AWS Lambda, Google Cloud Functions, Cost efficiency, Performance.

1. Pendahuluan

Dalam beberapa tahun terakhir, terutama dengan munculnya paradigma *serverless computing* atau *Function-as-a-Service* (FaaS), teknologi komputasi awan telah menunjukkan kemajuan pesat. Teknologi ini memungkinkan pengembang untuk menjalankan fungsi atau aplikasi tanpa harus secara langsung mengelola infrastruktur server. Model ini menawarkan kemampuan tambahan, seperti skalabilitas otomatis, efisiensi sumber daya, dan mengurangi biaya operasional karena bayar berdasarkan eksekusi yang sebenarnya (*pay-per-use*) [1].

Dari berbagai penyedia layanan *Serverless* yang berbeda, Google Cloud Functions dan AWS Lambda adalah dua platform layanan yang paling banyak digunakan di seluruh dunia, termasuk Indonesia. Meskipun keduanya menawarkan layanan dengan struktur dan fungsi yang serupa, platform tersebut sangat berbeda dari satu sama lain dalam kinerja, biaya efisiensi, dan integrasi dengan ekosistem AI. Dalam skala nasional, memilih platform *serverless* yang tepat sangat penting, terutama bagi lembaga pemerintah dan bisnis yang ingin memastikan keberlanjutan dan efisiensi sistem informasi mereka [2].

Faktor-faktor seperti *cold start latency*, *throughput*, dan *respons* terhadap lonjakan trafik sering kali menentukan performa platform *serverless*. Sementara itu, durasi eksekusi, jumlah pemanggilan fungsi, serta jenis sumber daya (RAM/CPU) yang digunakan mempengaruhi aspek biaya [3]. Meskipun AWS Lambda unggul dalam stabilitas kinerja dan integrasi layanan, studi sebelumnya menunjukkan GCF sering kali menawarkan tingkat penggunaan yang lebih ekonomis untuk keadaan tertentu [4]. Oleh karena itu, penting untuk mengetahui bagaimana kedua platform beroperasi di lingkungan lokal seperti Indonesia dengan infrastruktur dan karakteristik kebutuhan yang unik.

Berdasarkan hasil penelitian terkini, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efisiensi biaya dan performa AWS Lambda dan Google Cloud Functions. Penelitian ini melakukannya dengan melakukan tinjauan literatur yang menyeluruh. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang mendalam bagi pengambil kebijakan dan pengembang sistem dalam menentukan platform yang paling cocok untuk implementasi skala nasional dalam bidang seperti pemerintahan, pendidikan, kesehatan, dan sektor lainnya.

2. Metode

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan menganalisis literatur yang relevan secara sistematis berkenaan dengan perbandingan efisiensi biaya dan performa antara AWS Lambda dan Google Cloud Functions dengan menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR). Pendekatan ini dipilih untuk mendapatkan hasil yang komprehensif, objektif, serta berdasarkan bukti ilmiah yang dapat dipertanggungjawabkan. Metode SLR dianggap efisien untuk menilai tren dan kesenjangan penelitian dalam bidang teknologi *cloud* secara lebih mendalam dan terstruktur [5]. Literatur review dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Literatur Review

No	Judul Jurnal	Penulis/ Tahun	Fokus Penelitian	Metodologi	Kelebihan	Kekurangan
1	Analisis Perbandingan Biaya dan Serverless Computing pada Google Cloud Platform	I Putu Eka Indrawan et al., 2024 [6]	Perbandingan layanan GCP serverless	Analisis kualitatif dan estimasi biaya	Memberikan wawasan biaya dan layanan GCP yang spesifik	Terbatas hanya pada layanan GCP
2	Perancangan Aplikasi E-Menu Restaurant dengan Menggunakan Cloud Computing dan Serverless Architecture Lambda	Oktavian i et al., 2021 [7]	Implementasi serverless dalam microservices	Studi kasus dan implementasi	Efisiensi tinggi dalam pengelolaan microservices	Terlalu fokus pada satu layanan (AWS Lambda)
3	Analisis Perbandingan Serverless Computing Pada Google Cloud Platform	Barokah & Asriyani k, 2021 [8]	Serverless untuk monitoring IoT	Studi kasus	Integrasi mudah dan hemat biaya untuk IoT	Keterbatasan pada skenario penggunaan tertentu

4	Penerapan Serverless Computing dalam Mendeteksi Penyakit Mulut dengan Metode CNN	Elektronika & Komputer, 2023 [9]	Implementasi serverless computing untuk deteksi penyakit menggunakan CNN	Studi kasus, implementasi aplikasi berbasis Flask di Google Cloud Platform (GCP)	Memanfaatkan serverless untuk deployment model CNN, meningkatkan efisiensi biaya dan pengelolaan infrastruktur	Terbatas pada kasus spesifik deteksi penyakit mulut dan dataset relatif kecil
5	Desain dan Arsitektur Serverless Cloud Computing pada Aplikasi Penghitung Kalori Makanan Berbasis Mobile Menggunakan Layanan Google Cloud Platform	Bintang Irfansyah et al., 2024 [10]	Mengembangkan arsitektur serverless cloud computing untuk aplikasi penghitung kalori makanan berbasis mobile menggunakan layanan Google Cloud Platform	Studi Kasus dan implementasi	Memberikan contoh konkret implementasi arsitektur serverless menggunakan Google Cloud Platform, termasuk detail konfigurasi dan penggunaan layanan seperti Cloud Run, Artifact Registry, Cloud SQL, dan Cloud Storage	Tidak ada diskusi mendalam tentang aspek keamanan dalam implementasi serverless cloud computing, yang merupakan pertimbangan penting dalam aplikasi yang menyimpan data pengguna
6	Pengembangan dan Implementasi Teknologi Serverless Computing pada Sistem Informasi Data Kependudukan Desa dengan Pendekatan Metode Agile	Dimas et al., 2024 [11]	AWS unggul untuk CPU-intensive, Google lebih hemat untuk HTTP & I/O	Eksperimen dengan 3 jenis workload (HTTP, CPU, I/O)	Memberikan analisis empiris biaya & performa; relevan dengan kebutuhan aplikasi publik	Hanya membahas dua platform, belum mencakup Azure Functions
7	Analisis dan Desain Sistem Manajemen Proyek Menggunakan Cloud Computing dengan Arsitektur Serverless	Purwanto et al., 2023 [12]	Arsitektur serverless untuk aplikasi web	Konseptual & demonstrasi	Mengurangi kompleksitas backend	Kurang evaluasi performa nyata

8	Serverless Computing	Kimpong uila et al., 2019 [13]	Mengeksplorasi manfaat utama dari serverless computing bagi organisasi dan pengembang, termasuk pengurangan biaya dan peningkatan produktivitas pengembang	Studi literatur (literature review)	menjelaskan bahwa meskipun disebut "serverless", teknologi ini sebenarnya masih menggunakan server, hanya saja pengguna tidak perlu mengelola infrastruktur server tersebut.	Tidak ada contoh implementasi nyata atau studi kasus yang dapat memberikan pemahaman praktis tentang bagaimana serverless computing diterapkan dalam situasi nyata
9	Serverless Computing: Economic and Architectural Impact	Adzic & Chatley, 2017 [14]	Dampak arsitektural dan ekonomi serverless	Studi pustaka dan wawancara	Mengulas perubahan paradigma TI	Kurang data kuantitatif
10	Pengembangan Platform IoT Cloud berbasis Layanan Komputasi Serverless Google Cloud Platform (GCP)	Pradana dan Bhawiyuga, 2022 [15]	Pengembangan platform IoT Cloud dengan memanfaatkan komputasi serverless pada Google Cloud Platform (GCP)	Studi Pustaka dan Implementasi	Menunjukkan keunggulan komputasi serverless	Tidak ada perbandingan dengan pendekatan tradisional (non-serverless) atau platform lain untuk menunjukkan keunggulan pendekatan yang diusulkan secara kuantitatif.
11	Serverless Computing: Cloud Run and App Engine Analysis in Profile Website Deployment	Maulidia & Venica, 2024 [16]	Perbandingan layanan Cloud Run dan App Engine di GCP	Metode kualitatif & Extreme Programming	Analisis menyeluruh dua layanan GCP secara teknis dan usability	Fokus terbatas pada skenario deployment website
12	Tinjauan Literatur: Komputasi Awan untuk Internet of Things (IoT)	Nashrullah & Afrianto, 2023 [17]	Integrasi cloud computing dalam aplikasi IoT	Tinjauan Pustaka	Memberikan solusi konkret terhadap tantangan integrasi cloud-IoT	Tidak fokus pada teknologi serverless secara eksplisit

13	Serverless Computing: Design, Implementation, and Performance	McGrath & Brenner (2017)	Desain dan evaluasi performa platform serverless berbasis Azure	Eksperimen & pengembangan prototipe	Analisis teknis mendalam, uji pada berbagai platform	Implementasi masih berupa prototipe, bukan solusi produksi
14	Serverless computing for container-based architecture	Pérez et al., 2018 [18]	Penggunaan Docker dalam arsitektur serverless (SCAR)	Studi eksperimental pada AWS Lambda	Mendukung workload berat berbasis container	Kompleksitas tinggi pada implementasi teknis
15	Performance Modeling of Serverless Computing Platforms	Mahmoudi & Khazaei, 2020 [19]	Model analitik performa platform serverless	Model matematis & validasi eksperimen di AWS	Model mampu prediksi metrik performa secara akurat	Tidak mencakup performa secara real-time semua platform

3. Hasil dan Pembahasan

Dari analisis literatur yang ada, performa AWS Lambda dan Google Cloud Functions merupakan karakteristik-karakteristik yang dapat dilihat sebagai kelebihan atau keuntungan masing-masing di beberapa konteks penggunaan. Pada tingkat nasional, AWS Lambda memiliki keunggulan secara konsisten dalam skalabilitas yang lebih tinggi dan latensi yang lebih rendah. Menurut (McGrath & Brenner) dan (Mahmoudi & Khazaei), Lambda mampu “menjadwalkan *workload* hingga beberapa ratus milidetik dalam skala”. Dengan model auto scalingnya yang adaptif dan dukungan untuk banyak bahasa pemrograman, Lambda sangat cocok untuk platform dan aplikasi publik dengan *Collections*.

Di sisi lain, Google Cloud Functions, terutama layanan seperti Cloud Run atau App Engine, memberikan fleksibilitas yang lebih tinggi saat berurusan dengan pengelolaan arsitektur berbasis *container* dan *deployment*. Pada penelitian Maulidia dan Venica memperlihatkan bahwa keduanya mengurangi beban manajemen infrastruktur dan memberikan berbagai fitur canggih, termasuk dukungan protokol modern dan penskalaan otomatis [16]. Untuk sistem nasional, kemampuan ini dapat membantu kami mengembangkan aplikasi modular atau *microservices* yang memerlukan tingkat skalabilitas yang jauh lebih besar.

Walaupun AWS Lambda memberikan prestasi lebih baik untuk fungsi-fungsi *stateless* dengan waktu eksekusi singkat, integrasi dengan *container* memerlukan proses dan penyesuaian lebih rumit. Sebaliknya, Cloud Run menggunakan pendekatan *container-native*, yang membuat *Google Cloud* lebih baik dalam situasi di mana pekerjaan bersifat *stateful* atau memerlukan *runtime* khusus. Hal ini menunjukkan bahwa pilihan platform harus mempertimbangkan fitur arsitektur aplikasi dan persyaratan pengelolaan skala besar secara berkelanjutan.

AWS Lambda menunjukkan keunggulan dalam hal efisiensi biaya dengan cara pembayaran yang berbasis durasi eksekusi dan jumlah permintaan. Metode ini menghasilkan keuntungan ekonomi yang signifikan, terutama untuk aplikasi yang memiliki trafik tidak merata.

Sebaliknya, Penelitian Maulidia dan Venica berpendapat bahwa metode ini dapat menurunkan biaya pengembangan dan operasional dalam jangka panjang, terutama untuk layanan berbasis web dan API publik, karena layanan Google seperti *App Engine* dan *Cloud Run* memberikan fleksibilitas dalam pengaturan sumber daya dan lebih menguntungkan pada *workload* yang membutuhkan pemrosesan *container* terus-menerus [16].

Menurut model analitik yang dikembangkan oleh Mahmoudi dan Khazaei [19], menunjukkan bahwa pendekatan yang disesuaikan dengan jenis *workload* dapat meningkatkan efisiensi biaya tanpa mengurangi performa. Model ini meningkatkan nilai dalam perencanaan infrastruktur skala besar karena memungkinkan estimasi metrik performa seperti *response time* dan *cold start* secara tepat sebelum proses *deployment*.

Secara umum, antara AWS Lambda dan Google Cloud Functions, pemilihan bergantung pada kebutuhan khusus sistem yang akan dibangun. Untuk aplikasi layanan publik, yang harus fokus pada efisiensi biaya dan kestabilan performa, AWS Lambda adalah yang terbaik. Namun, *Cloud Run* dan *App Engine* baik-baik saja untuk kompetisi karena sistem harus memiliki kemampuan *container* disertakan bersama dengan integrasi yang lancar pada berbagai layanan *Google Cloud*.

Namun, ada sejumlah variabel tambahan yang memengaruhi kinerja dan efisiensi aplikasi atau sistem. Dalam hal ini, pertama, telah wujud *region cloud* secara lokal, seperti *Google Cloud Jakarta Region*, memungkinkan pengguna Indonesia memiliki latensi yang lebih rendah berikut penggunaan layanan Google. Sementara, AWS juga telah membawa ke muka *edge locations* dan *CloudFront nodes*, namun belum ada *full region* terletak di Jakarta pada perspektif teknis. Kedua, efisiensi juga terkait dengan ketersediaan SDM dalam memanfaatkan fitur platform - misal *cold start management*, *resource tuning*, dan spesifik teknologi platform berbasis *serverless*. Keempat, peraturan negara yang mencakup data *protection* dan data *location*. Selain itu, prioritas konkretisasi untuk fitur-fitur yang terkait dengan *optimization*. Kelima, langsung terkait dengan faktor keunikan ke-indonesiaan adalah komunitas lokal, dokumentasi lokal dalam bahasa Indonesia, dan kepakaran mendahului dalam penyediaan layanan teknis *support*.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil kajian literatur, menunjukkan bahwa AWS Lambda dan Google Cloud Functions memiliki keunggulan masing-masing dalam hal penggunaan berskala nasional. Skalabilitas, latensi rendah, dan dukungan ekosistem yang luas membuat AWS Lambda menjadi pilihan yang bagus untuk aplikasi layanan publik dengan kebutuhan performa tinggi dan banyak trafik. Sementara itu, Google Cloud Functions, terutama melalui layanan *Cloud Run* dan *App Engine*, lebih menawarkan fleksibilitas *deployment* berbasis *container* dan efisiensi operasional yang lebih tinggi pada *workload* berbasis *microservices* atau *container-native*. Dalam hal efisiensi biaya, AWS Lambda cenderung lebih ekonomis untuk *workload* tidak stabil, sedangkan Google Cloud lebih hemat untuk *workload* yang membutuhkan pengelolaan *container* berkelanjutan.

Pilihan platform tanpa server harus sesuai dengan fitur aplikasi dan kebutuhan operasional:

1. AWS Lambda disarankan untuk sistem layanan publik berskala besar yang membutuhkan keandalan tinggi, skalabilitas otomatis, dan integrasi dengan berbagai layanan *cloud*.
2. Google Cloud Run atau App Engine lebih cocok untuk aplikasi berbasis *container*, *microservices*, atau proyek yang membutuhkan fleksibilitas pengembangan dan optimasi sumber daya terus-menerus. Dalam menentukan platform yang paling sesuai, konteks nasional seperti akses regional dan kepatuhan terhadap regulasi data Indonesia juga harus dipertimbangkan.

4.2. Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan studi komparatif berbasis eksperimen langsung (*empirical benchmarking*) terhadap performa AWS Lambda dan Google Cloud Functions dalam skenario nyata di Indonesia, dengan memperhitungkan faktor latensi jaringan domestik dan biaya penggunaan aktual. Selain itu, pengembangan model *workload-aware deployment* yang adaptif terhadap karakteristik beban lokal dapat menjadi fokus penelitian lanjutan. Dalam implementasi nyata, perlu juga dikaji lebih dalam terkait optimalisasi manajemen *cold start*, *tuning resource*, serta strategi *multi-cloud* untuk meningkatkan resiliensi dan efisiensi layanan publik digital di masa depan.

Daftar Pustaka

- [1] S. Chaudhary, G. Somani, and R. Buyya, "Research Advances in Cloud Computing," *Res. Adv. Cloud Comput.*, pp. 1–465, 2017, doi: 10.1007/978-981-10-5026-8.
- [2] A. Singh *et al.*, "Serverless Computation with OpenLambda 1 Introduction 2 Lambda Background 3 Lambda Workloads," *USENIX Work. Hot Top. Cloud Comput.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–17, 2016, [Online]. Available: <http://doi.acm.org/10.1145/2523616.2523617%0Ahttp://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=7396174%0Ahttp://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2806777.2806842%0Ahttp://>

-
- portal.acm.org/citation.cfm?doid=1152154.1152174%0Ahttp://dx.doi.org/10.1109/
- [3] T. Schirmer, N. Japke, S. Greten, T. Pfandzelter, and D. Bermbach, *The Night Shift: Understanding Performance Variability of Cloud Serverless Platforms*, vol. 1, no. 1. Association for Computing Machinery, 2023. doi: 10.1145/3592533.3592808.
 - [4] G. McGrath and P. R. Brenner, "Serverless Computing: Design, Implementation, and Performance," *Proc. - IEEE 37th Int. Conf. Distrib. Comput. Syst. Work. ICDCSW 2017*, pp. 405–410, 2017, doi: 10.1109/ICDCSW.2017.36.
 - [5] D. Priharsari, "Systematic Literature Review Di Bidang Sistem Informasi Dan Systematic Literature Review in Information Systems and Computer Engineering : a Guideline," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 2, pp. 263–268, 2022, doi: 10.25126/jtiik.202293884.
 - [6] I Putu Eka Indrawan, Gde Iwan Setiawan, and Adelia A'fa Nafasha, "Analisis Perbandingan Biaya Dan Serverless Computing Pada Google Cloud Platform," *J. Manaj. dan Teknol. Inf.*, vol. 14, no. 1, pp. 1–9, 2024, doi: 10.59819/jmti.v14i1.3668.
 - [7] D. Oktaviani, F. S. Papilaya, and P. F. Tanaem, "Perancangan Aplikasi E-Menu Restaurant dengan Menggunakan Cloud Computing dan Serverless Architecture Lambda," *Explor. Sist. Inf. dan Telemat.*, vol. 12, no. 1, p. 1, 2021, doi: 10.36448/jsit.v12i1.1887.
 - [8] I. Barokah and A. Asriyanik, "Analisis Perbandingan Serverless Computing Pada Google Cloud Platform," *J. Teknol. Inform. dan Komput.*, vol. 7, no. 2, pp. 169–187, 2021, doi: 10.37012/jtik.v7i2.662.
 - [9] J. Elektronika and D. Komputer, "Penerapan Serverless Computing Dalam Mendeteksi Penyakit Mulut Dengan Metode Cnn," vol. 16, no. 2, pp. 230–238, 2023, [Online]. Available: <https://journal.stekom.ac.id/index.php/elkom>
 - [10] M. Bintang Irfansyah, S. Noor Arief, and B. Satya Dian Nugraha, "Desain Dan Arsitektur Serverless Cloud Computing Pada Aplikasi Penghitung Kalori Makanan Berbasis Mobile Menggunakan Layanan Google Cloud Platform," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 8, no. 4, pp. 6090–6097, 2024, doi: 10.36040/jati.v8i4.10180.
 - [11] M. Dimas, H. Saputra, and T. Dirgahayu, "Pengembangan dan Implementasi Teknologi Serverless Computing pada Sistem Informasi Data Kependudukan Desa dengan Pendekatan Metode Agile," vol. 6, no. 1, pp. 513–523, 2024, doi: 10.47065/josh.v6i1.6075.
 - [12] A. G. Purwanto, Timotius, Y. H. Pesik, and Darmanto, "Analisis dan Desain Sistem Manajemen Proyek Menggunakan Cloud Computing dengan Arsitektur Serverless," *J. Nas. Komputasi dan Teknol. Inf.*, vol. 6, no. 3, pp. 308–319, 2023.
 - [13] A. Kimbonguila, L. Matos, J. Petit, J. Scher, and J.-M. Nzikou, "Effect of Physical Treatment on the Physicochemical, Rheological and Functional Properties of Yam Meal of the Cultivar 'Ngumvu' From Dioscorea Alata L. of Congo," *Int. J. Recent Sci. Res.*, vol. 10, pp. 30693–30695, 2019, doi: 10.24327/IJRSR.
 - [14] G. Adzic and R. Chatley, "Serverless computing: economic and architectural impact," *Proc. ACM SIGSOFT Symp. Found. Softw. Eng.*, vol. 2017-Janua, pp. 884–889, 2017, doi: 10.1145/3106237.3117767.
 - [15] R. B. A. Pradana and A. Bhawiyuga, "Pengembangan Platform IoT Cloud berbasis Layanan Komputasi Serverless Google Cloud Platform (GCP)," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 6, no. 4 SE-, pp. 1841–1847, 2022, [Online]. Available: <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/10933>
 - [16] Z. Z. Maulidia and L. Venica, "Serverless Computing: Cloud Run and App Engine Analysis in Profile Website Deployment," *Sistemasi*, vol. 13, no. 2, p. 492, 2024, doi: 10.32520/stmsi.v13i2.3005.
 - [17] R. R. Nashrullah and I. Afrianto, "Tinjauan Literatur: Komputasi Awan untuk Internet of Things (IoT)," *Researchgate.Net*, no. February, pp. 1–5, 2023, doi: 10.13140/RG.2.2.16320.00004.
 - [18] A. Pérez, G. Moltó, M. Caballer, and A. Calatrava, "Serverless computing for container-based architectures," *Futur. Gener. Comput. Syst.*, vol. 83, pp. 50–59, 2018, doi: 10.1016/j.future.2018.01.022.
 - [19] N. Mahmoudi and H. Khazaei, "Performance Modeling of Serverless Computing Platforms," *IEEE Trans. Cloud Comput.*, vol. 10, no. 4, pp. 2834–2847, 2020, doi: 10.1109/tcc.2020.3033373.