

SIMULASI IMPLEMENTASI *GALERA CLUSTER* UNTUK REPLIKASI SINKRON PADA SISTEM BASIS DATA UNDIKSHA

Oleh

Raka Putra Atmaja, NIM 2215101010

Program Studi Ilmu Komputer

Jurusan Teknik Informatika

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan serta membandingkan performa *Galera Cluster* dan *InnoDB Cluster* sebagai solusi *high availability* dan replikasi basis data pada sistem basis data Universitas Pendidikan Ganesha. *InnoDB Cluster* menggunakan mekanisme *Group Replication* dengan arsitektur *single-primary* sehingga seluruh transaksi tulis diproses oleh satu *primary node*, sedangkan *Galera Cluster* menerapkan replikasi sinkron berbasis *Write Set Replication* dengan arsitektur *multi-master* yang memungkinkan setiap *node* menerima transaksi baca maupun tulis. Perbedaan arsitektur tersebut diperkirakan menghasilkan karakteristik performa dan ketersediaan layanan yang berbeda, sehingga diperlukan evaluasi melalui pengujian yang terukur. Penelitian dilaksanakan menggunakan metode *Network Development Life Cycle* yang meliputi tahap analisis, desain, simulasi prototipe, implementasi, dan monitoring, dengan tiga *virtual machine* sebagai *node* basis data pada masing-masing arsitektur. Pengujian dijalankan melalui *Windows Subsystem for Linux* menggunakan *Sysbench* sebagai pembangkit beban transaksi, pada kondisi tiga *node* aktif dan kondisi *degraded* dua *node* aktif, masing-masing dengan sepuluh kali pengulangan. Parameter yang diamati meliputi waktu replikasi, *throughput*, *latency*, penggunaan CPU, penggunaan memori, *Recovery Time Objective*, dan *Mean Time To Recovery*, yang dianalisis menggunakan *Wilcoxon Signed-Rank Test* beserta pengukuran *effect size*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua arsitektur mampu mempertahankan konsistensi data pada seluruh skenario pengujian. *Galera Cluster* unggul secara signifikan pada sebagian besar metrik performa dengan kategori *effect size* yang didominasi *large effect*, serta memiliki RTO yang lebih rendah, sedangkan *InnoDB Cluster* menunjukkan *MTTR* yang lebih cepat setelah proses *failover*. Dengan demikian, *Galera Cluster* secara teknis layak dipertimbangkan sebagai alternatif arsitektur basis data di UPA TIK, khususnya untuk kebutuhan distribusi beban transaksi dan ketersediaan layanan tinggi. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menguji kedua arsitektur pada skala data dan jumlah *node* yang lebih besar, menempatkan *load balancer* pada *server* tersendiri, serta melakukan pengujian pada lingkungan produksi nyata guna memvalidasi kelayakan implementasinya secara menyeluruh.

Kata-kata kunci: *Galera Cluster*, *InnoDB Cluster*, replikasi sinkron, *high availability*, *Sysbench*.

SIMULATION OF GALERA CLUSTER IMPLEMENTATION FOR SYNCHRONOUS REPLICATION IN THE UNDIKSHA DATABASE SYSTEM

By

Raka Putra Atmaja, NIM 2215101010

Computer Science Program

Department of Computer Science

ABSTRACT

This research aims to implement and compare the performance of Galera Cluster and InnoDB Cluster as high availability and database replication solutions for the database system of Universitas Pendidikan Ganesha. InnoDB Cluster uses a Group Replication mechanism with a single-primary architecture, in which all write transactions are processed by one primary node, whereas Galera Cluster applies synchronous replication based on Write Set Replication with a multi-master architecture that allows every node to receive both read and write transactions. This architectural difference is expected to produce distinct performance and availability characteristics, requiring evaluation through measurable testing. The research was conducted using the Network Development Life Cycle method, covering the stages of analysis, design, prototype simulation, implementation, and monitoring, with three virtual machines serving as database nodes for each architecture. Testing was performed through Windows Subsystem for Linux using Sysbench as the transaction load generator, under a three-active-node condition and a degraded two-active-node condition, each with ten repetitions. The observed parameters included replication time, throughput, latency, CPU usage, memory usage, Recovery Time Objective, and Mean Time To Recovery, analyzed using the Wilcoxon Signed-Rank Test along with effect size measurement. The results show that both architectures were able to maintain data consistency across all testing scenarios. Galera Cluster significantly outperformed on most performance metrics, with effect sizes dominated by the large category, and achieved a lower RTO, while InnoDB Cluster showed a faster MTTR after failover. Thus, Galera Cluster is technically feasible to consider as an alternative database architecture at UPA TIK, particularly for transaction load distribution and high service availability needs. Future research is recommended to test both architectures at larger data scales and node counts, place the load balancer on a separate server, and conduct testing in a real production environment to fully validate implementation feasibility.

Keywords: *Galera Cluster, InnoDB Cluster, synchronous replication, high availability, Sysbench..*