

BAB V KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis performa *Dashboard* Admin Sistem CPL berbasis OBE pada *server* lokal dan VPS UNUGHA, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Peningkatan jumlah pengguna virtual menyebabkan kenaikan response time serta perlambatan, stagnasi, atau penurunan throughput pada endpoint `/api/dashboard/stats`, `/api/dashboard/dosen`, dan `/api/dashboard/students`. Seluruh permintaan tetap berhasil diproses dengan error rate sebesar 0%, sedangkan penggunaan memori pada kedua lingkungan relatif stabil. Dengan demikian, penurunan performa terutama ditunjukkan oleh peningkatan waktu respons, kejenuhan kapasitas pemrosesan, dan peningkatan penggunaan CPU proses Node.js.
2. Server lokal menghasilkan response time lebih rendah pada skenario 1 hingga 20 pengguna, tetapi mulai mengalami penurunan performa pada 50 pengguna. VPS UNUGHA masih mempertahankan performa yang lebih baik hingga 50 pengguna dan mulai menurun pada 100 pengguna. Pada 200 pengguna, server lokal dikategorikan kurang dengan response time 5.987,6–6.170,7 ms, sedangkan VPS UNUGHA masih dikategorikan cukup dengan nilai 3.692,5–3.768,1 ms. Pada 500 pengguna, kedua lingkungan dikategorikan buruk atau tidak stabil karena response time melebihi 10 detik dan throughput tidak lagi meningkat. Hasil VPS UNUGHA merupakan pengukuran end-to-end melalui internet menuju domain `obe.unugha.ac.id`, sehingga turut mencakup latensi jaringan dan tidak dimaksudkan sebagai perbandingan murni perangkat keras.
3. Dugaan bottleneck mengarah pada beban akses dan pengolahan data endpoint `/api/dashboard/students`, keterbatasan pemrosesan pada proses Node.js, serta mekanisme in-app caching yang masih bergantung pada memori proses aplikasi. Endpoint `/api/dashboard/students` menghasilkan response time tertinggi, yaitu 15.894,4 ms pada server lokal dan 10.714,6 ms pada VPS UNUGHA. Berdasarkan temuan tersebut, rekomendasi perbaikan meliputi query refactoring, penyesuaian jumlah proses dan kapasitas prosesor pada server lokal, penerapan PM2 cluster mode pada VPS UNUGHA, serta migrasi cache menuju external in-memory datastore. Rekomendasi tersebut belum diimplementasikan maupun diuji ulang dalam penelitian ini.

B. Saran

Berdasarkan hasil pengujian, analisis parameter performa, identifikasi dugaan *bottleneck*, dan keterbatasan penelitian, saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Pengembang sistem disarankan menerapkan perbaikan pada lapisan akses data, pemanfaatan prosesor, dan mekanisme caching. Perbaikan akses data diprioritaskan pada endpoint `/api/dashboard/students` melalui query refactoring, penggunaan select projection, pengurangan over fetching, penerapan pagination, dan penggunaan indeks basis data yang sesuai. Pada server lokal, jumlah proses aplikasi perlu disesuaikan dengan jumlah inti prosesor dan kapasitas prosesor dapat ditingkatkan apabila digunakan sebagai lingkungan produksi. Sementara itu, pada VPS UNUGHA, aplikasi dapat dijalankan menggunakan beberapa worker process melalui PM2 cluster mode. Mekanisme in-app caching juga disarankan untuk dikembangkan menjadi external caching menggunakan layanan in-memory datastore, seperti Redis.
2. Setelah rekomendasi teknis diterapkan, perlu dilakukan pengujian ulang menggunakan endpoint, data, parameter, dan skenario beban yang sama untuk mengetahui pengaruh perbaikan terhadap performa sistem. Penelitian selanjutnya juga disarankan menggunakan data operasional serta menambahkan endurance testing dan spike testing agar kestabilan sistem dapat dievaluasi pada kondisi yang lebih mendekati penggunaan nyata.