

RINGKASAN

PERBANDINGAN KINERJA NGINX DAN HAPROXY SEBAGAI LOAD BALANCER UNTUK PROTOKOL HTTP/1.1, HTTP/2, DAN HTTP/3

Rudi Tri Setyadi

Kompleksitas halaman web modern yang terus meningkat menyebabkan beban lalu lintas jaringan semakin tinggi dan berpotensi menurunkan kinerja layanan web. Untuk mengatasinya, pendekatan *horizontal scaling* dengan penambahan *backend server* diterapkan, sehingga memerlukan solusi *load balancer* yang efisien. Di sisi lain, perkembangan protokol HTTP, khususnya HTTP/2 dan HTTP/3, menawarkan peningkatan kinerja namun juga membawa tantangan kompatibilitas dan implementasi. Hal ini juga berpengaruh pada nginx dan HAProxy sebagai perangkat lunak *load balancer* yang banyak dipakai.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja nginx dan HAProxy dalam menangani lalu lintas HTTP/1.1, HTTP/2 dan HTTP/3 dengan dua skenario: kondisi beban koneksi konkuren dan jaringan yang terganggu. Eksperimen dirancang dalam lingkungan virtual pada cloud VPS dengan topologi yang terdiri dari *backend server*, *load balancer*, *monitoring server*, dan klien. Skenario pertama mengukur kinerja pada tingkat koneksi konkuren 1–1000 koneksi. Skenario kedua mensimulasikan gangguan jaringan menggunakan NetEm dengan variasi latensi (25 ms, 50 ms) dan *packet loss* (2%, 4%). Pengujian dilakukan menggunakan alat uji h2load untuk mengukur metrik *requests per second* (RPS), *response time*, dan *error rate*. Prometheus dan Grafana digunakan untuk memantau penggunaan CPU dan RAM.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja HAProxy secara umum unggul, terutama dalam menangani beban koneksi konkuren, dengan rata-rata RPS 4% lebih tinggi pada HTTP/1.1 dan 13% lebih tinggi pada HTTP/2. Meskipun implementasi HTTP/3 pada kedua *load balancer* masih bersifat eksperimental, HAProxy menunjukkan stabilitas yang lebih baik dengan *error rate* 89% lebih rendah pada tingkat beban 1000 koneksi. Pada skenario jaringan terganggu, implementasi HTTP/3 HAProxy terbukti lebih andal. Pada simulasi latensi, implementasi HTTP/3 HAProxy menghasilkan rata-rata RPS 86% lebih tinggi. Pada *packet loss* 4%, HTTP/3 pada HAProxy menghasilkan RPS 16% lebih tinggi dibanding HTTP/2. Sementara itu, HTTP/3 pada nginx kinerjanya masih lebih rendah dari HTTP/2 pada kondisi yang sama.

Kata kunci: nginx, HAProxy, penyeimbang beban, HTTP/2, HTTP/3, performa web

SUMMARY

PERFORMANCE COMPARISON OF NGINX AND HAPROXY AS LOAD BALANCERS FOR HTTP/1.1, HTTP/2, AND HTTP/3 PROTOCOLS

Rudi Tri Setyadi

The increasing complexity of modern web pages has led to surging network traffic loads, potentially degrading web service performance. To address this, a horizontal scaling approach involving the addition of backend servers is employed, necessitating efficient load balancing solutions. Conversely, the evolution of HTTP protocols, specifically HTTP/2 and HTTP/3, offers performance enhancements while simultaneously introducing compatibility and implementation challenges. This significantly impacts nginx and HAProxy, two widely adopted load balancing software solutions.

This study aims to evaluate the performance of nginx and HAProxy in handling HTTP/1.1, HTTP/2, and HTTP/3 traffic under two scenarios: concurrent connection loads and network impairments. Experiments were designed within a virtualized cloud VPS environment featuring a topology comprising backend servers, a load balancer, a monitoring server, and a client. The first scenario measured performance at concurrency levels ranging from 1 to 1,000 connections. The second scenario simulated network impairments using NetEm, with latency variations (25 ms, 50 ms) and packet loss rates (2%, 4%). Testing was conducted using the h2load benchmarking tool to measure requests per second (RPS), response time, and error rate metrics. Prometheus and Grafana were utilized to monitor CPU and RAM usage.

Results indicate HAProxy generally outperformed nginx, particularly in handling concurrent connection loads, achieving an average RPS that was 4% higher for HTTP/1.1 and 13% higher for HTTP/2. Although HTTP/3 implementations on both load balancers remain experimental, HAProxy demonstrated superior stability, exhibiting an error rate 89% lower at a load of 1,000 connections. In the network impairment scenario, HAProxy's HTTP/3 implementation proved to be more reliable. Under latency simulation, HAProxy's HTTP/3 implementation yielded an average RPS that was 86% higher. At 4% packet loss, HTTP/3 on HAProxy achieved an RPS 16% higher than that of HTTP/2. Conversely, the performance of HTTP/3 on nginx remained lower than its HTTP/2 counterpart under identical conditions.

Keywords: nginx, HAProxy, load balancer, HTTP/2, HTTP/3, web performance