IMPLEMENTASI NETWORK ATTACHED STORAGE (NAS) DENGAN HORIZONTAL SCALING UNTUK BERBAGI FILE SECARA INTRANET

Muhammad Anis Al Hilmi[1*], Raswa[2], Robi Robiyanto[3], Lukman Hakim[4]
[1,2,3,4]*Jurusan Teknik Informatika, Politeknik Negeri Indramayu*

[*]*Email*: alhilmi1@gmail.com

ABSTRAK

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan bersama mitra SMK Telematika Indramayu untuk mengatasi kendala dalam praktikum di laboratorium terkait berbagi file berukuran besar, seperti file *.iso. Tantangan yang dihadapi meliputi kualitas jaringan internet yang tidak stabil dan letak laboratorium yang berada di lantai berbeda. Solusi yang diimplementasikan adalah penggunaan *Network Attached Storage* (NAS) berbasis mini komputer Raspberry Pi yang disusun dalam kluster (*horizontal scaling*), terdiri dari *worker* dan *load balancer*, untuk mengatur lalu lintas pengguna dan mengoptimalkan kecepatan unduh. Selain itu, sistem ini dirancang untuk memaksimalkan ketersediaan layanan (*High Availability*). Pengujian dilakukan dalam skala laboratorium dengan 30 pengguna dan variasi ukuran file antara 100MB hingga 2,1GB, melalui dua skenario pengujian. Parameter yang diukur mencakup kecepatan unduh, durasi unduh, ketersediaan layanan, serta perbandingan dua algoritma pembagi beban: *round-robin* dan *least-connection*. Hasil pengujian menunjukkan kecepatan unduh rata-rata sekitar 5 Mbps dengan waktu unduh antara 6 hingga 7 menit per file. Dengan kinerja *algoritma round-robin* yang lebih baik daripada *least-connection*. Dengan *node* yang disusun *cluster/horizontal scaling*, ketersediaan layanan (*High Availability*) juga berhasil dipertahankan meski ada *node* yang dimatikan. Dari hasil kuesioner terhadap mitra, solusi NAS dengan *horizontal scaling* dirasa baik dalam meningkatkan kelancaran proses praktikum di lab.

Kata kunci: NAS, Raspberry Pi, Load Balancer, File Sharing, High Availability, Round-Robin, Least-connection.

ABSTRACT

*This community service activity was carried out together with SMK Telematika Indramayu partners to overcome obstacles in laboratory practicums related to sharing large files, such as *.iso files. The challenges faced included unstable internet network quality and the location of the laboratory on different floors. The solution implemented was the use of Network Attached Storage (NAS) based on Raspberry Pi minicomputers arranged in clusters (horizontal scaling), consisting of workers and load balancers, to manage user traffic and optimize download speeds. In addition, this system was designed to maximize service availability (High Availability). Testing was carried out on a laboratory scale with 30 users and file size variations between 100MB to 2.1GB, through two test scenarios. The parameters measured included download speed, download duration, service availability, and a comparison of two load sharing algorithms: round-robin and least-connection. The test results showed an average download speed of around 5 Mbps with a download time of between 6 to 7 minutes per file. With the performance of the round-robin algorithm being better than the least-connection. With nodes arranged in clusters/horizontal scaling, service availability (High Availability) is also successfully maintained even though there are nodes that are turned off. From the results of the questionnaire to partners, the NAS solution with horizontal scaling is considered good in improving the smoothness of the practicum process in the lab.*

Keywords: NAS, Raspberry Pi, Load Balancer, File Sharing, High Availability, Round-Robin, Least-connection.

PENDAHULUAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan di SMK Telematika Indramayu untuk mengatasi kendala berbagi file berukuran besar selama praktikum di laboratorium. Masalah utama yang dihadapi adalah kualitas jaringan internet yang tidak stabil serta letak laboratorium yang berada di lantai berbeda, yang menghambat akses cepat dan efisien terhadap file seperti instalasi sistem operasi dan aplikasi. Untuk mengatasi hal ini, diimplementasikan solusi *Network Attached Storage* (NAS) (Santoso, 2015) berbasis komputer mini Raspberry Pi (Kurniawan, 2019) yang disusun dalam kluster. Konfigurasi kluster ini terdiri dari beberapa *server worker* dan *load balancer*, yang berfungsi untuk mengatur lalu lintas pengguna dan mengoptimalkan kecepatan unduh. Sistem ini juga dirancang untuk memaksimalkan ketersediaan layanan (*high availability*) melalui fitur *horizontal scaling*, yang memungkinkan peningkatan kapasitas secara bertahap tanpa gangguan.

SMK Telematika Indramayu sendiri memiliki tiga laboratorium praktikum yang digunakan untuk mata pelajaran seperti pemrograman, desain grafis, dan pengelolaan jaringan. Dengan adanya NAS, siswa dapat mengakses file besar tanpa harus bergantung pada kualitas internet. Implementasi ini membantu menjaga kelancaran kegiatan belajar-mengajar, bahkan saat ada banyak pengguna yang mengunduh file secara bersamaan. NAS dengan *horizontal scaling* adalah solusi yang tepat untuk menghadapi tantangan ini. Teknologi ini memungkinkan penambahan kapasitas penyimpanan secara bertahap tanpa perlu mengganti perangkat yang sudah ada, menjadikannya solusi yang fleksibel, hemat biaya, dan mudah diterapkan di lingkungan pendidikan.

Dengan adanya NAS yang disusun secara *horizontal scaling*, tidak hanya mempercepat proses pengunduhan, tetapi juga memastikan akses yang efisien meskipun banyak siswa mengakses file yang sama secara bersamaan. Selain itu, sistem ini mudah dipelihara, bersifat portabel, dan dapat diperluas sesuai kebutuhan, menjadikannya solusi yang andal dan tahan lama dalam mendukung proses pembelajaran di sekolah.

METODE PELAKSANAAN

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini dilakukan melalui beberapa tahapan penting, yaitu: (1) observasi kondisi mitra PkM, (2) studi literatur, (3) perancangan sistem, (4)

implementasi hardware dan software sistem Network Attached Storage (NAS), (5) perancangan pengujian sistem NAS, (6) pengujian kinerja, (7) analisis dan evaluasi hasil pengujian, serta (8) penulisan laporan akhir.

Observasi Kondisi Mitra dan Studi Literatur

Tahap pertama dalam pelaksanaan kegiatan ini dimulai dengan observasi kondisi di SMK Telematika Indramayu sebagai mitra PkM. Observasi ini bertujuan untuk memahami permasalahan yang dihadapi sekolah, terutama terkait kendala berbagi file berukuran besar selama kegiatan praktikum. Beberapa faktor yang diamati meliputi kualitas jaringan internet yang tidak stabil, letak laboratorium di lantai yang berbeda, serta kebutuhan akses cepat ke file-file besar seperti ISO dan *installer* aplikasi.

Setelah observasi, dilakukan kajian literatur mendalam mengenai konsep Network Attached Storage (NAS) dengan horizontal scaling yang dapat diterapkan untuk berbagi file secara efisien melalui jaringan intranet. Referensi yang digunakan berasal dari berbagai jurnal ilmiah dan penelitian terdahulu yang membahas NAS, konsep horizontal scaling, serta implementasinya dalam berbagai konteks, termasuk di institusi pendidikan. Studi literatur ini membantu memperkuat pemahaman teori dan teknologi yang mendasari sistem NAS, serta memberikan gambaran metodologi yang relevan untuk digunakan dalam pengujian dan implementasi di SMK Telematika Indramayu.

Perancangan dan Implementasi Sistem

Tahap selanjutnya adalah perancangan sistem NAS yang sesuai dengan kebutuhan sekolah. Sistem ini dirancang menggunakan mini komputer Raspberry Pi yang disusun dalam kluster, terdiri dari worker dan load balancer, untuk mengatur lalu lintas pengguna. Horizontal scaling diterapkan agar kapasitas penyimpanan dapat diperluas secara bertahap, tanpa perlu mengganti perangkat yang sudah ada. Perancangan ini juga mencakup pengaturan High Availability (HA) untuk memaksimalkan ketersediaan layanan dan memastikan akses yang optimal bagi pengguna.

Setelah perancangan sistem selesai, implementasi hardware dan software dilakukan. Raspberry Pi diinstal dengan sistem operasi yang mendukung fungsionalitas NAS, diikuti dengan instalasi perangkat lunak seperti HAProxy untuk load balancing (Sofyan, 2022) dan rsync untuk sinkronisasi data antar-server. Konfigurasi NAS disesuaikan untuk memastikan sistem dapat menangani banyak pengguna yang mengunduh file besar secara bersamaan, serta memaksimalkan efisiensi akses file melalui jaringan intranet sekolah.

Perancangan Pengujian dan Pengujian Kinerja

Setelah implementasi, dilakukan perancangan skenario pengujian sistem NAS untuk mengukur kinerja secara komprehensif (Prasetijo, 2016). Pengujian dilakukan dengan 30 pengguna laboratorium yang mengunduh file berukuran besar, dengan variasi ukuran file antara 100MB hingga 2,1GB. Dua skenario pengujian diterapkan untuk mengevaluasi kecepatan unduh, durasi unduh, ketersediaan layanan, serta performa dua algoritma load balancing: round-robin (Pramono, 2018) dan least-connection (Singh, 2018).

Analisis dan Evaluasi Hasil Pengujian

Tahap berikutnya adalah analisis dan evaluasi hasil pengujian. Data yang diperoleh dari pengujian, seperti kecepatan unduh rata-rata, durasi pengunduhan, serta stabilitas layanan, dianalisis untuk menilai efektivitas implementasi sistem NAS dengan horizontal scaling di SMK Telematika Indramayu. Perbandingan antara algoritma round-robin dan least-connection dilakukan untuk menentukan mana yang lebih efisien dalam mendistribusikan beban pengguna secara merata.

Penulisan Laporan

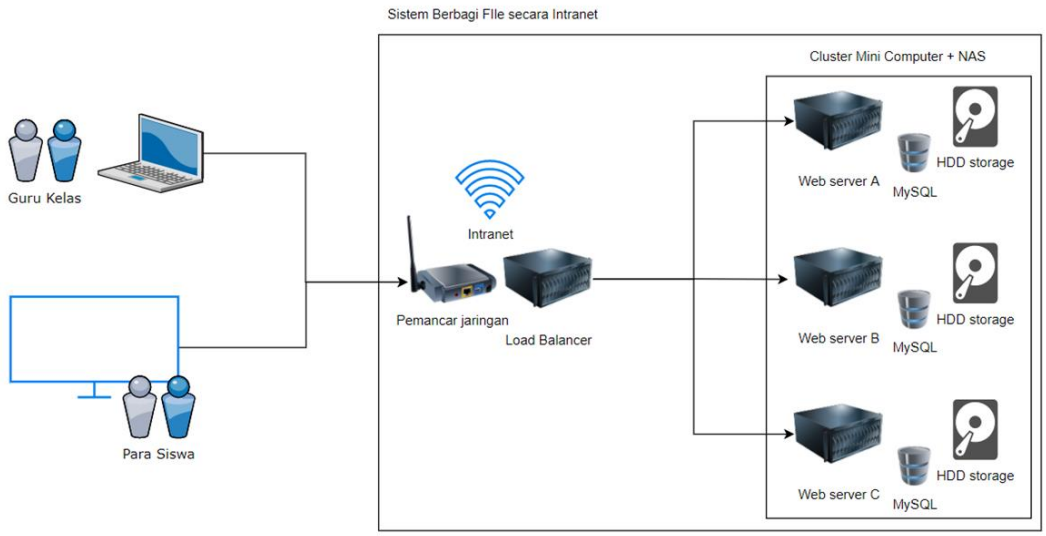
Tahapan terakhir adalah penulisan laporan yang merangkum seluruh proses pelaksanaan kegiatan PkM, mulai dari observasi awal, perancangan, implementasi, pengujian, hingga analisis hasil. Laporan ini juga berisi rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut serta evaluasi mengenai manfaat sistem NAS bagi kegiatan belajar mengajar di SMK Telematika Indramayu.

Implementasi *Network Attached Storage* (NAS)

Berikut adalah tabel yang menggambarkan implementasi *Network Attached Storage* (NAS) menggunakan 3 Raspberry Pi.

Tabel 1. Perangkat *Raspberry Pi*

	Peran	Deskripsi
Node 1	*Load Balancer*	Mengatur distribusi lalu lintas file antara *server worker* menggunakan HAProxy untuk mengoptimalkan beban.
Node 2, 3, 4	*Worker* 1, 2, 3	Berfungsi sebagai *hosting*/*web server* dan pengelola *storage* NAS.



Gambar 1. Arsitektur Sistem

Langkah-langkah implementasi dimulai dengan persiapan perangkat keras yang meliputi tiga Raspberry Pi Model 4 B, *micro SD card* berkapasitas 64GB, dan sebuah *access point* jaringan (menggunakan ASUS RT-AC1500UHP). Setelah perangkat siap, langkah berikutnya adalah menginstal sistem operasi Raspberry Pi OS pada setiap Raspberry Pi. Ini mencakup penyalinan *image* sistem operasi ke *micro SD card* dan melakukan *booting* dari kartu tersebut. Untuk *storage*, Rasp Pi yang menjadi *worker* dipasang SSD (menggunakan Seagate BarraCuda Q1 SS ukuran 480GB).

Setelah instalasi sistem operasi, langkah selanjutnya adalah konfigurasi jaringan. IP statis diatur untuk setiap *node* Raspberry Pi dan semua perangkat dihubungkan ke *access point* jaringan. Kemudian, HAProxy diinstal pada *node* 1 dan konfigurasikan sebagai *load balancer* untuk mendistribusikan lalu lintas *file* antara *node* 2-4. Instalasi ini mencakup pengaturan aturan *routing* dan *load-balancing* yang diperlukan untuk memastikan distribusi beban yang efisien.

Langkah berikutnya adalah instalasi dan konfigurasi *software* rsync pada *node* 2 hingga *node* 4. *Rsync* digunakan untuk sinkronisasi *file* otomatis / *mirroring* antara semua *server worker*, memastikan bahwa data yang disimpan di *node 2 - node 3* selalu terbarui dan identik. Setelah konfigurasi selesai, dilakukan pengujian kinerja untuk memastikan bahwa *file* dapat diunggah dan diunduh, serta sistem *mirroring* berfungsi dengan baik, dengan fokus pada kecepatan *transfer file*, konsistensi data, dan ketersediaan layanan.



```
global
    log /dev/log    local0
    log /dev/log    local1 notice
    chroot /var/lib/haproxy
    stats socket /run/haproxy/admin.sock mode 660 level admin
    stats timeout 30s
    user haproxy
    group haproxy
    daemon

defaults
    log     global
    mode    http
    option  httplog
    option  dontlognull
    timeout connect 5000
    timeout client  50000
    timeout server  50000

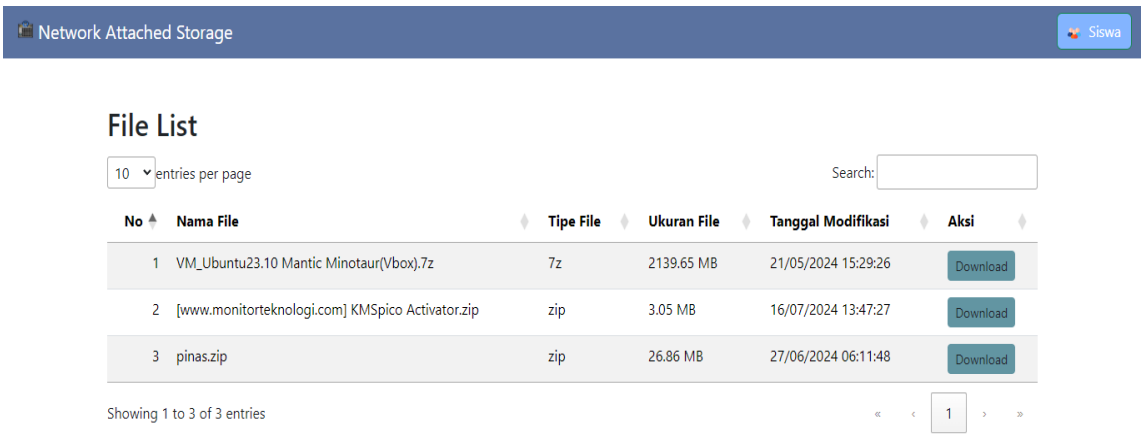
frontend http_front
    bind *:80
    default_backend http_back

backend http_back
    balance roundrobin
    server pi1 192.168.8.11:80 check
    server pi2 192.168.8.12:80 check
```

Gambar 2. Konfigirasi HAProxy

Sistem melibatkan empat Raspberry Pi Model 4 B, di mana satu Raspberry Pi akan berfungsi sebagai *load balancer*, sementara tiga Raspberry Pi lainnya akan berfungsi sebagai *server worker* yang terhubung melalui (Local Area Network) *LAN*. Sistem akan memancarkan sinyal WiFi dengan SSID "NAS" yang dapat diakses oleh klien untuk terhubung dan mengakses layanan NAS.

Sebagai antarmuka bagi pengguna (diakses *via browser* di komputer lab), dibuat juga laman *web* untuk proses unggah dan unduh, berbasis Laravel 10. *Website* ini diinstal pada seluruh *server worker*, dengan terlebih dahulu disiapkan *web server* Apache2 dan PHP (Kadir, 2002). Berikut tampilan tangkapan layarnya.



Gambar 3. Antarmuka bagi pengguna

Aplikasi Laravel ini juga dilengkapi dengan fungsionalitas admin, yang memungkinkan admin untuk mengunggah file yang dapat diakses dan diunduh oleh klien. Beberapa fitur dari Laravel adalah pengembangan sistem modul-modul yang dapat dimanajemen, mengenalkan cara yang berbeda untuk mengakses database relasional, utilitas yang membantu dalam penyebaran aplikasi, dan pemeliharaan yang mudah (Firma, 2016). Pengujian fungsional dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam hal kecepatan transfer file dan ketersediaan layanan. Pengujian juga akan mencakup evaluasi fungsionalitas aplikasi web Laravel, termasuk kemampuan admin untuk mengunggah file dan fitur bagi klien untuk mengakses serta mengunduh file yang telah diunggah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk implementasi NAS dengan *horizontal scaling*, digunakan empat Raspberry Pi 4 B, di mana satu bertindak sebagai *load balancer* dengan IP 192.168.8.10 dan tiga *node* lain sebagai *worker server* NAS dengan IP 192.168.8.11 - 192.168.8.13. Setiap *worker server* NAS melakukan sinkronisasi data setiap 10 menit untuk memastikan konsistensi di setiap *node*. Metrik yang diukur untuk menilai kinerja dan efektivitas sistem NAS:

a. Kecepatan *Transfer File*: Kecepatan dalam mentransfer file dari klien ke *server* NAS dan sebaliknya menggunakan 2 algoritma pembagian beban.
b. Konsistensi Data: Seberapa baik data disinkronkan di antara server NAS agar tetap konsisten (pengujian kinerja *mirroring*).
c. Kinerja *Load Balancer*: Seberapa baik *load balancer* mendistribusikan beban secara merata antara server NAS dan mekanisme *failover* jika ada *worker server* yang mati/terkendala.

Pengujian dilakukan dalam skala laboratorium dengan 30 pengguna dan variasi ukuran file antara 100MB hingga 2,1GB, melalui dua skenario pengujian. Parameter yang diukur mencakup kecepatan unduh, durasi unduh, ketersediaan layanan, serta perbandingan dua algoritma pembagi beban: round-robin dan least-connection (Khaliq, 2023).

Hasil dan Analisis Pengujian NAS dengan Algoritma Round-Robin dan Least-connection

Bagian ini membahas hasil pengujian *Network Attached Storage* (NAS) yang menggunakan dua algoritma *load balancing*, yaitu *Round-Robin* dan *Least-connection*. Pengujian ini dilakukan untuk menilai kinerja dan efisiensi masing-masing algoritma dalam mendistribusikan beban di antara beberapa *server*. Analisis mencakup distribusi beban, waktu

e-ISSN: 2963-2277

respon, dan penggunaan sumber daya untuk menilai kelebihan dan kekurangan masing-masing metode serta dampaknya terhadap performa sistem NAS.

Pengujian Round-Robin

Pada pengujian dengan algoritma *Round-Robin*, beban kerja didistribusikan secara merata ke setiap *server* dalam kluster dengan cara bergiliran, tanpa mempertimbangkan kapasitas atau beban kerja sebelumnya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa algoritma ini mampu membagi tugas secara adil di antara semua s*erver worker*. Meskipun demikian, algoritma ini tidak memperhitungkan perbedaan kecepatan pemrosesan atau kapasitas tiap *server*, yang bisa menjadi kelemahan dalam lingkungan dengan heterogenitas server yang tinggi. Berdasarkan pengujian dengan file berukuran sama (2,1GB), kecepatan transfer data rata-rata adalah 5,49 MB/s dengan durasi rata-rata 7 menit 1 detik, meskipun terdapat variasi antar pengguna. Sementara itu, pengujian dengan file berbeda (100MB - 2,1GB) menunjukkan kecepatan rata-rata sedikit lebih tinggi, yaitu 5,74 MB/s dengan durasi rata-rata 6 menit 40 detik. Dalam skenario praktikum, algoritma *Round-Robin* cocok digunakan untuk menguji performa transfer data dalam berbagai kondisi dan ukuran file, serta membandingkan performa perangkat secara adil.

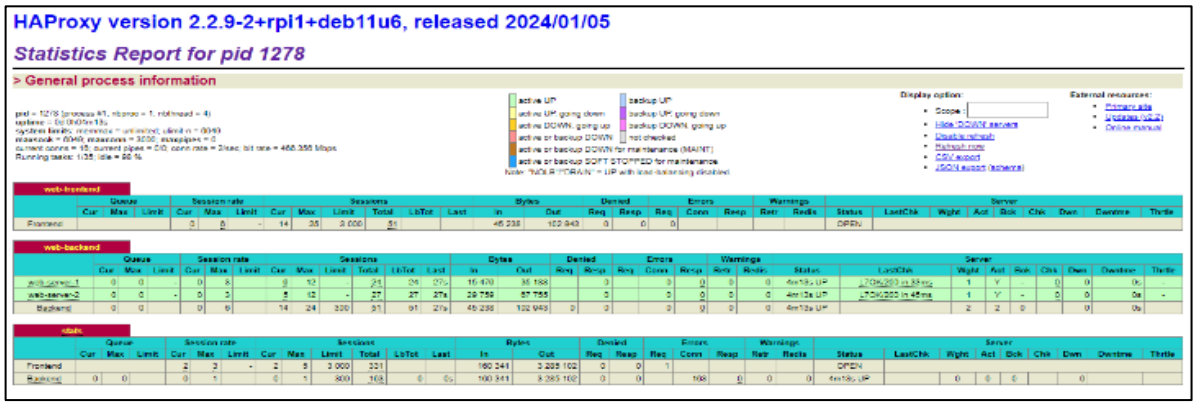
Pengujian Least-connection

Algoritma *Least-connection* membagi beban kerja dengan mengirimkan permintaan baru ke *server* dengan jumlah koneksi aktif paling sedikit. Dalam pengujian dengan file berukuran sama, kecepatan transfer data rata-rata tercatat 5,11 MB/s dengan durasi rata-rata 7 menit 13 detik, dan ada variasi kecepatan di antara perangkat yang diuji. Untuk pengujian dengan file yang berbeda, kecepatan rata-rata adalah 5,27 MB/s dengan durasi rata-rata 6 menit 50 detik. Algoritma Least-connection lebih unggul dalam lingkungan dengan heterogenitas server tinggi karena mampu menyesuaikan beban berdasarkan kapasitas server yang tersedia.

Kinerja Load Balancer

Informasi tentang kinerja *load balancer, status server backend*, serta koneksi yang sedang aktif ditampilkan pada antarmuka HAProxy, gunanya memberikan gambaran lengkap mengenai kinerja dan operasional sistem, memungkinkan admin untuk memantau dan mengidentifikasi potensi masalah dengan cepat. Indikator hijau jika semua server berjalan dengan lancar. Setelah diujikan, proses *mirroring* juga berjalan dengan lancar, kondisi file antara 1 *node* dengan yang lain identik karena proses sinkronisasi tiap 10 menit oleh rsync. Dari hasil kuesioner terhadap mitra (15 orang secara *sampling*), solusi NAS dengan horizontal

scaling dirasa baik (mendapatkan angka 84/100) dalam meningkatkan kelancaran proses praktikum di lab, terutama dalam kecepatan berbagi file.



Gambar 4. Tampilan status *Haproxy*

KESIMPULAN

Dari hasil implementasi dan pengujian sistem *Network Attached Storage* (NAS) dengan *horizontal scaling* di SMK Telematika Indramayu, dapat disimpulkan bahwa solusi ini efektif dalam mengatasi masalah berbagi file berukuran besar selama kegiatan praktikum. Penggunaan mini komputer Raspberry Pi yang disusun dalam kluster, dengan *worker* dan *load balancer*, berhasil mengoptimalkan kecepatan unduh dan memaksimalkan ketersediaan layanan. Pada implementasi NAS dengan *horizontal scaling* di SMK Telematika Indramayu, di mana *server* memiliki kondisi homogen/identik, algoritma *round-robin* tampak lebih efisien dalam mendistribusikan beban secara merata dan menghasilkan kecepatan unduh yang lebih tinggi dibandingkan *least-connection*. Dengan kecepatan rata-rata 5 Mbps dan durasi unduh antara 6 hingga 7 menit per *file*, *round-robin* menjadi pilihan yang lebih tepat dalam lingkungan yang homogen, memberikan kinerja yang stabil dan efisien. Penerapan NAS ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dalam berbagi file, tetapi juga memudahkan proses pemeliharaan dan pengelolaan data di SMK Telematika Indramayu. Dengan fleksibilitas *horizontal scaling*, kapasitas penyimpanan dapat ditingkatkan secara bertahap sesuai kebutuhan tanpa perlu mengganti perangkat yang ada, sehingga menjadikannya solusi yang andal dan hemat biaya untuk mendukung kegiatan belajar mengajar.

UCAPAN TERIMAKASIH

Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini didanai oleh Pusat Pengabdian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Indramayu melalui Kegiatan ADMISI 2024 (Nomor Kontrak : 0730/PL42.PL42.9/AL.04/2024).

DAFTAR PUSTAKA

Firma, S. B., Safi'ie, M. A., & Wa, O. D. (2016). Implementasi Sistem Informasi Akademik Berbasis Web Menggunakan Framework Laravel. *TRANSFORMASI*, 12(1).

Kadir, A. (2002). Dasar Pemrograman Web Dinamis Menggunakan PHP. Yogyakarta: Andi.

Khaliq, A., Tahir, M. A., Nadeem, G., Adil, S. H., Jamshid, J., & Memon, J. A. (2023, March). Performance comparison of Webservers load balancing using HAProxy in SDN. In *2023 4th International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies (iCoMET)* (pp. 1-5). IEEE.

Kurniawan, S., & Aryapranata, A. (2019). Raspberry Pi Network Attached Storage (NAS) dengan Metode Network Development Life Cycle (NDLC). *Jurnal Esensi Komputasi IBN*, 3(2).

Pradhan, P., Behera, P. K., & Ray, B. N. B. (2016). Modified round robin algorithm for resource allocation in cloud computing. In *Proceedings of the International Conference on Computational Modeling and Security (CMS 2016)*. Department of CSE, ITER, SOA University, Odisha, India.

Pramono, L. H., Buwono, R. C., & Waskito, Y. G. (2018, November). Round-robin algorithm in HAProxy and Nginx load balancing performance evaluation: A review. In *2018 International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI)* (pp. 367-372). IEEE.

Prasetijo, A. B., Widianto, E. D., & Hidayatullah, E. T. (2016, October). Performance comparisons of web server load balancing algorithms on HAProxy and Heartbeat. In *2016 3rd International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE)* (pp. 393-396). IEEE.

Santoso, K. I., & Muin, M. A. (2015). Implementasi Network Attached Storage (NAS) Menggunakan NAS4Free untuk Media Backup File. *Scientific Journal of Informatics*, 2(2), 123-128.

Singh, G., & Kaur, K. (2018). An improved weighted least connection scheduling algorithm for load balancing in web cluster systems.

Sofyan, A. R., & Kusuma, S. D. Y. (2022). Implementasi load balancing web server menggunakan Haproxy pada virtual server Direktorat SMK Kemendikbudristek. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(2), 9669-9682.