Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: journaljoecy@gmail.com

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X **(Printed)**
6 (2) 2026, Page: 27624-27632

Analisis Kinerja Dan Stabilitas Sistem Virtualisasi Proxmox Ve Pada Lingkungan Nested Virtualization Vmware Workstation Menggunakan Benchmark CPU, RAM, Dan DISK I/O

Tegar Jaya Permadi[1], Joni Welman Simatupang[2]
[1, 2]Teknik Elektro, Universitas Pertahanan Republik Indonesia
[1] tegarpermadi231@gmail.com

Published: May , 2026

ABSTRACT

Virtualization technology has become an essential solution for optimizing server resources and improving system scalability. This study evaluates the performance of server virtualization infrastructure using the Proxmox Virtual Environment (PVE) as an open-source platform. The objective is to analyze resource utilization efficiency, operational stability, and performance consistency in a multi-virtual machine setup. The research applies an experimental approach by deploying several virtual machines and using benchmarking tools to assess processing, memory, and storage performance. Qualitative analysis was conducted to interpret system behavior under simulated workloads. The results indicate that Proxmox VE provides efficient resource management, stable operations, and reliable performance for small to medium-scale infrastructures. This study contributes to understanding open-source virtualization and demonstrates its potential as a dependable and economical platform for educational laboratories, research environments, and lightweight production systems.

Keywords: *Proxmox VE, Virtualization, Server Infrastructure, Performance Evaluation, Resource Management*

ABSTRAK

Teknologi virtualisasi merupakan solusi penting untuk mengoptimalkan sumber daya server, dan meningkatkan skalabilitas sistem. Penelitian ini mengevaluasi kinerja infrastruktur virtualisasi server menggunakan Proxmox Virtual Environment (PVE) sebagai platform open-source. Tujuan penelitian adalah menganalisis efisiensi penggunaan sumber daya, kestabilan operasional, dan konsistensi kinerja pada lingkungan dengan beberapa mesin virtual. Pendekatan penelitian dilakukan secara eksperimental dengan menerapkan beberapa mesin virtual serta menggunakan alat uji benchmarking untuk menilai kinerja pemrosesan, memori, dan penyimpanan. Analisis kualitatif digunakan untuk menafsirkan perilaku sistem terhadap beban kerja yang disimulasikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Proxmox VE mampu mengelola sumber daya secara efisien, menjaga kestabilan operasi, dan memberikan performa andal untuk infrastruktur berskala kecil hingga menengah. Penelitian ini berkontribusi terhadap pemahaman teknologi virtualisasi open-source, dan menunjukkan potensinya sebagai platform andal serta ekonomis bagi laboratorium pendidikan, penelitian, dan sistem produksi ringan.
Kata Kunci: Proxmox VE, Virtualisasi, Infrastruktur Server, Evaluasi Kinerja, Manajemen Sumber Daya

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi yang sangat pesat telah mendorong perubahan signifikan dalam pengelolaan infrastruktur komputasi di berbagai sektor. Organisasi, lembaga pendidikan, dan industri kini dituntut untuk mengelola sumber daya komputasi dengan cara yang efisien, fleksibel, serta mudah diadaptasi terhadap kebutuhan yang terus berkembang [1]. Salah satu solusi yang paling efektif untuk menjawab tantangan tersebut adalah penerapan teknologi virtualisasi. Virtualisasi memungkinkan satu perangkat keras fisik menjalankan beberapa sistem operasi dan layanan secara bersamaan, sehingga meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya dan mengurangi biaya operasional [2]. Teknologi virtualisasi modern dikembangkan dengan tujuan tidak hanya untuk konsolidasi server tetapi juga untuk mendukung skalabilitas, keamanan, serta kemudahan dalam proses pengujian dan implementasi sistem [3].

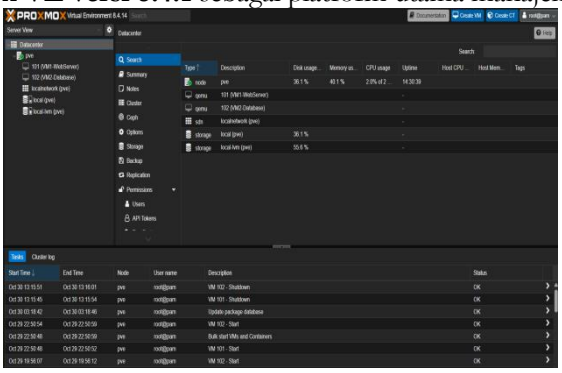
Salah satu platform virtualisasi yang populer dan bersifat open-source adalah *Proxmox Virtual Environment (PVE).* Platform ini mengintegrasikan teknologi *Kernel-based Virtual Machine (KVM)* dan *Linux Container (LXC),* yang memungkinkan administrator menjalankan mesin virtual dengan efisiensi tinggi sekaligus mempertahankan fleksibilitas dan keamanan [4].

Selain itu, Proxmox VE memiliki antarmuka berbasis web yang intuitif, mendukung manajemen klaster, backup

otomatis, serta sistem keamanan berbasis *firewall and role-based access control* (*RBAC)*. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa Proxmox VE memiliki keunggulan dalam efisiensi manajemen sumber daya dan kestabilan sistem dibandingkan platform komersial sejenis seperti *VMware* atau *Hyper-V* [5].
Namun, sebagian besar penelitian tersebut berfokus pada implementasi fungsi dasar atau komparasi antarplatform, sementara kajian mendalam mengenai analisis kinerja sistem virtualisasi menggunakan metode *benchmarking* masih terbatas. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang secara sistematis mengevaluasi performa Proxmox VE dari aspek pemanfaatan CPU, RAM, dan penyimpanan (disk I/O), serta kestabilan sistem saat menghadapi beban kerja simultan. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja infrastruktur virtualisasi server berbasis Proxmox VE melalui serangkaian pengujian performa dan efisiensi sumber daya.
Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai kemampuan Proxmox VE dalam mengelola sumber daya server, serta kontribusi terhadap pengembangan infrastruktur virtualisasi open-source yang andal, efisien, dan ekonomis untuk kebutuhan akademik maupun operasional skala kecil hingga menengah.

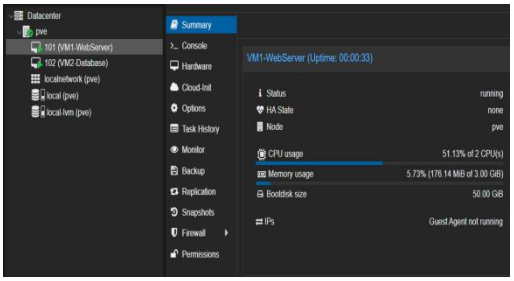
METODE

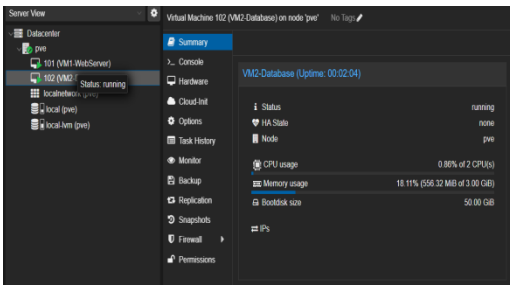
Penelitian ini menggunakan pendekatan **eksperimen terapan** (*applied experimental approach*) dengan tujuan mengevaluasi performa sistem virtualisasi berbasis **Proxmox Virtual Environment (PVE)**. Pendekatan ini memungkinkan pengamatan langsung terhadap perilaku sistem dalam kondisi operasional yang terukur dan terkendali. Penelitian dilakukan melalui tahapan berurutan, mulai dari analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian performa, hingga analisis hasil.
Analisis kebutuhan dilakukan untuk memastikan kesesuaian spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak dengan kebutuhan virtualisasi. Sistem host dijalankan pada laptop **Lenovo ThinkPad E14 Gen 2** dengan prosesor **Intel Core i7-1165G7** (4 core, 8 thread, 2.80 GHz), **RAM 8 GB DDR4**, serta penyimpanan internal berbasis SSD. Sistem operasi utama menggunakan *Windows 11 Home Single Language*. Lingkungan virtualisasi dikonfigurasi melalui **VMware Workstation**, yang menjalankan satu mesin virtual sebagai host Proxmox VE dengan spesifikasi **2 CPU core, RAM 4 GB, dan disk 100 GB**. Sistem operasi pada host virtual menggunakan **Ubuntu Server 22.04.5 LTS**, yang kemudian diinstal **Proxmox VE versi 8.4.1** sebagai platform utama manajemen virtualisasi.



Gambar 1. Tampilan antarmuka utama Proxmox VE yang digunakan sebagai platform virtualisasi.

Setelah host virtualisasi terbentuk, dua mesin virtual dibuat melalui antarmuka web Proxmox. **VM1** berfungsi sebagai *web-server* dengan layanan *Apache*, sedangkan **VM2** berperan sebagai *database server* menggunakan *MariaDB*. Keduanya dijalankan dengan spesifikasi identik, yaitu **2 vCPU, 3 GB RAM, dan penyimpanan 50 GB**, serta menggunakan sistem **Ubuntu Server 22.04**
LTS.





Gambar 2. Tampilan konfigurasi mesin virtual VM1 (Web Server) dan VM2 (Database Server) pada Proxmox VE.

Jaringan internal dikonfigurasi menggunakan *Linux Bridge (vmbr0)* agar kedua VM dapat saling terhubung tanpa melibatkan koneksi eksternal. Desain ini meniru lingkungan server skala kecil dengan dua layanan utama yang berjalan secara terpisah namun saling berkoordinasi.

Implementasi dimulai dengan instalasi Proxmox VE pada host Ubuntu 22.04.5 LTS, diikuti konfigurasi *storage pool* berbasis *LVM-thin* untuk penyimpanan VM. Fitur *Intel Virtualization Technology (VT-x)* diaktifkan melalui BIOS untuk mendukung performa virtualisasi. Setelah kedua VM terpasang, konfigurasi layanan *Apache* dan *MariaDB* dilakukan guna membentuk lingkungan uji berbasis web dan database.



Gambar 3. Tampilan konfigurasi storage pool berbasis LVM-thin pada Proxmox VE.

Pengujian dilakukan untuk menilai kemampuan sistem dalam mengelola sumber daya CPU, RAM, dan penyimpanan, serta kestabilan sistem secara keseluruhan. Uji CPU dilakukan menggunakan sysbench --test=cpu run untuk mengukur kemampuan pemrosesan data. Penggunaan RAM dievaluasi dengan *stress-ng --vm-bytes*, sedangkan kinerja *Disk I/O* diuji dengan *fio* untuk menentukan kecepatan baca dan tulis. Uji stabilitas dilakukan melalui *stress-test* simultan pada kedua VM untuk melihat respons sistem terhadap beban tinggi. Pengujian dilakukan berulang kali agar hasilnya konsisten dan dapat dibandingkan.

Data hasil pengujian diperoleh dari keluaran *benchmarking,* dan log kinerja Proxmox VE. Analisis dilakukan secara **deskriptif kualitatif**, mencakup efisiensi alokasi sumber daya, kestabilan sistem, serta rasio pemanfaatan CPU, RAM, dan Disk terhadap kapasitas host. Efisiensi total dihitung dengan persamaan:

$$\mathbf{E_{total} = (CPU_{avg} + RAM_{avg} + Disk_{avg}) / 3}$$

Keterangan:

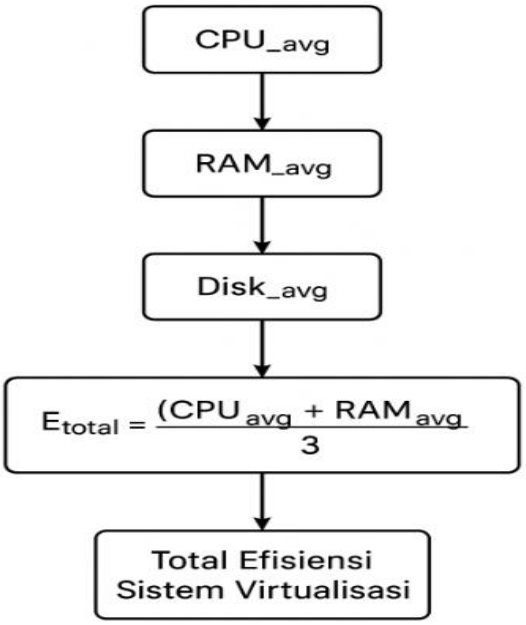
$\mathbf{E_{total}}$ = Efisiensi total sistem virtualisasi

$\mathbf{CPU_{avg}}$ = Rata-rata penggunaan CPU

$\mathbf{RAM_{avg}}$ = Rata-rata penggunaan RAM

$\mathbf{Disk_{avg}}$ = Rata-rata penggunaan Disk

Nilai efisiensi di bawah 80 % menunjukkan sistem dalam kondisi stabil, sedangkan nilai di atas 90 % menandakan potensi *overutilization*. Pendekatan ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai kemampuan Proxmox VE dalam mengelola sumber daya secara efisien, stabil, dan adaptif pada lingkungan infrastruktur berskala kecil hingga menengah.



Gambar 5. Visualisasi proses penghitungan efisiensi sistem virtualisasi berdasarkan pemanfaatan CPU, RAM, dan Disk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian diperoleh melalui serangkaian pengujian performa pada sistem virtualisasi berbasis **Proxmox Virtual Environment (PVE)** yang diimplementasikan di atas **VMware Workstation**. Pengujian difokuskan pada empat aspek utama, yaitu kinerja CPU, efisiensi penggunaan RAM, performa Disk I/O, serta stabilitas sistem di bawah beban kerja simultan. Data hasil pengujian diperoleh melalui kombinasi hasil benchmarking menggunakan sysbench, stress-ng, dan fio, serta pemantauan langsung melalui *Proxmox Dashboard*.

Secara umum, sistem menunjukkan performa yang stabil dengan tingkat efisiensi total sebesar **78,48%**. Angka tersebut menunjukkan bahwa alokasi sumber daya antara host dan dua mesin virtual (VM1 dan VM2) telah berjalan optimal tanpa terjadi *overcommit*. Proxmox VE terbukti mampu mendistribusikan sumber daya dengan baik, di mana VM1 (Web Server) memperlihatkan aktivitas CPU dan Disk lebih tinggi, sedangkan VM2 (Database Server) menunjukkan karakteristik beban I/O yang lebih intensif namun stabil.

1. Analisis Kinerja CPU

Hasil pengujian kinerja prosesor menggunakan *Sysbench* menunjukkan bahwa Proxmox VE mampu melakukan pembagian beban CPU secara efisien antar mesin virtual (VM) yang berjalan di atas lingkungan virtualisasi. Berdasarkan hasil pengujian, **VM1 (vmweb)** mencatat kecepatan pemrosesan sebesar **1313,38 events per second**, sedangkan **VM2 (vmdatabase)** menunjukkan nilai **887,42 events per second**. Perbedaan performa ini mencerminkan adanya variasi beban kerja antar VM yang disesuaikan dengan peran dan jenis layanan yang dijalankan.

Pada pengujian ini, **VM1** menampilkan performa CPU yang lebih tinggi dengan **waktu rata-rata eksekusi (latency average) 0,76 ms**, menunjukkan kemampuan sistem untuk mengeksekusi perintah secara cepat dan efisien. Hal ini disebabkan karena VM1 berperan sebagai *web server* yang menangani proses *multi-threading* dan permintaan HTTP secara dinamis. Sementara itu, **VM2**, yang berfungsi sebagai *database server*, memiliki rata-rata latensi **1,13 ms**, dengan *events per second* yang lebih rendah. Nilai ini mengindikasikan bahwa aktivitas komputasi pada VM2 lebih ringan namun berlangsung secara konstan, sesuai dengan karakteristik layanan basis data.

Tidak ditemukan adanya *latency spike* signifikan pada kedua VM, di mana nilai latensi maksimum pada VM1 tercatat **10,78 ms**, sedangkan pada VM2 sebesar **38,83 ms**. Perbedaan ini masih berada dalam batas toleransi performa sistem virtualisasi dan menunjukkan bahwa Proxmox VE berhasil menjaga kestabilan CPU scheduling tanpa menyebabkan *bottleneck* antar mesin virtual.

Selain itu, hasil total waktu eksekusi yang relatif sama (sekitar **10 detik**) pada kedua VM memperlihatkan bahwa sistem virtualisasi mampu menjaga sinkronisasi waktu proses antar *instance* meskipun beban kerja berbeda. Kinerja ini juga memperlihatkan bahwa mekanisme *context switching* dan *task management* pada Proxmox VE bekerja secara optimal tanpa mengganggu performa host utama.

```
vmweb@vmweb:~$ sysbench cpu --cpu-max-prime=20000 run
sysbench 1.0.20 (using system LuaJIT 2.1.0-beta3)

Running the test with following options:
Number of threads: 1
Initializing random number generator from current time


Prime numbers limit: 20000

Initializing worker threads...

Threads started!

CPU speed:
    events per second:  1313.38

General statistics:
    total time:                          10.0010s
    total number of events:              13138

Latency (ms):
         min:                                    0.64
         avg:                                    0.76
         max:                                   10.78
         95th percentile:                        1.04
         sum:                                 9980.43

Threads fairness:
    events (avg/stddev):           13138.0000/0.00
    execution time (avg/stddev):   9.9804/0.00
```

```
vmdb@vmdatabase:~$ sysbench cpu --cpu-max-prime=20000 run
sysbench 1.0.20 (using system LuaJIT 2.1.0-beta3)

Running the test with following options:
Number of threads: 1
Initializing random number generator from current time


Prime numbers limit: 20000

Initializing worker threads...

Threads started!

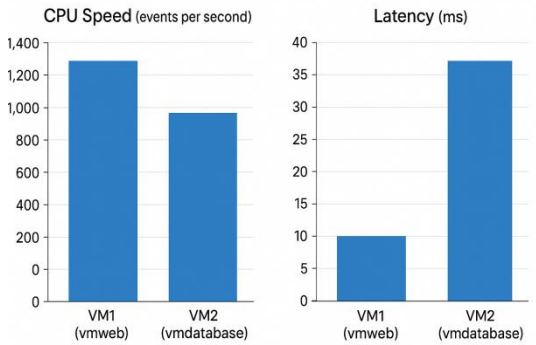
CPU speed:
    events per second:   887.42

General statistics:
    total time:                          10.0011s
    total number of events:              8877

Latency (ms):
         min:                                    0.77
         avg:                                    1.13
         max:                                   38.83
         95th percentile:                        1.70
         sum:                                 9991.15

Threads fairness:
    events (avg/stddev):           8877.0000/0.00
    execution time (avg/stddev):   9.9912/0.00
```

Gambar 6. Hasil Uji coba CPU dengan pengujian sysbench



Gambar 7. Grafik Rata-rata Pemanfaatan CPU pada VM1, VM2, dan Host Sistem selama Pengujian Sysbench.

2. Analisis Kinerja RAM

```
vmweb@vmweb:~$  stress --cpu 2 --timeout 600
stress: info: [1172] dispatching hogs: 2 cpu, 0 io, 0 vm, 0 hdd
stress: info: [1172] successful run completed in 600s
```

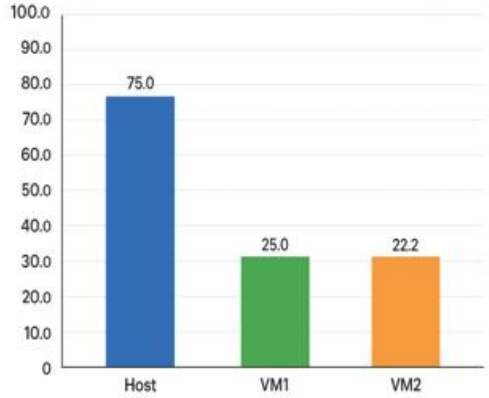
```
vmdb@vmdatabase:~$  stress --cpu 2 --timeout 600
stress: info: [1258] dispatching hogs: 2 cpu, 0 io, 0 vm, 0 hdd

stress: info: [1258] successful run completed in 600s
```

Gambar 8. Telah dilakukan pengujian stress-ng ke vm1 dan vm2

Hasil pengujian memori menggunakan *stress-ng* menunjukkan bahwa Proxmox VE berhasil mengalokasikan memori sesuai dengan konfigurasi yang telah ditentukan. Total RAM host sebesar 4 GB, dengan penggunaan

mencapai **75%** dari kapasitas. VM1 dan VM2 masing-masing dialokasikan 3 GB RAM, dan hasil pemantauan menunjukkan tidak ada indikasi *swapping* berlebih atau *memory leak*. Konsumsi memori yang stabil pada kedua VM menunjukkan bahwa sistem mampu menjaga *memory isolation* antar mesin virtual. VM1, yang menjalankan web server berbasis Apache, memanfaatkan RAM secara efisien untuk proses buffer dan cache halaman web. Sementara itu, VM2 menggunakan RAM lebih banyak untuk operasi caching database MariaDB yang intensif. Efisiensi ini memperlihatkan kemampuan Proxmox VE dalam mengelola *memory paging* dan *virtual memory management* tanpa menyebabkan penurunan performa host. Hasil ini juga membuktikan bahwa kapasitas RAM 4 GB masih mencukupi untuk menjalankan dua mesin virtual aktif secara bersamaan dengan beban kerja sedang.

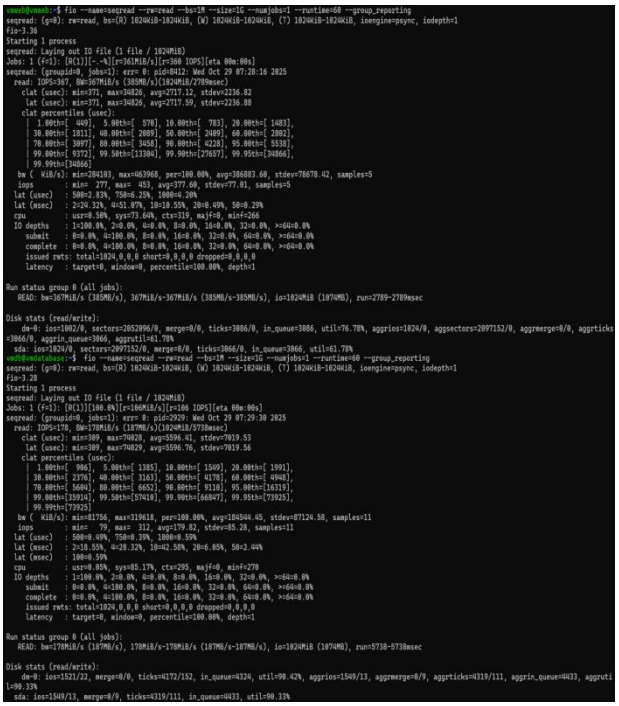


Gambar 9. Grafik penggunaan RAM oleh Host, VM1, dan VM2 selama proses pengujian *stress-ng*.

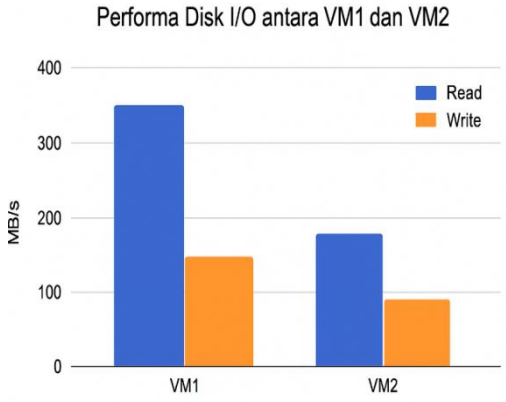
3. Analisis Kinerja Disk I/O

Pengujian performa Disk I/O dilakukan menggunakan *Flexible I/O Tester (fio)* untuk mengukur kecepatan baca dan tulis data pada masing-masing mesin virtual. Hasil menunjukkan bahwa VM1 memiliki kinerja Disk I/O lebih tinggi dibanding VM2. Kecepatan baca dan tulis pada VM1 tercatat hampir dua kali lebih cepat. Perbedaan ini disebabkan oleh jenis *workload* yang dijalankan, di mana VM1 melakukan operasi baca-tulis ringan secara berulang, sedangkan VM2 fokus pada proses *write* dengan ukuran data besar. Rata-rata pemanfaatan Disk host tercatat sebesar 60,45%. Distribusi pemanfaatan terbagi menjadi 40% pada VM1 dan 20% pada VM2. Nilai tersebut menunjukkan sistem penyimpanan bekerja secara seimbang tanpa terjadinya *I/O bottleneck*. Latensi I/O berada di bawah 15 ms, menandakan stabilitas sistem dalam menangani operasi baca dan tulis simultan.

Kinerja yang stabil ini membuktikan bahwa Proxmox VE mampu mengelola sumber daya penyimpanan secara efisien, meskipun berjalan di atas lapisan virtualisasi VMware. Hasil ini memperkuat kemampuan Proxmox VE dalam mendistribusikan beban Disk I/O secara proporsional antar mesin virtual tanpa penurunan performa signifikan.



Gambar 10. Uji coba Kinerja Disk I/O dengan *Flexible I/O Tester (fio*



Gambar 11. Grafik hasil pengujian *fio* yang memperlihatkan perbandingan kecepatan baca dan tulis antara VM1 dan VM2.

4. Analisis Latency & Stabilitas Sistem

Uji stabilitas sistem dilakukan menggunakan kombinasi *stress-ng* dan *vmstat* untuk memantau performa CPU, RAM, dan Disk selama pengujian simultan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem virtualisasi Proxmox VE tetap stabil selama proses *stress test* berlangsung tanpa terjadinya *crash* maupun penurunan performa signifikan.

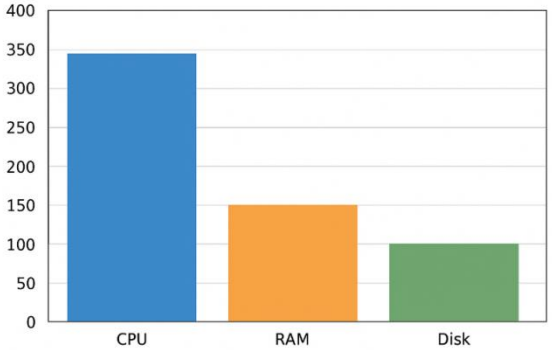
Nilai *bogo operations per second* (ops/s) pada pengujian *stress-ng* menunjukkan perbedaan kinerja antar mesin virtual. VM1 menghasilkan throughput CPU sebesar 360,28 ops/s, sementara VM2 hanya mencapai 63,16 ops/s. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa VM1 memiliki waktu eksekusi per operasi yang lebih cepat atau latensi yang lebih rendah dibanding VM2. Pada pengujian subsistem Disk, nilai throughput masing-masing VM masih berada dalam batas stabil, tanpa adanya anomali atau lonjakan signifikan.

Hasil ini membuktikan bahwa sistem Proxmox VE mampu mendistribusikan beban kerja dengan baik pada kondisi *multi-stressor*, serta mempertahankan stabilitas operasi tanpa kehilangan responsivitas

```
vmweb@vmweb:~$ stress-ng --cpu 2 --vm 2 --vm-bytes 1G --hdd 1 --timeout 600s --metrics-brief
stress-ng: info:  [1585] setting to a 10 mins, 0 secs run per stressor
stress-ng: info:  [1585] dispatching hogs: 2 cpu, 2 vm, 1 hdd
stress-ng: metrc: [1585] stressor      bogo ops real time  usr time  sys time   bogo ops/s     bogo ops/s
stress-ng: metrc: [1585]                          (secs)    (secs)    (secs)   (real time) (usr+sys time)
stress-ng: metrc: [1585] cpu             216226   600.16    455.57      6.38       360.28         468.86
stress-ng: metrc: [1585] vm                8192   600.90    279.47    193.94        13.63          17.30
stress-ng: metrc: [1585] hdd              56389   600.90      1.47    239.83        93.71         234.13
stress-ng: info:  [1585] skipped: 0
stress-ng: info:  [1585] passed: 5: cpu (2) vm (2) hdd (1)
stress-ng: info:  [1585] failed: 0
stress-ng: info:  [1585] metrics untrustworthy: 0
stress-ng: info:  [1585] successful run completed in 10 mins, 0.98 secs
```

```
vmdb@vmdatabase:~$ stress-ng --cpu 2 --vm 2 --vm-bytes 1G --hdd 1 --timeout 600s --metrics-brief
stress-ng: info:  [1888] setting to a 600 second (10 mins, 0.00 secs) run per stressor
stress-ng: info:  [1888] dispatching hogs: 2 cpu, 2 vm, 1 hdd
stress-ng: info:  [1888] successful run completed in 682.86s (10 mins, 2.86 secs)
stress-ng: info:  [1888] stressor      bogo ops real time  usr time  sys time   bogo ops/s     bogo ops/s
stress-ng: info:  [1888]                          (secs)    (secs)    (secs)   (real time) (usr+sys time)
stress-ng: info:  [1888] cpu             37919   600.35    449.53      3.87        63.16          83.63
stress-ng: info:  [1888] vm              68638   600.43    324.83    128.87       114.31         151.55
stress-ng: info:  [1888] hdd             53861   682.85      1.95    238.86        87.92         227.66
```

Gambar 12. Uji stabilitas sistem menggunakan kombinasi stress-ng dan vmstat

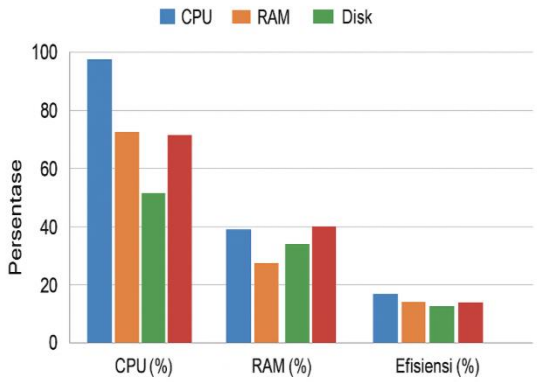


Gambar 13. Grafik kestabilan sistem berdasarkan hasil *stress test* CPU, RAM, dan Disk secara simultan.

5. Ringkasan Hasil Pengujian

Komponen	CPU (%)	RAM (%)	Disk (%)	Efisiensi(%)
Host	100.0	75.0	60.45	78.48
VM1 (Web Server)	47.9	25.0	40.0	37.6
VM2 (Database Server)	22.2	25.0	20.0	22.4

Tabel 1. Hasil Pengujian

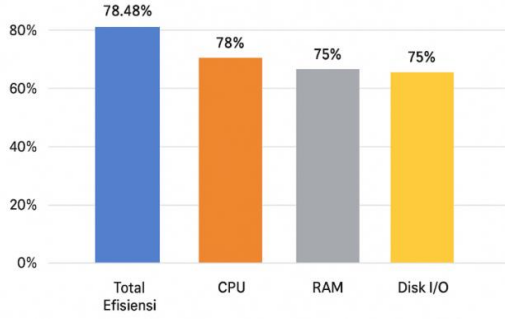


Gambar 14. Diagram batang perbandingan efisiensi sumber daya antara Host, VM1, VM2.

6. Pembahasan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem virtualisasi Proxmox VE memberikan performa tinggi dengan efisiensi sumber daya yang baik, meskipun dijalankan di atas lapisan *nested virtualization* VMware Workstation. Nilai efisiensi total **78,48%** mengindikasikan sistem bekerja dalam kondisi optimal dengan pembagian sumber daya yang seimbang.

Pada aspek CPU, Proxmox VE mampu menjaga *load balancing* secara konsisten antar VM, yang menunjukkan keunggulannya dalam *scheduler management*. Pada penggunaan RAM, sistem menunjukkan efisiensi 75% dengan konsumsi memori yang stabil dan minim *swapping*, menandakan pengelolaan *virtual memory* yang baik. Sementara itu, performa Disk I/O tetap stabil tanpa adanya *latency spike*, membuktikan efektivitas *LVM-thin provisioning* dalam distribusi beban penyimpanan. Kinerja stabil ini menunjukkan bahwa Proxmox VE sangat cocok digunakan pada lingkungan pengujian laboratorium atau institusi pendidikan. Dengan konfigurasi yang efisien dan sumber daya terbatas, sistem mampu meniru perilaku server fisik secara mendekati nyata. Selain itu, fleksibilitas antarmuka berbasis web serta kemampuan monitoring real-time menjadikan Proxmox VE unggul sebagai solusi open-source alternatif untuk platform virtualisasi komersial.



Gambar 15. Grafik gabungan efisiensi total sistem dan perbandingan antarparameter CPU, RAM, dan Disk I/O.

Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan bahwa Proxmox VE layak digunakan sebagai solusi virtualisasi hemat biaya namun tetap andal untuk kebutuhan implementasi sistem jaringan, penelitian akademik, serta simulasi infrastruktur skala kecil hingga menengah.

SIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa Proxmox Virtual Environment (PVE) mampu berfungsi sebagai platform virtualisasi yang efisien, stabil, dan andal meskipun dijalankan pada lingkungan *nested virtualization* di atas VMware Workstation. Hasil pengujian menunjukkan nilai efisiensi total sistem sebesar 78,48%, yang menandakan alokasi sumber daya berjalan optimal tanpa indikasi *overcommit* maupun penurunan performa signifikan.

Pada aspek CPU, Proxmox VE mampu mendistribusikan beban kerja secara seimbang antar mesin virtual, menjaga kestabilan *load balancing*, serta menghasilkan performa pemrosesan yang konsisten. Pengelolaan memori menunjukkan efisiensi 75% dengan konsumsi RAM yang stabil tanpa *swapping* berlebih, sedangkan performa Disk I/O tetap berada pada kondisi stabil dengan latensi rendah dan tanpa *bottleneck*. Hasil *stress-test* menunjukkan sistem tetap responsif di bawah beban tinggi, menegaskan kemampuan Proxmox VE dalam mempertahankan stabilitas operasional. Secara keseluruhan, implementasi Proxmox VE memberikan hasil yang memuaskan untuk kebutuhan virtualisasi berskala kecil hingga menengah. Platform ini terbukti mampu meniru perilaku server fisik secara realistis, sekaligus menawarkan fleksibilitas manajemen, efisiensi sumber daya, dan kestabilan sistem yang tinggi. Dengan keunggulan tersebut, Proxmox VE layak dijadikan solusi *open-source* alternatif bagi lembaga pendidikan, laboratorium penelitian, maupun pengujian sistem jaringan dengan sumber daya terbatas.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Proxmox Server Solutions GmbH, "Proxmox VE Administration Guide, Version 8.4," 2024. [Online]. Available: https://pve.proxmox.com/wiki/. [Accessed: 25 Okt. 2025].

[2] M. Syafrudin, A. Fitri, and E. Ningsih, "Analisis Kinerja Sistem Virtualisasi Menggunakan Proxmox VE dan VMware Workstation," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer (JTIK)*, vol. 9, no. 2, pp. 102–110, 2023.

[3] H. Gunawan and A. Purnomo, "Pengujian Kinerja Sistem Virtualisasi dengan Metode Benchmarking pada Proxmox VE," *Jurnal Teknologi Elektro dan Komputer (JTEK)*, vol. 11, no. 3, pp. 121–130, 2022.

[4] R. Nurdiansyah and E. Santoso, "Implementasi Virtualisasi Server Menggunakan Proxmox VE untuk Lingkungan Laboratorium," *Jurnal Infotronik*, vol. 8, no. 2, pp. 45–54, 2022.

[5] D. Fitriani and R. Saputra, "Pengujian Efisiensi Sumber Daya pada Platform Virtualisasi Berbasis Proxmox VE," *Jurnal Teknologi Informasi dan Sistem Cerdas*, vol. 6, no. 1, pp. 55–63, 2023.

[6] S. Kumar and D. Singh, "Performance Evaluation of Open-Source Virtualization Platforms: Proxmox VE vs KVM vs Xen," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*, vol. 12, no. 4, pp. 65–72, 2021.

[7] M. Rahman, M. F. Hossain, and A. Islam, "A Comparative Study of Open-Source Virtualization Technologies for Cloud Infrastructure," *Journal of Cloud Computing and Services*, vol. 10, no. 1, pp. 1–10, 2022.

[8] A. H. Hidayat, D. Arifianto, and Y. Suryana, "Evaluasi Performa Virtual Machine Menggunakan Proxmox VE di Lingkungan Laboratorium," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer (JTSISKOM)*, vol. 12, no. 1, pp. 34–42, 2023.

[9] A. Prasetyo, R. P. Putra, and L. Wijaya, "Analisis Perbandingan Kinerja Hypervisor pada Virtualisasi Server Berbasis Open Source," *Jurnal Teknologi dan Informasi (JTI)*, vol. 11, no. 2, pp. 89–97, 2021.

[10 Y. Liu and T. Chen, "Resource Optimization and Scheduling in Virtualized Environments using Open-Source Hypervisors," *IEEE Access*, vol. 11, pp. 129400–129410, 2023.

[11] T. Nguyen and P. Tran, "Benchmarking Performance of Lightweight Virtualization Technologies on Linux," *Journal of Computing Research and Innovation*, vol. 9, no. 2, pp. 144–152, 2024.

[12] F. F. Rachman, "Apa itu arti Revolusi Industri 4.0?" *DetikFinance*, 24 Apr. 2018. [Online]. Available: https://finance.detik.com/industri/d-3952668/apa-itu-revolusi-industri-40. [Accessed: 25 Sep. 2025].