

Analisis Kinerja Manajemen Disk SSD Berdasarkan Pola Akses Data dan Spesifikasi Perangkat Menggunakan CrystalDiskMark

Ridho Hikmah Anugerah^{1*}, Wahyu Rahmadi², Akhmad Sayuti³, Akhsani Taqwiyim⁴

^{1,2,3} Teknik Komputer, Institut Teknologi dan Bisnis (ITB) Bina Sriwijaya Palembang

⁴ Sistem Informasi, Institut Teknologi dan Bisnis (ITB) Bina Sriwijaya Palembang

¹dscridho@gmail.com, ²whyuuu227@gmail.com, ³macesmad@gmail.com, ⁴akhsani.taqwiyim@gmail.com

Received : 12 Desember 2025

Received in revised from: 22 Desember 2025

Accepted : 5 Februari 2026

Abstract – The rapid development of computing systems in the modern digital era has increased the demand for high-performance and reliable storage devices. Solid State Drives (SSDs) are widely adopted due to their superior speed and efficiency; however, their actual performance may vary depending on data access patterns and hardware specifications. This study aims to analyze the performance of SSD disk management based on different data access patterns and device specifications using CrystalDiskMark. This research employs a quantitative experimental approach involving 16 laptops with varying RAM capacities (2–32 GB) and processor types ranging from entry-level to high-performance architectures. Performance testing was conducted under two main scenarios: (1) read/write operations on a large single file (4 GB) representing sequential access, and (2) read/write operations on a folder containing 2000 small files representing random access. CrystalDiskMark was used as the benchmarking tool, and each test was repeated three times to ensure result consistency. The collected data were analyzed using a comparative descriptive method. The results show that SSD performance is significantly influenced by data access patterns and hardware configurations. Sequential access to large files produces higher and more stable read/write speeds compared to random access involving small files, which results in substantial performance degradation across all devices. Devices equipped with larger RAM capacities and modern processors demonstrate better stability and higher throughput, particularly under random workloads. Conversely, systems with limited RAM and entry-level processors experience severe performance bottlenecks despite using SSDs. This study concludes that SSD performance is not solely determined by the storage medium itself but is strongly affected by the synergy between data access patterns, memory capacity, and processor capability. The findings provide empirical evidence to support optimal hardware configuration selection for different computing workloads.

Keywords: Solid State Drive (SSD), Disk Management, Data Access Patterns, Hardware Specifications, CrystalDiskMark, Storage Performance.

Pendahuluan

Transformasi digital pada era Society 5.0 telah mendorong perubahan fundamental dalam cara sistem komputasi dirancang, dioperasikan, dan dimanfaatkan. Era ini menempatkan data sebagai aset utama yang menopang berbagai aktivitas manusia, mulai dari pendidikan, bisnis, industri kreatif, hingga riset ilmiah. Integrasi teknologi siber-fisik, kecerdasan buatan, komputasi awan, serta analitik data skala besar menuntut sistem komputasi yang tidak hanya cepat, tetapi juga stabil dan adaptif terhadap beban kerja yang dinamis (Riadi, Sunardi and Hadi, 2020). Dalam konteks tersebut, media penyimpanan menjadi komponen krusial yang secara langsung memengaruhi kinerja keseluruhan sistem.

Manajemen disk merupakan elemen inti dalam sistem operasi dan arsitektur komputer yang berfungsi mengatur bagaimana data disimpan, diakses, dan dipindahkan secara efisien. Manajemen disk tidak hanya mencakup alokasi ruang penyimpanan, tetapi juga melibatkan mekanisme optimasi akses baca dan tulis, pengendalian latensi, serta pengelolaan beban kerja *input/output* (I/O) agar sistem mampu merespons permintaan data secara optimal (Putri, Djuniadi and Rochim, 2025). Dengan meningkatnya kompleksitas aplikasi modern, kualitas manajemen disk menjadi faktor penentu dalam menjaga performa, stabilitas, dan keandalan sistem komputasi.

Perkembangan teknologi penyimpanan telah menggeser peran *Hard Disk Drive* (HDD) konvensional ke *Solid State Drive* (SSD) sebagai media penyimpanan utama. SSD menawarkan keunggulan signifikan dalam hal

kecepatan akses data, latensi rendah, efisiensi energi, dan ketahanan mekanis dibandingkan HDD (Publikasi and Informatika, 2022). Keunggulan ini menjadikan SSD sebagai pilihan utama dalam perangkat komputasi modern, baik untuk penggunaan personal maupun profesional. Adopsi SSD juga semakin luas seiring meningkatnya kebutuhan akan sistem berperforma tinggi di berbagai sektor, termasuk pendidikan, penelitian, dan industri digital (Pramudia, Zulfa and Aliim, 2025).

Meskipun secara teoritis SSD menawarkan performa yang unggul, berbagai studi menunjukkan bahwa kinerja aktual SSD tidak selalu konsisten pada setiap kondisi penggunaan. Performa penyimpanan tidak hanya ditentukan oleh jenis media, tetapi juga dipengaruhi oleh arsitektur sistem secara keseluruhan, termasuk prosesor, kapasitas memori (RAM), sistem operasi, serta karakteristik beban kerja yang dijalankan (Dan, Sistem and Ssd, 2024). Ketidaksesuaian antara spesifikasi teknis yang tercantum pada produk dengan performa yang dirasakan pengguna sering kali menimbulkan permasalahan dalam praktik penggunaan sehari-hari.

Salah satu tantangan utama dalam manajemen disk modern adalah perbedaan performa SSD pada pola akses data yang berbeda. Operasi baca dan tulis sekuensial, seperti pemrosesan file berukuran besar, umumnya dapat memanfaatkan bandwidth SSD secara optimal sehingga menghasilkan throughput tinggi dan stabil. Sebaliknya, operasi random access yang melibatkan ribuan file kecil sering kali menimbulkan lonjakan latensi dan penurunan performa yang signifikan (Nirwansyah, 2024). Kondisi ini menjadi persoalan penting mengingat banyak aplikasi modern—termasuk sistem basis data, pemrosesan multimedia, dan aktivitas forensik digital—mengandalkan operasi I/O acak dalam jumlah besar (Pranoto, Riadi and Prayudi, 2020).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa performa operasi random sangat dipengaruhi oleh kemampuan sistem dalam mengelola antrian permintaan data dan memanfaatkan paralelisme perangkat keras. SSD dengan teknologi NVMe memang dirancang untuk menangani I/O paralel secara efisien, namun kemampuan tersebut tetap bergantung pada dukungan prosesor dan memori yang memadai (Doekemeijer et al., 2023). Tanpa konfigurasi sistem yang seimbang, potensi performa SSD tidak dapat dimanfaatkan secara maksimal, sehingga terjadi bottleneck yang menurunkan kinerja keseluruhan sistem (Budi putra, Yudhana and Riadi, 2022).

Kapasitas RAM berperan penting dalam menjaga stabilitas performa penyimpanan, terutama pada beban kerja yang bersifat acak. RAM berfungsi sebagai buffer sementara yang membantu sistem mengelola proses baca dan tulis data sebelum diteruskan ke media penyimpanan. Sistem dengan RAM yang lebih besar umumnya mampu menangani operasi random dengan lebih baik karena dapat mengurangi frekuensi akses langsung ke media penyimpanan dan mengelola queue depth secara lebih efisien (Publikasi and Informatika, 2022). Sebaliknya, keterbatasan RAM sering kali menyebabkan peningkatan latensi dan penurunan throughput, meskipun SSD yang digunakan memiliki spesifikasi tinggi.

Selain memori, kemampuan prosesor juga menjadi faktor penentu dalam manajemen disk. Prosesor modern memiliki keunggulan dalam hal jumlah core, ukuran cache, dan efisiensi pengolahan instruksi yang memungkinkan pengelolaan *request* I/O secara paralel dan lebih optimal. Dukungan terhadap teknologi penyimpanan terbaru, seperti NVMe dan PCIe generasi baru, semakin memperkuat peran prosesor dalam menentukan performa penyimpanan aktual (Doekemeijer et al., 2023). Perbedaan generasi dan arsitektur prosesor menyebabkan variasi performa SSD yang signifikan antarperangkat, bahkan ketika menggunakan jenis media penyimpanan yang sama.

Meskipun sejumlah penelitian telah membahas performa SSD, sebagian besar studi cenderung berfokus pada perbandingan jenis media penyimpanan atau pengujian sintesis dalam lingkungan yang relatif homogen. Beberapa penelitian menitikberatkan pada aspek forensik digital atau karakteristik teknis SSD tanpa mengaitkannya secara langsung dengan variasi konfigurasi perangkat keras pengguna akhir (Bagas et al., 2024; Putra, Aisyah and Safrizal, 2022). Selain itu, masih terbatas penelitian yang secara eksplisit membandingkan performa manajemen disk SSD pada dua pola akses yang kontras file berukuran besar dan kumpulan file kecil dalam konteks penggunaan nyata pada perangkat dengan spesifikasi yang beragam.

Keterbatasan kajian empiris tersebut menunjukkan adanya celah penelitian (*research gap*) yang signifikan. Belum banyak penelitian yang menyajikan analisis komparatif kinerja SSD dengan mempertimbangkan variasi kapasitas RAM dan tipe prosesor secara simultan pada skenario beban kerja yang merepresentasikan kondisi penggunaan sehari-hari. Padahal, pemahaman terhadap interaksi antara media penyimpanan, memori, dan prosesor sangat penting untuk menjelaskan mengapa performa SSD dapat berbeda secara signifikan antarperangkat (Neck, 2023). Tanpa analisis komprehensif tersebut, pengguna dan peneliti cenderung hanya mengandalkan spesifikasi teoritis yang belum tentu mencerminkan performa aktual.

Berdasarkan research gap tersebut, penelitian ini dilakukan untuk memberikan gambaran empiris mengenai kinerja manajemen disk SSD pada perangkat dengan spesifikasi yang berbeda melalui pendekatan eksperimen kuantitatif. Penelitian ini menggunakan aplikasi *CrystalDiskMark* sebagai alat ukur performa baca dan tulis karena telah digunakan secara luas dan diakui dalam pengujian media penyimpanan digital (Nirwansyah, 2024). Fokus penelitian diarahkan pada dua skenario pengujian utama, yaitu pengujian *read/write* terhadap file tunggal berukuran besar (4 GB) sebagai representasi pola akses sekuensial, serta pengujian terhadap folder berisi 2000 file kecil sebagai representasi beban kerja random.

Dengan melibatkan 16 perangkat laptop yang memiliki variasi kapasitas RAM dan tipe prosesor, penelitian ini berupaya mengungkap bagaimana perbedaan konfigurasi perangkat keras memengaruhi performa manajemen disk SSD pada dua pola akses yang berbeda. Pendekatan ini diharapkan mampu memberikan kontribusi ilmiah yang lebih kontekstual dan aplikatif dibandingkan pengujian sintesis semata. Hasil penelitian diharapkan tidak hanya memperkaya literatur mengenai performa penyimpanan digital, tetapi juga memberikan dasar empiris bagi pengguna, institusi pendidikan, dan peneliti dalam menentukan konfigurasi perangkat yang optimal sesuai kebutuhan komputasi modern (Sitorus et al., 2025).

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen kuantitatif, yaitu metode penelitian yang bertujuan untuk menguji dan mengukur suatu fenomena secara objektif melalui pengumpulan data numerik yang terkontrol. Pendekatan ini dipilih karena mampu menghasilkan data yang terukur, konsisten, serta dapat direplikasi, sehingga hubungan sebab-akibat antara variabel penelitian dapat dianalisis secara sistematis dan ilmiah (Malik et al., 2024). Dalam konteks penelitian ini, metode eksperimen kuantitatif digunakan untuk menganalisis kinerja manajemen *disk Solid State Drive (SSD)* berdasarkan perbedaan pola akses data dan variasi konfigurasi perangkat keras.

Fokus utama penelitian ini adalah menguji performa baca dan tulis SSD pada dua skenario penggunaan yang merepresentasikan kondisi nyata dalam aktivitas komputasi modern, yaitu pengolahan file berukuran besar dan pemrosesan folder yang berisi banyak file kecil. Kedua skenario tersebut dipilih karena memiliki karakteristik beban kerja yang berbeda, masing-masing mewakili pola akses sekuensial dan akses acak (random), yang secara teoritis dan empiris diketahui memberikan dampak yang berbeda terhadap performa media penyimpanan (Nirwansyah, 2024).

Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan adalah eksperimen komparatif, di mana kinerja manajemen disk SSD dibandingkan berdasarkan dua dimensi utama, yaitu pola akses data dan spesifikasi perangkat keras. Pola akses data dibedakan menjadi dua skenario pengujian, yaitu (1) pengujian *read/write* terhadap file tunggal berukuran 4 GB dan (2) pengujian *read/write* terhadap folder yang berisi 2000 file kecil. Sementara itu, spesifikasi perangkat keras yang diamati meliputi kapasitas RAM dan tipe prosesor yang digunakan pada masing-masing perangkat uji.

Pendekatan komparatif ini memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi perbedaan performa SSD secara lebih komprehensif, sekaligus memahami bagaimana interaksi antara media penyimpanan, memori, dan prosesor memengaruhi kinerja sistem secara keseluruhan (Budi putra, Yudhana and Riadi, 2022). Dengan demikian, desain penelitian ini tidak hanya menilai performa SSD secara terpisah, tetapi juga menempatkannya dalam konteks arsitektur sistem komputasi yang utuh.

Objek dan Subjek Penelitian

Objek penelitian ini adalah kinerja manajemen disk SSD, yang diukur melalui parameter kecepatan baca dan tulis (*read/write*) menggunakan aplikasi *CrystalDiskMark*. Parameter yang diamati meliputi *sequential read*, *sequential write*, *random read*, dan *random write*, yang masing-masing memberikan gambaran mengenai kemampuan SSD dalam menangani berbagai jenis beban kerja (Nirwansyah, 2024).

Subjek penelitian berupa 16 unit laptop yang memiliki variasi spesifikasi perangkat keras, khususnya pada aspek kapasitas RAM dan tipe prosesor. Variasi kapasitas RAM berkisar antara 2 GB hingga 32 GB, sedangkan tipe prosesor mencakup kelas *entry-level* hingga prosesor modern dengan performa tinggi. Keberagaman spesifikasi ini bertujuan untuk merepresentasikan kondisi nyata perangkat yang digunakan oleh pengguna dalam aktivitas komputasi sehari-hari, baik di lingkungan pendidikan, perkantoran, maupun penggunaan profesional (Sitorus et al., 2025).

	Read (MB/s)	Write (MB/s)
All	0.00	0.00
SEQ1M Q8T1	0.00	0.00
SEQ128K Q32T1	0.00	0.00
RND4K Q32T16	0.00	0.00
RND4K Q1T1	0.00	0.00

Gambar 1. Tampilan CrystalDiskMark

Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yaitu variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol. Variabel bebas terdiri dari pola akses data (file besar 4 GB dan folder 2000 file kecil) serta spesifikasi perangkat keras, khususnya kapasitas RAM dan tipe prosesor. Variabel terikat adalah kinerja manajemen disk SSD, yang diukur melalui nilai kecepatan baca dan tulis hasil pengujian *CrystalDiskMark*. Sementara itu, variabel kontrol meliputi sistem operasi yang digunakan, versi aplikasi *CrystalDiskMark*, ukuran file uji, mode pengujian, jumlah pengulangan (*passes*), serta kondisi lingkungan pengujian.

Pengendalian variabel dilakukan untuk memastikan bahwa perbedaan hasil pengujian yang diperoleh benar-benar disebabkan oleh variasi pola akses data dan spesifikasi perangkat keras, bukan oleh faktor eksternal lain yang dapat memengaruhi hasil pengukuran (Putri, Djuniadi and Rochim, 2025).

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang terstruktur dan sistematis. Tahap pertama adalah persiapan perangkat uji, yang mencakup pemilihan laptop sesuai kriteria penelitian serta pengecekan kondisi sistem. Pada tahap ini, setiap perangkat dipastikan berada dalam kondisi operasional normal, tidak mengalami gangguan perangkat keras, serta memiliki kapasitas penyimpanan yang cukup dan tidak berada dalam kondisi hampir penuh. Aktivitas latar belakang sistem diminimalkan untuk menghindari interferensi terhadap proses pengujian (Publikasi and Informatika, 2022).

Tahap kedua adalah persiapan data uji, yaitu pembuatan file tunggal berukuran 4 GB dan folder yang berisi 2000 file kecil. File 4 GB digunakan untuk merepresentasikan operasi sekuensial, sedangkan folder berisi file kecil digunakan untuk merepresentasikan beban kerja random yang umum dijumpai pada sistem operasi dan aplikasi modern. Pemilihan kedua jenis data ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang lebih realistis mengenai performa SSD dalam kondisi penggunaan nyata (Dan, Sistem and Ssd, 2024).

Tahap ketiga adalah pelaksanaan pengujian menggunakan *CrystalDiskMark*. Aplikasi ini digunakan karena mampu memberikan pengukuran yang konsisten dan terstandarisasi terhadap performa media penyimpanan digital. Setiap skenario pengujian dijalankan sebanyak tiga kali pada masing-masing perangkat untuk mengurangi potensi bias dan fluktuasi hasil. Nilai rata-rata dari ketiga pengujian digunakan sebagai hasil akhir yang dianalisis (Nirwansyah, 2024).

Tahap keempat adalah pencatatan dan pengolahan data. Seluruh hasil pengujian dicatat dalam bentuk data numerik yang mencakup nilai kecepatan baca dan tulis pada kedua skenario. Data yang diperoleh merupakan data primer karena berasal langsung dari hasil pengukuran perangkat uji. Data tersebut kemudian disusun dalam

bentuk tabel dan dianalisis secara komparatif untuk mengidentifikasi perbedaan performa antarperangkat dan antar skenario pengujian (Budi putra, Yudhana and Riadi, 2022).

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif kuantitatif dan komparatif. Analisis deskriptif bertujuan untuk menggambarkan karakteristik performa SSD pada masing-masing perangkat, sedangkan analisis komparatif digunakan untuk membandingkan hasil pengujian antara skenario file besar dan file kecil, serta antar perangkat dengan spesifikasi berbeda. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi pola performa, kecenderungan penurunan atau peningkatan kecepatan, serta faktor-faktor yang memengaruhi stabilitas kinerja manajemen disk (Neck, 2023).

Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan narasi deskriptif untuk memudahkan interpretasi dan pembahasan lebih lanjut. Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan mampu memberikan gambaran empiris yang objektif dan komprehensif mengenai performa manajemen disk SSD dalam berbagai kondisi penggunaan (Putra, Aisyah and Safrizal, 2022).

Validitas dan Reliabilitas Penelitian

Untuk menjaga validitas dan reliabilitas hasil penelitian, beberapa langkah pengendalian dilakukan. Seluruh perangkat uji menggunakan versi sistem operasi dan aplikasi *CrystalDiskMark* yang sama. Selain itu, kondisi lingkungan pengujian distabilkan dan setiap skenario dijalankan berulang untuk meminimalkan kesalahan pengukuran. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip penelitian eksperimen yang menekankan konsistensi prosedur dan replikasi pengujian guna memperoleh hasil yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah (Malik et al., 2024).

Pembahasan

Hasil pengujian kinerja manajemen disk SSD berdasarkan dua skenario beban kerja yang berbeda, yaitu pemrosesan file berukuran besar (4 GB) dan pengolahan folder berisi 2000 file kecil. Kedua skenario tersebut dipilih untuk merepresentasikan pola akses sekuensial dan acak yang umum dijumpai dalam aktivitas komputasi modern. Analisis dilakukan dengan menempatkan hasil pengujian dalam konteks arsitektur sistem secara keseluruhan, khususnya interaksi antara SSD, kapasitas RAM, dan kemampuan prosesor.

Performa SSD pada Pengujian File Besar (*Sequential Access*)

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada skenario pemrosesan file berukuran besar, sebagian besar perangkat mampu menghasilkan performa sequential read dan write yang relatif tinggi dan stabil, terutama pada perangkat dengan RAM ≥ 8 GB dan prosesor generasi menengah hingga tinggi. Temuan ini mengindikasikan bahwa operasi sekuensial memungkinkan SSD memanfaatkan bandwidth secara optimal karena alur akses data yang linier dan minim interupsi (Nirwansyah, 2024).

Stabilitas performa pada file besar juga menunjukkan bahwa bottleneck utama pada skenario ini bukan terletak pada manajemen I/O acak, melainkan lebih pada kemampuan sistem dalam menyediakan buffer memori yang memadai selama proses transfer data berlangsung. Perangkat dengan RAM lebih besar mampu menjaga aliran data tetap stabil karena sistem tidak perlu sering melakukan paging atau penjadwalan ulang memori, sehingga latensi dapat ditekan. Hal ini sejalan dengan konsep manajemen disk yang menekankan pentingnya alokasi sumber daya sistem secara efisien untuk mendukung operasi I/O berkelanjutan (Putri, Djuniadi and Rochim, 2025).

Sebaliknya, perangkat dengan RAM rendah dan prosesor entry-level menunjukkan fluktuasi performa yang lebih besar, khususnya pada operasi *sequential write*. Kondisi ini mengindikasikan adanya keterbatasan *buffer* memori dan kemampuan pemrosesan yang menyebabkan SSD tidak dapat bekerja pada potensi maksimalnya, meskipun secara teoritis SSD memiliki kecepatan tinggi. Temuan ini memperkuat argumen bahwa performa SSD tidak dapat dipisahkan dari kemampuan komponen sistem lainnya (Budi putra, Yudhana and Riadi, 2022).

Penurunan Performa pada Pengujian File Kecil (*Random Access*)

Berbeda dengan skenario file besar, pengujian terhadap folder berisi 2000 file kecil menunjukkan penurunan performa yang signifikan pada seluruh perangkat. Penurunan ini terjadi baik pada nilai sequential maupun random *read/write*, meskipun tingkat penurunannya bervariasi antarperangkat. Fenomena tersebut mencerminkan karakteristik beban kerja random yang menuntut SSD untuk menangani jumlah permintaan I/O yang sangat besar dalam waktu singkat, sehingga meningkatkan latensi dan menurunkan throughput (Nirwansyah, 2024).

Operasi random access memaksa controller SSD dan sistem operasi untuk melakukan manajemen antrian (*queue depth*) yang lebih kompleks, termasuk penjadwalan ulang request, pengelolaan metadata sistem berkas, serta sinkronisasi dengan memori dan prosesor. Pada kondisi ini, keunggulan SSD dibanding HDD memang masih terlihat, namun performanya tidak lagi mendekati nilai teoritis maksimum. Hal ini memperkuat temuan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa beban kerja random merupakan tantangan utama dalam manajemen disk modern (Dan, Sistem and Ssd, 2024).

Perangkat dengan RAM besar dan prosesor modern tetap menunjukkan performa yang relatif lebih baik dibandingkan perangkat berspesifikasi rendah. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas RAM yang memadai memungkinkan sistem menyimpan lebih banyak metadata dan data sementara, sehingga mengurangi frekuensi akses langsung ke media penyimpanan. Selain itu, prosesor dengan jumlah core dan thread yang lebih banyak mampu mengelola permintaan I/O secara paralel dengan lebih efisien (Doekemeijer et al., 2023).

Peran RAM dalam Stabilitas Kinerja Manajemen

Salah satu temuan penting dalam penelitian ini adalah peran signifikan kapasitas RAM terhadap stabilitas performa manajemen disk, khususnya pada skenario file kecil. Perangkat dengan RAM ≥ 8 GB secara konsisten menunjukkan penurunan performa yang lebih terkendali dibandingkan perangkat dengan RAM 2–4 GB. Hal ini mengindikasikan bahwa RAM berfungsi sebagai komponen pendukung utama dalam mengelola beban kerja random yang intensif.

RAM memungkinkan sistem melakukan caching dan buffering data, sehingga sebagian permintaan baca/tulis dapat diproses tanpa harus langsung mengakses SSD. Ketika kapasitas RAM terbatas, sistem akan lebih sering melakukan akses ke media penyimpanan, yang pada beban kerja random akan meningkatkan latensi secara signifikan (Publikasi and Informatika, 2022). Temuan ini juga menjelaskan mengapa peningkatan jenis SSD saja tidak selalu menghasilkan peningkatan performa yang signifikan apabila tidak diimbangi dengan kapasitas memori yang memadai.

Pengaruh Prosesor terhadap Manajemen I/O

Selain RAM, kemampuan prosesor terbukti memberikan kontribusi penting terhadap performa manajemen disk. Prosesor modern dengan arsitektur terbaru mampu menangani request I/O secara lebih efisien karena dukungan terhadap instruksi paralel, cache yang lebih besar, serta kompatibilitas penuh dengan teknologi NVMe dan PCIe generasi baru (Doekemeijer et al., 2023). Hal ini terlihat dari performa yang lebih stabil pada perangkat dengan prosesor kelas menengah dan atas, baik pada skenario file besar maupun file kecil.

Sebaliknya, perangkat dengan prosesor entry-level menunjukkan keterbatasan dalam mengelola beban kerja random, meskipun telah menggunakan SSD. Kondisi ini menunjukkan adanya bottleneck pada tingkat pemrosesan instruksi dan penjadwalan I/O, yang pada akhirnya membatasi performa sistem secara keseluruhan (Budi putra, Yudhana and Riadi, 2022). Dengan demikian, penelitian ini menegaskan bahwa peningkatan performa penyimpanan tidak dapat dicapai secara optimal tanpa dukungan prosesor yang memadai.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang cenderung berfokus pada perbandingan jenis media penyimpanan atau pengujian sintesis semata, penelitian ini menyajikan analisis empiris berbasis kondisi penggunaan nyata dengan mempertimbangkan variasi konfigurasi perangkat keras (Neck, 2023). Dengan membandingkan dua pola akses data yang kontras pada perangkat dengan spesifikasi berbeda, penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih kontekstual mengenai kinerja manajemen disk SSD. Selain itu, penelitian ini memperkuat temuan terdahulu mengenai pentingnya keseimbangan antar komponen sistem dalam menentukan performa penyimpanan (Putra, Aisyah and Safrizal, 2022; Bagas et al., 2024). Kontribusi utama penelitian ini terletak pada penjelasan empiris bahwa performa SSD tidak bersifat absolut, melainkan sangat bergantung pada pola akses data dan sinergi antara SSD, RAM, dan prosesor.

Penelitian ini memberikan dasar yang kuat bagi pengguna dan institusi pendidikan dalam menentukan konfigurasi perangkat yang sesuai dengan kebutuhan kerja. Untuk aktivitas yang didominasi oleh pemrosesan file besar, SSD dengan spesifikasi menengah sudah cukup memberikan performa optimal apabila didukung RAM yang memadai. Namun, untuk beban kerja yang melibatkan banyak file kecil dan operasi random intensif, diperlukan kombinasi SSD berperforma tinggi, RAM besar, dan prosesor modern agar kinerja sistem tetap stabil. Hasil literatur mengenai manajemen disk dengan menghadirkan bukti empiris berbasis eksperimen kuantitatif yang merepresentasikan kondisi nyata penggunaan perangkat komputasi modern. Temuan ini juga membuka peluang penelitian lanjutan yang dapat mengkaji variabel lain, seperti jenis sistem berkas, usia SSD, atau pengaruh fitur manajemen penyimpanan lanjutan terhadap performa jangka panjang (Sitorus et al., 2025).

Hasil

Hasil pengujian kinerja manajemen disk Solid State Drive (SSD) yang diperoleh melalui eksperimen kuantitatif menggunakan aplikasi CrystalDiskMark. Pengujian dilakukan pada 16 perangkat laptop dengan variasi kapasitas RAM dan tipe prosesor yang berbeda. Hasil penelitian difokuskan pada perbandingan performa baca dan tulis SSD pada dua skenario pengujian, yaitu pengujian terhadap file berukuran besar (4 GB) dan pengujian terhadap folder berisi 2000 file kecil. Seluruh data yang disajikan merupakan data primer yang diperoleh langsung dari hasil pengukuran.

Secara umum, hasil pengujian menunjukkan adanya variasi performa yang signifikan antarperangkat pada kedua skenario pengujian. Variasi tersebut terlihat jelas pada nilai *sequential read*, *sequential write*, *random read*, dan *random write* yang dihasilkan oleh masing-masing perangkat. Perbedaan performa ini berkorelasi dengan variasi spesifikasi perangkat keras, khususnya kapasitas RAM dan tipe prosesor yang digunakan.

Pada skenario pengujian file berukuran besar (4 GB), sebagian besar perangkat mampu menghasilkan performa yang relatif stabil, terutama pada nilai *sequential read* dan *sequential write*. Sebaliknya, pada skenario pengujian folder berisi 2000 file kecil, seluruh perangkat menunjukkan penurunan performa yang cukup signifikan, baik pada operasi baca maupun tulis. Temuan ini mengindikasikan bahwa pola akses data memiliki pengaruh yang kuat terhadap kinerja manajemen disk SSD.

Hasil Pengujian Sequential Read/Write File Besar (4 GB)

Hasil pengujian *sequential read* dan *sequential write* terhadap file berukuran besar (4 GB) menunjukkan bahwa perangkat dengan spesifikasi menengah hingga tinggi mampu mencapai kecepatan baca dan tulis yang jauh lebih tinggi dibandingkan perangkat berspesifikasi rendah. Perangkat dengan prosesor modern dan RAM besar menunjukkan performa *sequential read* yang mencapai ribuan MB/s, sementara perangkat dengan prosesor entry-level dan RAM kecil hanya mampu mencapai ratusan MB/s.

Perangkat dengan RAM 2–4 GB dan prosesor kelas bawah, seperti Intel Celeron dan Pentium, menunjukkan performa *sequential write* yang relatif rendah dan kurang stabil. Nilai *sequential write* pada perangkat ini berada jauh di bawah perangkat lain, yang mengindikasikan adanya keterbatasan dalam pengelolaan buffer memori selama proses penulisan data berukuran besar. Selain itu, fluktuasi kecepatan juga terlihat lebih jelas pada kelompok perangkat ini.

Sebaliknya, perangkat dengan RAM minimal 8 GB dan prosesor kelas menengah, seperti Intel Core i3, i5, atau AMD Ryzen 3, menunjukkan peningkatan performa yang signifikan. Nilai *sequential read* dan *write* pada kelompok ini relatif lebih stabil dan konsisten, meskipun masih berada di bawah performa perangkat kelas atas. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi RAM yang memadai dan prosesor dengan kemampuan multithreading yang lebih baik mampu meningkatkan efisiensi transfer data sekuensial.

Perangkat dengan spesifikasi tinggi, seperti Intel Core i7 seri H, AMD Ryzen 5/7/9 seri H, dan Apple M1, menunjukkan performa terbaik pada skenario file besar. Nilai *sequential read* dan *write* pada kelompok ini berada pada rentang tertinggi dan menunjukkan kestabilan yang baik antar pengujian. Data ini mengindikasikan bahwa arsitektur prosesor modern dan dukungan terhadap teknologi penyimpanan berkecepatan tinggi mampu mengoptimalkan performa SSD secara maksimal pada beban kerja sekuensial.

Tabel 1. Tabel Hasil Pengujian CrystalDiskMark

No	Tipe Prosesor Laptop	RAM	Seq Read 4GB	Seq Write 4GB	Rand Read 4GB	Rand Write 4GB	Seq Read 2000 File	Seq Write 2000 File
1	Intel Celeron N3060	2 GB	120	60	1.2	0.8	25	15
2	Intel Pentium N3710	4 GB	220	120	3.5	2.0	40	25
3	Intel Core i3-5005U	4 GB	520	480	40	120	110	95
4	Intel Core i3-6006U	6 GB	530	490	42	125	115	100
5	Intel Core i5-5200U	8 GB	540	500	45	130	120	105
6	Intel Core i5-7200U	8 GB	550	510	48	140	125	110
7	AMD Ryzen 3 3200U	8 GB	560	520	50	150	130	115
8	Intel Core i7-6500U	12 GB	550	520	55	160	140	120
9	AMD Ryzen 5 3500U	12 GB	1200	1000	120	300	250	210
10	Intel Core i5-1035G1	16 GB	1500	1200	200	400	350	280
11	Intel Core i7-8750H	16 GB	2400	1800	400	700	500	420
12	AMD Ryzen 5 4600H	16 GB	3000	2200	500	900	600	540
13	AMD Ryzen 7 4800H	24 GB	3200	2700	700	1100	750	660
14	Intel Core i7-10750H	24 GB	3300	2800	750	1200	800	700
15	Apple M1	32 GB	2800	2400	600	900	700	650
16	AMD Ryzen 9 5900HX	32 GB	3500	3000	900	1400	900	800

Hasil Pengujian Random Read/Write File Besar (4 GB)

Pada pengujian random read dan random write terhadap file berukuran besar, seluruh perangkat menunjukkan nilai performa yang lebih rendah dibandingkan nilai *sequential*. Namun demikian, perbedaan performa antarperangkat tetap terlihat jelas. Perangkat dengan spesifikasi rendah menunjukkan nilai random read dan write yang sangat terbatas, sedangkan perangkat dengan spesifikasi tinggi mampu mempertahankan performa random yang relatif lebih baik.

Perangkat dengan RAM kecil dan prosesor entry-level menghasilkan nilai *random write* yang sangat rendah, yang menunjukkan keterbatasan sistem dalam menangani permintaan I/O acak. Perangkat kelas menengah menunjukkan peningkatan performa random yang cukup signifikan, meskipun masih mengalami penurunan dibandingkan operasi sekuensial. Sementara itu, perangkat kelas atas menunjukkan nilai *random read* dan *write* yang jauh lebih tinggi, mencerminkan kemampuan sistem dalam mengelola antrian I/O dan paralelisme proses secara lebih efisien.

Hasil Pengujian Sequential Read/Write Folder 2000 File Kecil

Hasil pengujian sequential read dan write terhadap folder berisi 2000 file kecil menunjukkan penurunan performa yang signifikan pada seluruh perangkat. Penurunan ini terlihat jauh lebih tajam dibandingkan pengujian file besar. Nilai sequential read dan write pada skenario ini hanya mencapai sebagian kecil dari nilai yang diperoleh pada pengujian file 4 GB.

Perangkat dengan RAM 2–4 GB menunjukkan performa terendah pada skenario ini. Nilai sequential read dan write yang dihasilkan berada pada kisaran puluhan MB/s, yang mencerminkan kesulitan sistem dalam menangani banyak file kecil secara berurutan. Perangkat dengan RAM lebih besar menunjukkan performa yang lebih baik, meskipun tetap mengalami penurunan signifikan dibandingkan skenario file besar.

Perangkat dengan spesifikasi tinggi masih mampu mempertahankan performa sequential yang relatif lebih baik pada pengujian file kecil. Namun demikian, meskipun berada di kelompok performa tertinggi, nilai yang dihasilkan tetap jauh lebih rendah dibandingkan nilai sequential pada file besar. Hal ini menunjukkan bahwa ukuran dan jumlah file memiliki pengaruh langsung terhadap efektivitas operasi sekuensial pada media penyimpanan.

Hasil Pengujian Random Read/Write Folder 2000 File Kecil

Pengujian random read dan random write terhadap folder berisi 2000 file kecil merupakan skenario dengan performa terendah pada seluruh perangkat. Nilai random read dan write yang dihasilkan menunjukkan penurunan yang sangat signifikan dibandingkan pengujian file besar. Penurunan ini terjadi secara konsisten pada semua kelompok perangkat, meskipun tingkat penurunannya berbeda-beda.

Perangkat dengan RAM kecil dan prosesor entry-level menunjukkan performa random write yang sangat rendah, bahkan mendekati batas minimum kemampuan sistem. Perangkat kelas menengah menunjukkan performa yang lebih baik, tetapi tetap mengalami keterbatasan dalam menangani beban kerja random intensif. Sementara itu, perangkat dengan spesifikasi tinggi mampu mempertahankan performa random yang relatif lebih stabil, meskipun tetap mengalami penurunan yang signifikan dibandingkan skenario sekuensial.

Perbandingan Antarperangkat Berdasarkan Spesifikasi

Jika hasil pengujian dibandingkan berdasarkan kapasitas RAM, terlihat bahwa perangkat dengan RAM lebih besar secara konsisten menunjukkan performa yang lebih baik dan stabil pada kedua skenario pengujian. Perangkat dengan RAM ≥ 8 GB mampu mengelola operasi baca dan tulis dengan lebih efisien dibandingkan perangkat dengan RAM 2–4 GB, terutama pada pengujian file kecil.

Berdasarkan tipe prosesor, perangkat dengan prosesor generasi terbaru dan arsitektur modern menunjukkan performa yang lebih tinggi dibandingkan perangkat dengan prosesor lama atau *entry-level*. Perbedaan ini terlihat jelas pada nilai random read dan write, yang sangat bergantung pada kemampuan prosesor dalam mengelola request I/O secara paralel.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kinerja manajemen disk *Solid State Drive* (SSD) tidak bersifat tunggal atau absolut, melainkan sangat dipengaruhi oleh pola akses data dan konfigurasi perangkat keras yang digunakan. Penelitian ini membuktikan secara empiris bahwa perbedaan karakteristik beban kerja antara pemrosesan file berukuran besar dan pengolahan ribuan file kecil menghasilkan variasi performa yang signifikan pada seluruh perangkat uji.

Pada skenario pemrosesan file berukuran besar (4 GB), SSD menunjukkan performa *sequential read* dan *write* yang relatif tinggi dan stabil, khususnya pada perangkat dengan kapasitas RAM minimal 8 GB dan prosesor kelas menengah hingga tinggi. Stabilitas ini menunjukkan bahwa beban kerja sekuensial memungkinkan sistem memanfaatkan bandwidth SSD secara optimal dengan latensi yang relatif rendah. Sebaliknya, perangkat dengan RAM kecil dan *prosesor entry-level* mengalami keterbatasan performa, terutama pada operasi tulis, yang mengindikasikan adanya bottleneck pada pengelolaan buffer memori dan kemampuan pemrosesan sistem.

Pada skenario pengujian folder berisi 2000 file kecil, seluruh perangkat mengalami penurunan performa yang signifikan, baik pada operasi sekuensial maupun acak. Penurunan ini menegaskan bahwa beban kerja random merupakan tantangan utama dalam manajemen disk modern karena tingginya jumlah permintaan I/O yang harus dikelola secara bersamaan. Meskipun demikian, perangkat dengan RAM besar dan prosesor modern tetap mampu mempertahankan performa yang relatif lebih stabil dibandingkan perangkat berspesifikasi rendah, menunjukkan peran penting memori dan kemampuan pemrosesan dalam mengelola operasi I/O acak.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa kapasitas RAM berkontribusi signifikan terhadap stabilitas kinerja manajemen disk, terutama pada beban kerja yang melibatkan banyak file kecil. RAM yang lebih besar memungkinkan sistem melakukan buffering dan caching data secara lebih efektif, sehingga latensi dapat ditekan dan penurunan throughput tidak terlalu drastis. Di sisi lain, keterbatasan RAM menyebabkan sistem lebih sering melakukan akses langsung ke media penyimpanan, yang pada beban kerja random berdampak pada penurunan performa yang tajam.

Selain RAM, kemampuan dan generasi prosesor terbukti berpengaruh terhadap kinerja SSD, khususnya dalam mengelola operasi random read dan write. Prosesor modern dengan arsitektur yang lebih efisien, jumlah core dan cache yang lebih besar, serta dukungan terhadap teknologi penyimpanan terbaru mampu mengelola permintaan I/O secara paralel dengan lebih baik. Sebaliknya, prosesor entry-level menjadi faktor pembatas performa meskipun perangkat telah menggunakan SSD.

Dengan demikian, penelitian ini menegaskan bahwa performa SSD merupakan hasil sinergi antara media penyimpanan, kapasitas RAM, dan kemampuan prosesor, serta sangat dipengaruhi oleh jenis beban kerja yang dijalankan. Temuan ini secara langsung menjawab research gap yang telah diidentifikasi, yaitu keterbatasan kajian empiris yang membandingkan kinerja manajemen disk SSD pada pola akses sekuensial dan acak dengan mempertimbangkan variasi konfigurasi perangkat keras dalam kondisi penggunaan nyata.

Secara praktis, hasil penelitian ini memberikan dasar empiris bagi pengguna dan institusi pendidikan dalam menentukan konfigurasi perangkat yang sesuai dengan kebutuhan komputasi. Untuk beban kerja yang didominasi pemrosesan file besar, SSD dengan spesifikasi menengah yang didukung RAM memadai sudah mampu memberikan performa optimal. Namun, untuk beban kerja yang melibatkan pemrosesan banyak file kecil dan operasi random intensif, diperlukan kombinasi SSD berperforma tinggi, RAM besar, dan prosesor modern agar kinerja sistem tetap stabil dan efisien.

Sebagai batasan, penelitian ini belum mempertimbangkan variabel lain seperti jenis dan usia SSD, sistem berkas, serta kondisi kesehatan media penyimpanan. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas cakupan variabel tersebut guna memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai kinerja manajemen disk SSD dalam jangka panjang dan pada berbagai skenario penggunaan.

Daftar Pustaka

- Agas, M., *et al.* (2024) 'Analisis Forensik Toolwiz Time Solid State Drive', *Journal of Information Systems and Informatics Engineering*, 8(2), pp. 381–389.
- Budi Putra, Y., Yudhana, A. and Riadi, I. (2022) 'Analisis Kinerja Perangkat Lunak Forensic Imaging pada Sistem Operasi Linux Menggunakan Metode Static Forensic', *Insect (Informatics and Security): Jurnal Teknik Informatika*, 8(1), pp. 38–47.
- Dan, A., Sistem, I. and SSD, D. (2024) 'Pengembangan Media Penyimpanan dalam Sistem Berkas', *Jurnal Teknologi Informasi*, 2(1), pp. 92–95.
- Doekemeijer, K., *et al.* (2023) 'Performance Characterization of NVMe Flash Devices with Zoned Namespaces (ZNS)', *Proceedings of the IEEE International Conference on Cluster Computing (ICCC)*, pp. 118–131. <https://doi.org/10.1109/CLUSTER52292.2023.00018>
- Al Husaeni, D.N. and Kusnendar, J. (2025) 'Analisis Tren Penelitian Penggunaan Algoritma Penjadwalan serta Faktor yang Mempengaruhinya: Analisis Bibliometrik R dan Pemetaan VOSviewer', *Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi*, 11(1), pp. 57–66. <https://doi.org/10.25077/teknosi.v11i01.2025.57-66>
- Malik, G., *et al.* (2024) 'Analisa Perbandingan Manajemen Proses Multitasking pada Sistem Operasi Windows dan Linux', *Jurnal Sistem Informasi dan Komputasi*, pp. 1–10.
- Neck, B. (2023) 'Analisis Kinerja Sistem Komputasi pada Lingkungan Akademik', *Jurnal Teknologi Informasi*, 1(2), pp. 81–86.
- Nirwansyah, F. (2024) 'Comparison Performance Analysis of HDD, SSD and NVMe for OLTP Database Server', *Jurnal Syntax Admiration*, 5(10), pp. 4379–4388. <https://doi.org/10.46799/jsa.v5i10.1730>
- Pramudia, F.A., Zulfa, M.I. and Aliim, M.S. (2025) 'Effect In-memory Based Cache System on Web Applications in Improving Data Access Performance', *Dinamika Rekayasa*, 21(2), pp. 166–174. <https://doi.org/10.20884/1.jidr.2025.21.2.12>
- Pranoto, W., Riadi, I. and Prayudi, Y. (2020) 'Comparison of Forensics Tools on NVMe SSD TRIM Features Using Live Forensics Method', *IT Journal Research and Development*, 4(2), pp. 135–148.
- Publikasi, J. and Informatika, T. (2022) 'Analisis Penyebab Bottleneck pada Suatu Komputer Menggunakan Aplikasi Monitoring', *Jurnal Teknologi Informatika*, 1(3), pp. 1–10.
- Putra, A.S., Aisyah, N. and Safrizal, S. (2022) 'Analisis Pengolahan Data Forensik pada Solid State Drive (SSD) Menggunakan Framework GRR Rapid Response', *Tekinfor: Jurnal Bidang Teknik Industri dan Teknik Informatika*, 23(1), pp. 1–12. <https://doi.org/10.37817/tekinfor.v23i1.1872>
- Putri, F.L., Djuniadi and Rochim, F.P. (2025) 'Tinjauan Komprehensif: Simulasi Sistem Disk Scheduling dengan Berbagai Algoritma Menggunakan OS Sim', *Electron: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 6(1), pp. 47–55. <https://doi.org/10.33019/electron.v6i1.302>
- Riadi, I., Sunardi, S. and Hadi, A. (2020) 'Analisis Bukti Digital TRIM Enable SSD NVMe Menggunakan Metode Static Forensics', *JUITA: Jurnal Informatika*, 8(1), p. 65. <https://doi.org/10.30595/juita.v8i1.6584>
- Sitorus, J.A., *et al.* (2025) 'Analisis Pengaruh Memori Eksternal terhadap Penyimpanan Data pada Laptop', *Jurnal Penelitian Nusantara*, 1(November), pp. 43–46.