

PENGEMBANGAN APLIKASI RAM CLEANER BERBASIS C++ UNTUK OPTIMASI PENGGUNAAN MEMORI SISTEM OPERASI WINDOWS

Nasruddin Said¹, Aulia Syarif Aziz¹

¹Pendidikan Teknologi Informasi, Tarbiyah dan Keguruan,
Universitas Islam Negeri Ar- Raniry Banda Aceh

¹Jl. Syekh Abdul Rauf Kopelma Darussalam, Banda Aceh, 23111, Aceh
Email: 200212068@student.ar-raniry.ac.id

Abstract *This research aims to design and develop a C++-based RAM Cleaner application capable of optimizing memory usage by clearing unused memory allocations from running processes. The method used in this study is Experimental and Research and Development (R&D), involving testing on three types of laptops with different specifications. The main issue addressed in this research is how the design and development of a RAM Cleaner application can provide a tangible impact on memory savings and system performance improvement. This is based on the fact that many background processes in the Windows operating system use memory inefficiently, which can lead to system slowdowns and unresponsiveness. With the increasing use of electronic devices, efficient memory management is becoming more important to maintain optimal system performance. Test results show that the RAM Cleaner application can reduce memory usage by between 20% and 30%, depending on the number of running processes. Usage on a Lenovo (8OE1) laptop showed an efficiency of 13%, Acer Aspire 5 A514-51KG-34 reached 24%, and HP Victus 15-Fb achieved 6%. These findings indicate that the C++-based RAM Cleaner application is effective in improving memory usage efficiency and provides a significant contribution to better memory management on the Windows operating system.*

Keywords: : *Reseach and Development, RAM Cleaner, Optimization, Windows Operating System.*

Abstrak Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun aplikasi RAM Cleaner berbasis C++ yang mampu mengoptimalkan penggunaan memori dengan membersihkan alokasi memori yang tidak digunakan oleh proses-proses yang sedang berjalan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Eksperimental dan Research and Development (R&D), yang melibatkan pengujian pada tiga jenis laptop dengan spesifikasi yang berbeda. Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimana rancang bangun aplikasi RAM Cleaner dapat memberikan dampak nyata terhadap penghematan memori dan peningkatan kinerja sistem. Hal ini didasarkan pada kenyataan bahwa banyak proses latar belakang dalam sistem operasi Windows menggunakan memori secara tidak efisien, yang dapat menyebabkan sistem menjadi lambat dan tidak responsif. Seiring dengan meningkatnya penggunaan perangkat elektronik, manajemen memori yang efisien menjadi semakin penting untuk menjaga kinerja sistem tetap optimal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi RAM Cleaner mampu mengurangi penggunaan memori antara 20% hingga 30%, tergantung pada jumlah proses yang berjalan. Penggunaan pada laptop Lenovo (8OE1) menunjukkan efisiensi sebesar 13%, Acer Aspire 5 A514-51KG-34 sebesar 24%, dan HP Victus 15-Fb sebesar 6%. Temuan ini menunjukkan bahwa aplikasi RAM Cleaner berbasis C++ efektif dalam meningkatkan efisiensi penggunaan memori, serta memberikan kontribusi signifikan

Pengembangan Aplikasi RAM Cleaner Berbasis C++ untuk Optimasi Penggunaan Memori Sistem Operasi Windows

terhadap pengelolaan memori yang lebih baik di sistem operasi Windows.

Kata Kunci: Rancang bangun, RAM Cleaner, Optimasi, Sistem operasi Windows.

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan adanya perkembangan teknologi, penggunaan perangkat elektronik semakin meningkat dalam segala bidang, mulai dari pendidikan, bisnis, kesehatan, hingga hiburan. Laptop sebagai salah satu sarana penunjang yang memiliki banyak fungsi untuk menggali informasi terkini. Selain itu, banyak fitur canggih yang dimiliki laptop sehingga tidak heran jika harga yang ditawarkan cukup mahal.

Penyimpanan sementara adalah komponen vital dalam sistem komputasi modern. RAM berfungsi untuk menyimpan data dan instruksi yang sedang diproses oleh CPU (*Central Processing Unit*). Semakin besar kapasitas RAM, maka kinerja perangkat akan semakin cepat dan responsif. Sebaliknya, perangkat dengan kapasitas RAM yang kecil cenderung memiliki performa rendah, sehingga sistem menjadi lambat saat menjalankan banyak aplikasi atau proses secara bersamaan.

Sistem operasi merupakan bagian penting dari manajemen sumber daya komputer yang melibatkan manajemen memori. Manajemen memori yang efektif diperlukan untuk meningkatkan kinerja sistem operasi, yang meliputi alokasi, penggunaan, dan pembebasan memori untuk melaksanakan berbagai tugas komputasi. Alokasi memori yang tidak efisien atau penggunaan yang kurang optimal dapat menyebabkan pemborosan sumber daya, kinerja sistem yang lambat, dan mengurangi responsivitas sistem terhadap permintaan pengguna. Oleh karena itu, diperlukan strategi yang cermat dan efektif untuk manajemen memori. Maka dalam hal ini, diperlukan sebuah alat yang dapat membantu mengoptimalkan penggunaan memori yaitu RAM Cleaner berbasis C++ yang dapat mengoptimalkan penggunaan memori di sistem operasi Windows dengan cara membersihkan memori yang tidak digunakan oleh proses-proses yang sedang berjalan. Aplikasi ini diharapkan dapat membantu pengguna untuk meningkatkan kinerja sistem dengan mengurangi penggunaan memori yang tidak perlu, sehingga sistem dapat berjalan lebih efisien.

RAM telah mengalami perkembangan signifikan dalam beberapa tahun terakhir, dengan transisi dari DDR4 ke DDR5 yang menawarkan bandwidth yang lebih tinggi dan efisiensi energi yang lebih baik. Penyimpanan sementara ini memainkan peran krusial dalam menentukan kecepatan dan efisiensi operasional perangkat, mulai dari smartphone hingga komputer dan server [1].

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi pembersih RAM yang lebih efektif untuk meningkatkan kinerja sistem operasi. Penulis akan menganalisis metode enumerasi proses, mengidentifikasi kelebihan dan kekurangannya, dengan pendekatan eksperimental untuk mengevaluasi kinerja strategi yang diusulkan. Dalam studi ini, digunakan tiga (3) laptop: Laptop X, Laptop Y, dan Laptop Z. Laptop X memiliki spesifikasi prosesor AMD Ryzen 5 5600H dengan Radeon Graphics dan 8.00 GB RAM (8.41 GB tidak terpakai), sementara Laptop Y memiliki spesifikasi prosesor Intel® Core™ i3-1005G1 dan 4.00 GB RAM (3.75 GB tidak terpakai). Sedangkan Laptop Z dilengkapi dengan AMD A6-5200 APU dengan Radeon™ HD Graphics dan 2.00 GB RAM (1.47 GB tidak terpakai).

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pengembangan sistem operasi yang lebih efisien. Dengan menerapkan strategi manajemen memori yang tepat, dimungkinkan untuk meningkatkan responsivitas sistem, mengoptimalkan penggunaan sumber daya, dan meminimalkan pemborosan memori.

Penelitian ini juga dapat memberikan wawasan berharga bagi pengembang sistem operasi untuk meningkatkan dan mengoptimalkan kinerja sistem yang sudah ada.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Rancang Bangun

Rancang bangun, atau desain, adalah tahap setelah analisis dari siklus pengembangan sistem. Ini mencakup menentukan kebutuhan fungsional dan menunjukkan bagaimana suatu sistem dibentuk. Ini dapat mencakup gambaran, perencanaan, dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen yang terpisah ke dalam satu kesatuan yang utuh dan berfungsi. Ini juga mencakup mengkonfigurasi komponen perangkat lunak sistem [2].

2.2 Aplikasi

Aplikasi adalah perangkat lunak siap pakai yang dapat menjalankan sejumlah instruksi untuk menyelesaikan masalah tertentu, khususnya dengan teknik pengolahan data pada komputer atau smartphone. Tujuan utama aplikasi adalah untuk memberikan hasil yang lebih tepat dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Oleh karena itu, aplikasi dapat diartikan sebagai software yang mampu menyimpan dan mengelola data serta pekerjaan pengguna, yang dapat diubah sesuai keinginan dan kebutuhan [3].

2.3 Random Access Memory

Random Access Memory (RAM) merupakan salah satu elemen paling mendasar dalam komputasi. RAM adalah bank memori di mana komputer menyimpan data yang perlu diambil dengan cepat. Ini membuat data mudah diakses sehingga prosesor dapat menemukannya dengan cepat tanpa harus menggunakan penyimpanan jangka panjang untuk menyelesaikan tugas pemrosesan langsung. RAM digunakan untuk penyimpanan dan pengambilan data secara langsung. RAM dapat memproses informasi secara signifikan lebih cepat daripada data pada hard disk — dua puluh hingga seratus kali lebih cepat, tergantung pada perangkat keras dan tugas tertentu. Untuk menyelesaikan tugas tertentu, sistem operasi komputer memuat data dari hard disk ke RAM untuk memprosesnya. Setelah selesai bekerja secara aktif dengan data tersebut, komputer mengubahnya kembali ke penyimpanan jangka panjang [4].

2.4 Bahasa C++

Bahasa pemrograman C++ merupakan bahasa yang digunakan untuk membuat berbagai aplikasi seperti aplikasi pengolah gambar, software gadget, game hingga system operasi baru. Bahasa ini dikembangkan dari bahasa pemrograman C sehingga dapat dibedakan bahwa C++ merupakan Object Oriented Programming (OOP) memiliki data dan function yang disatukan dalam kelas dan objek yang bekerjasama untuk memecahkan suatu masalah, jadi di saat ingin mengubah fungsi, maka tidak perlu mengubah keseluruhan program, dengan begitu perubahan kode akan lebih fleksibel [5].

Dalam Computer Architecture: A Quantitative Approach, disebutkan bahwa optimasi memori berfokus pada peningkatan efisiensi akses data melalui teknik seperti prefetching, reordering, dan kompresi data guna mengurangi bottleneck dalam pemrosesan data [6].

2.5 Sistem Operasi

Sistem operasi Windows merupakan salah satu sistem operasi yang paling populer di dunia dan digunakan oleh jutaan orang dari berbagai latar belakang, baik individu

maupun institusi. Karena penggunaannya yang luas, penting untuk terus meningkatkan kinerja dan efisiensi sistem operasi ini agar dapat memenuhi kebutuhan pengguna yang terus berkembang seiring dengan kemajuan teknologi [7].

2.6 Benchmark

Benchmark adalah sebuah proses penilaian performa suatu perangkat komputer melalui serangkaian pengujian menggunakan program khusus. Program ini mengukur kemampuan sistem dalam menyelesaikan tugas tertentu, dan hasilnya dijadikan acuan atau tolak ukur untuk menilai dan membandingkan kinerja, efisiensi, maupun kualitas sistem [8].

2.7 Pass Mark PerformanceTest

Pass Mark PerformanceTest menjalankan serangkaian tes berbeda di komputer Anda untuk menguji berbagai aspek kinerjanya. Terdapat serangkaian tes untuk CPU, Disk, Memori, grafis 3D, dan grafis 2D. Setiap rangkaian tes memiliki nilai "Mark". Misalnya, CPUmark. Nilai-nilai ini kemudian digabungkan menjadi satu skor keseluruhan yang disebut peringkat PassMark [9].

3. METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



Gambar 1. Flowchart Penelitian

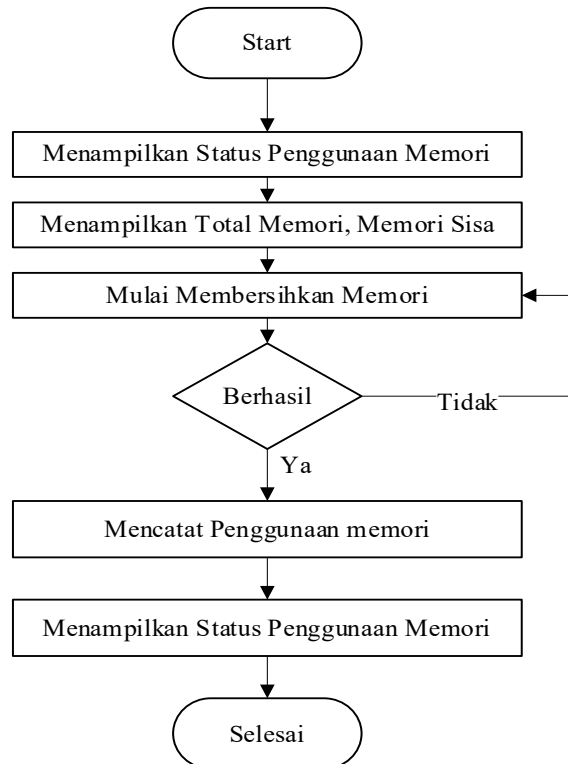
Berikut penjelasan flowchart tahapan dalam penelitian:

1. Penelitian dan Pengumpulan Informasi, yaitu proses identifikasi kebutuhan dan analisis permasalahan terkait penggunaan memori pada sistem operasi Windows. Studi literatur dilakukan terhadap konsep manajemen proses, pemanfaatan Windows API dalam pengelolaan memori, serta aplikasi RAM Cleaner yang sudah beredar guna memperoleh dasar teori dan benchmark dalam pengembangan aplikasi.
2. Perencanaan, di mana ditentukan rancangan teknis aplikasi yang akan dikembangkan. Perencanaan mencakup penetapan fitur utama meliputi enumerasi proses, pembersihan memori yang tidak lagi digunakan, serta pemantauan kondisi memori secara real time. Pada tahap ini juga ditetapkan struktur pemrograman berbasis C++ dengan dukungan API Windows sebagai fondasi dalam implementasi sistem.
3. Pengembangan Produk Awal berupa pembuatan prototipe aplikasi sesuai desain yang telah disusun. Prototipe awal dikembangkan untuk menampilkan daftar proses aktif, membersihkan working set RAM pada proses tertentu, serta menampilkan perubahan pemakaian memori sebelum dan sesudah proses optimasi. Pengujian awal dilakukan pada beberapa perangkat dengan spesifikasi berbeda untuk memperoleh data kinerja awal aplikasi.
4. Revisi Produk Awal dengan melakukan perbaikan terhadap performa dan stabilitas aplikasi. Revisi mencakup optimalisasi proses enumerasi, efisiensi pemakaian memori oleh aplikasi, serta peningkatan antarmuka pengguna agar lebih informatif dan mudah digunakan.
5. Uji Coba Lapangan, di mana aplikasi diuji dalam kondisi operasional yang lebih luas dan beragam. Tujuan tahap ini adalah memastikan efektivitas aplikasi dalam meningkatkan memori bebas dan menjaga stabilitas Windows pada penggunaan di dunia nyata. Data hasil pengujian dianalisis untuk menentukan tingkat keberhasilan fungsi optimasi RAM yang dikembangkan.
6. Revisi Produk Akhir sebagai bentuk penyempurnaan berdasarkan hasil uji coba lapangan. Revisi diarahkan untuk meningkatkan kompatibilitas aplikasi terhadap berbagai versi Windows, menurunkan risiko penghentian proses penting yang dapat mengganggu sistem, serta memastikan aplikasi tidak membebani memori ketika berjalan.
7. Penerapan dan Diseminasi, yaitu implementasi aplikasi dalam penggunaan nyata serta penyusunan laporan ilmiah sebagai dokumentasi hasil penelitian. Diseminasi dilakukan agar aplikasi serta hasil penelitian dapat dimanfaatkan dan menjadi referensi bagi penelitian lanjutan terkait optimasi penggunaan memori pada sistem operasi Windows

3.2 Diagram Alir Ram Cleaner

Aplikasi RAM Cleaner dirancang dengan langkah-langkah sebagai berikut
Menampilkan Status Memori Aplikasi akan menampilkan informasi tentang total memori fisik, memori yang digunakan, dan memori yang tersedia. Membersihkan Memori Aplikasi akan mengakses setiap proses yang sedang berjalan dan membersihkan memori yang tidak digunakan dengan mengatur ulang ukuran working set. Logging Penggunaan Memori Aplikasi akan mencatat penggunaan memori secara berkala untuk memantau perubahan sebelum dan setelah pembersihan

Pengembangan Aplikasi RAM Cleaner Berbasis C++ untuk Optimasi Penggunaan Memori Sistem Operasi Windows



Gambar 2. Flowchart Proses Ram Cleaner

Langkah pertama yang dilakukan adalah menampilkan status penggunaan memori, Kemudian menampilkan total memori serta memori yang tersedia, selanjutnya aplikasi melakukan pembersihan memori. Setelah berhasil melakukan pembersihan cache memori, program akan mencatat penggunaan memori, kemudian program akan menampilkan status penggunaan memori 5 kali dengan interval.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Aplikasi menampilkan menu utama dengan dua opsi: membersihkan RAM atau keluar dari program.

```
RAM Cleaner - Shortcut
Created by Nasruddin Said
++ Application

=====
Current Memory Status
=====
Total Physical Memory (RAM): 5080 MB
Used Physical Memory (RAM): 3681 MB
Available Physical Memory: 1398 MB
=====

=====
RAM Cleaner
=====
1] Start Cleaning RAM
2] Exit
Choose an option:
```

The screenshot shows the initial interface of the RAM Cleaner application. It displays the title 'RAM Cleaner - Shortcut', the creator 'Created by Nasruddin Said', and the language '++ Application'. Below this, it shows the 'Current Memory Status' with the following details: Total Physical Memory (RAM): 5080 MB, Used Physical Memory (RAM): 3681 MB, and Available Physical Memory: 1398 MB. The application then presents a menu with two options: '1] Start Cleaning RAM' and '2] Exit', followed by the prompt 'Choose an option:'.

Gambar 3. Tampilan Awal Ram Cleaner

Kemudian Proses Pembersihan Ram Terjadi

```
[ ] Starting RAM Cleaner
Success : <unknown> (PID: 4)
Success : <unknown> (PID: 108)
Success : <unknown> (PID: 408)
Success : <unknown> (PID: 516)
Success : <unknown> (PID: 644)
Success : <unknown> (PID: 804)
Success : <unknown> (PID: 816)
Success : <unknown> (PID: 944)
Success : <unknown> (PID: 976)
Success : <unknown> (PID: 540)
Success : <unknown> (PID: 476)
Success : <unknown> (PID: 1100)
Success : <unknown> (PID: 1124)
Success : <unknown> (PID: 1144)
Success : <unknown> (PID: 1216)
Success : <unknown> (PID: 1276)
Success : <unknown> (PID: 1288)
Success : <unknown> (PID: 1396)
Success : <unknown> (PID: 1624)
Success : <unknown> (PID: 1640)
Success : <unknown> (PID: 1712)
Success : <unknown> (PID: 1724)
```

Gambar 4. Tampilan Proses Ram Cleaner

Setelah pembersihan, aplikasi akan menampilkan durasi eksekusi dan melakukan logging penggunaan memori.

```
Select RAM Cleaner - Shortcut
[ ] Logging memory usage periodically...
=====
Current Memory Status
=====
Total Physical Memory (RAM): 5080 MB
Used Physical Memory (RAM): 3060 MB
Available Physical Memory: 2019 MB
=====

Current Memory Status
=====
Total Physical Memory (RAM): 5080 MB
Used Physical Memory (RAM): 2983 MB
Available Physical Memory: 2096 MB
=====

Current Memory Status
=====
Total Physical Memory (RAM): 5080 MB
Used Physical Memory (RAM): 2841 MB
Available Physical Memory: 2239 MB
=====

Current Memory Status
=====
Total Physical Memory (RAM): 5080 MB
Used Physical Memory (RAM): 2757 MB
Available Physical Memory: 2323 MB
=====

Current Memory Status
=====
Total Physical Memory (RAM): 5080 MB
Used Physical Memory (RAM): 2624 MB
Available Physical Memory: 2455 MB
=====

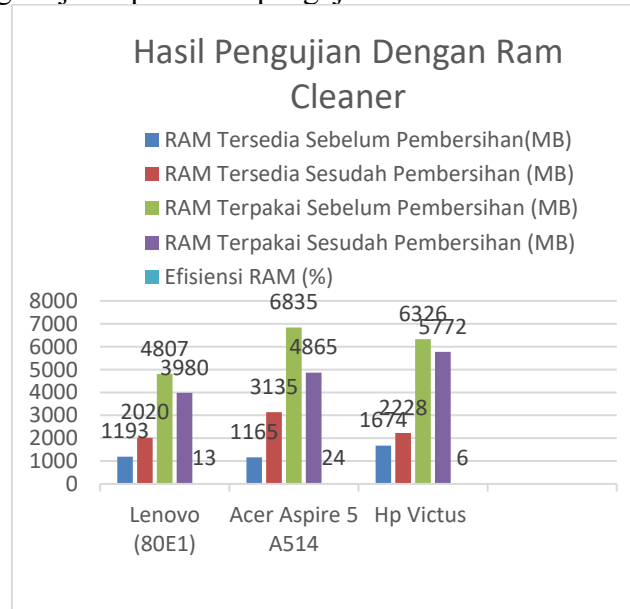
[Logging completed.]
[Press any key to exit]
```

Gambar 5. Tampilan Hasil Ram Cleaner

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi RAM Cleaner dapat meningkatkan efisiensi penggunaan RAM pada berbagai jenis laptop dan hal tersebut bergantung pada spesifikasi dan beban kerja masing-masing perangkat.

4.1 Pengujian

Pengujian dilakukan pada beberapa laptop dengan spesifikasi yang berbeda, menggunakan aplikasi Passmark pada sistem operasi windows, menunjukkan hasil yang signifikan dalam pengelolaan penggunaan memori. Hasil pengujian mengindikasikan bahwa aplikasi RAM Cleaner mampu mengurangi penggunaan memori antara 20% hingga 30% pada kondisi tertentu. Tingkat pengurangan ini bergantung pada jumlah proses yang sedang berjalan pada saat pengujian.



Gambar 6 Grafik Pengujian Ram Cleaner

Berdasarkan grafik di atas. Hasil pengujian yang dilakukan pada 3 (tiga) jenis laptop yang terdiri dari Lenovo (880E1), Acer Aspire 5 A514-51KG-34, dan HP Victus 15-Fb, dapat disimpulkan bahwa aplikasi RAM Cleaner berbasis C++ efektif dalam mengoptimalkan penggunaan memori.

Pada pengujian pertama, menggunakan laptop Lenovo (80E1) penggunaan RAM sebelum pengujian tercatat sebesar 4807MB dengan aplikasi yang berjalan termasuk Google Chrome sebanyak 4 tab, Internet Download Manager, Pass Mark, Dan Microsoft Edge. Setelah dilakukan pembersihan, penggunaan RAM berkurang menjadi 3980MB., yang menunjukkan peningkatan efisien sebesar 13%. Sebelum dilakukan pengujian, RAM yang tersedia sebesar 1193MB kemudian meningkat menjadi 2020MB setelah dilakukan pembersihan.

Pengujian kedua pada Acer Aspire 5 A514-51KG-34 menunjukkan penggunaan RAM sebelum pembersihan sebesar 6835MB dengan aplikasi yang berjalan antara lain Google Chrome sebanyak 3 tab, Photoshop, Pass Mark, Task Manager, System Information Dan Autocad 2016. Setelah pembersihan, penggunaan RAM berkurang menjadi 4865MB, menghasilkan efisiensi sebesar 24%. RAM yang tersedia meningkat dari 1165MB menjadi 3135MB setelah pengujian.

Pada pengujian terakhir menggunakan laptop Hp Victus 15-Fb penggunaan RAM sebelum pengujian tercatat sebesar 6326MB dengan aplikasi yang berjalan, termasuk Google Chrome sebanyak 5 tab, Roblox Studio, Pass Mark, Whatsapp, System Information Dan AutoCAD 2025. Setelah dilakukan pembersihan, penggunaan RAM berkurang menjadi 5772MB dengan efisiensi sebesar 6%, RAM yang tersedia meningkat dari 1174MB menjadi 2228MB setelah dilakukan pengujian.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa aplikasi RAM Cleaner berbasis C++ yang dirancang untuk operasi Windows terbukti efektif dalam mengoptimalkan penggunaan memori. Pengujian yang dilakukan pada 3 (tiga) jenis laptop dengan spesifikasi berbeda menunjukkan bahwa aplikasi ini mampu mengurangi penggunaan memori antara 20% hingga 30%, tergantung pada jumlah proses yang sedang berjalan. Hasil pengujian menunjukkan efisiensi penggunaan RAM yang bervariasi, yaitu 13% untuk laptop Lenovo (80E1), 24% untuk Acer Aspire 5 A514-51KG-34, dan 6% untuk HP Victus 15-Fb. Dengan demikian, aplikasi ini tidak hanya meningkatkan kinerja sistem, tetapi juga memberikan kontribusi signifikan terhadap pengelolaan memori yang lebih baik di sistem operasi Windows. Temuan ini menunjukkan pentingnya manajemen memori yang efisien dalam meningkatkan responsivitas dan kinerja perangkat, serta memberikan wawasan berharga bagi pengembangan dalam menciptakan solusi yang lebih baik untuk pengelolaan sumber daya komputer.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan beberapa saran untuk pengembangan aplikasi RAM Cleaner berbasis C++ di masa mendatang. Pertama, pengembangan antarmuka pengguna grafis (GUI) yang lebih menarik dan intuitif sangat disarankan agar pengguna merasa lebih nyaman dan mudah dalam mengoperasikan aplikasi. Kedua, penambahan fitur yang memungkinkan pengguna memilih proses tertentu yang ingin dibersihkan dari memori akan memberikan kontrol lebih besar dalam mengelola penggunaan RAM, sekaligus meningkatkan fleksibilitas dan efektivitas aplikasi. Ketiga, implementasi fitur monitoring penggunaan memori secara real-time perlu dipertimbangkan. Fitur ini dapat memberikan informasi yang lebih akurat mengenai kondisi memori, serta merekomendasikan pembersihan otomatis saat diperlukan, sehingga pengguna dapat lebih proaktif dalam mengelola sumber daya sistem. Keempat, pengujian lanjutan pada berbagai versi sistem operasi Windows juga sangat penting dilakukan untuk memastikan kompatibilitas dan efektivitas aplikasi pada berbagai jenis perangkat dan lingkungan sistem.

Daftar Pustaka

- [1] Tanenbaum, A. S., & Austin, T. (2022). Structured computer organization (6th ed.). Pearson
- [2] Kim, J., et al. (2021). [Judul artikel tentang evolusi RAM dan transisi dari DDR4 ke DDR5].
- [3] Mulyanto, Yudi, dkk. 2020. Rancang Bangun Sistem Informasi Penjualan Pada Toko OMG Berbasis Web Di Kecamatan Empang Kabupaten Sumbawa. Jurnal JINTEKS, Vol. 2)
- [4] Habibi, Roni & Karnovi, Riki. 2020. Buku Tutorial membuat aplikasi sistem monitoring terhadap job desk operational human capital (OHC). Bandung: Kreatif Industri Nusantara
- [5] Villinger Sandro (2024). Avast <https://www.avast.com/c-what-is-ram-memory>
- [6] Wina Ayu Ananda. (2022). Dasar-dasar Pemrograman Komputer. Makalah. Padang: Universitas Adzka.

**Pengembangan Aplikasi RAM Cleaner Berbasis C++
untuk Optimasi Penggunaan Memori Sistem Operasi Windows**

- [7] Hennessy, J. L., & Patterson, D. A. (2011). Computer architecture: a quantitative approach. Elsevier.
- [8] <https://nextren.grid.id/read/01943734/apa-itu-benchmark-mari-mengenal-lebih-dekat-istilah-komputer-ini> Diakses pada 23 Februari 2025.
- [9] https://www.passmark.com/support/performance_test_faq/understanding_results.php Diakses pada 1 Juli 2025.
- [10] Anderson, K., & Roberts, L. (2023). Adaptive System Performance Management in Windows.
- [11] Sugiyono. (2019). Metode penelitian dan pengembangan (R&D). Penerbit Alfabeta.
- [12] Borg, W. R., & Gall, M. D. (2003). Educational research: An introduction (7th ed.). Pearson Education
- [13] Abdul Kadir, & Terra Ch. Tri Wahyuni. (2003). Pengenalan Teknologi Informasi. Andi Offset.
- [14] Yakub. (2012). Pengantar Sistem Informasi. Graha Ilmu.
- [15] Silberschatz, A. (2013). Operating System Concepts (P. B. Galvin, Ed.). USA: PETER BAER GALVIN.
- [16] Omar, N. R., Saeed, R. H., Ahmed, J. A., Muhammad, S. B., Ageed, Z. S., Rashid, Z. N., & Haryanto, E. V. (2021). Enhancing OS memory management performance: A review. International Journal of Multidisciplinary Research and Publications, 47-48R. Stumpf, X. Gonze, & M. Scheffler, Fritz-Haber Institute Research Report, 1990, unpublished.
- [17] D.H. Smith, Physics Department, Chicago University, Chicago, U.S.A., private communication, 1986.