

Tinjauan Dampak Evolusi Arsitektur Komputer dari 32-bit ke 64-bit terhadap Performa dan Kompatibilitas Sistem

Muhamad Arief Rachmatullah

Informatika, UIN Sultan Maulana Hasanudin Banten, Serang, Indonesia
muhariefrac@gmail.com

Riska Nurnajmah

Informatika, UIN Sultan Maulana Hasanudin Banten, Serang, Indonesia
nurnajmahriska@gmail.com

Amar Subagja Firdaus

Informatika, UIN Sultan Maulana Hasanudin Banten, Serang, Indonesia
subagjaamar8@gmail.com

Amir Faiq Al Hannan

Informatika, UIN Sultan Maulana Hasanudin Banten, Serang, Indonesia
faiqalhanan456@gmail.com

Lucy Amanda

Informatika, UIN Sultan Maulana Hasanudin Banten, Serang, Indonesia
lucyamanda220@gmail.com

Abstrak

The evolution of computer architecture from 32-bit to 64-bit has brought significant changes to the performance and compatibility of modern systems. This research aims to assess the impact of this evolution using a literature review method and comparative analysis of various technical sources and reliable benchmarks. The results show that 64-bit architectures offer improved data processing performance, significantly greater memory management capabilities, and support for the latest applications and operating systems. In addition, 64-bit architectures are more efficient in handling multitasking and intensive computing such as video processing, programming, and virtualization. However, there are still compatibility limitations for some legacy applications designed specifically for 32-bit systems. Thus, the transition to 64-bit architecture is an important step in improving the efficiency and competitiveness of modern computing systems.

Keyword: *Computer Architecture; 32-bit; 64-bit; System Performance; Software Compatibility;*

Abstrak

Evolusi arsitektur komputer dari 32-bit ke 64-bit telah membawa perubahan signifikan terhadap kinerja dan kompatibilitas sistem modern. Penelitian ini bertujuan untuk menilai dampak dari evolusi tersebut dengan menggunakan metode kajian pustaka serta analisis komparatif terhadap berbagai sumber teknis dan tolok ukur yang terpercaya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa arsitektur 64-bit menawarkan peningkatan kinerja dalam pemrosesan data, kemampuan manajemen memori yang jauh lebih besar, serta dukungan terhadap aplikasi dan sistem operasi terbaru. Selain itu, arsitektur 64-bit lebih efisien dalam menangani multitasking dan komputasi intensif seperti pengolahan video, pemrograman,

dan virtualisasi. Namun demikian, masih terdapat keterbatasan kompatibilitas pada beberapa aplikasi lama yang dirancang khusus untuk sistem 32-bit. Dengan demikian, transisi ke arsitektur 64-bit merupakan langkah penting dalam meningkatkan efisiensi dan daya saing sistem komputasi modern.

Kata kunci: Arsitektur Komputer; 32-bit; 64-bit; Kinerja Sistem; Kompatibilitas Perangkat Lunak.

1. PENDAHULUAN

Evolusi arsitektur komputer dari 32-bit ke 64-bit merupakan tonggak penting dalam sejarah komputasi. Transisi ini, yang mulai mendapatkan daya tarik pada awal tahun 2000-an, telah membawa peningkatan substansial dalam kinerja sistem, manajemen memori, dan kemampuan komputasi. Meskipun arsitektur 32-bit pernah mendominasi lanskap komputasi karena efisiensi dan kompatibilitasnya yang luas, arsitektur ini semakin digantikan oleh sistem 64-bit yang menawarkan daya pemrosesan yang lebih baik dan kemampuan untuk menangani ruang memori yang jauh lebih besar.

Namun, pergeseran ini bukannya tanpa tantangan. Di samping manfaat kinerja, transisi ini juga menimbulkan masalah yang berkaitan dengan kompatibilitas perangkat lunak, persyaratan perangkat keras, dan adaptasi sistem lama. Memahami keuntungan dan kerugian dari evolusi arsitektur ini sangat penting bagi pengembang, perancang sistem, dan pengguna yang mengandalkan lingkungan komputasi yang efisien dan andal.

Jurnal ini bertujuan untuk meninjau dampak dari transisi arsitektur dari sistem 32-bit ke 64-bit, dengan fokus pada aspek-aspek utama seperti kinerja pemrosesan, pemanfaatan memori, kompatibilitas perangkat lunak, dan efisiensi sistem secara keseluruhan. Dengan memeriksa literatur yang ada, tolok ukur empiris, dan aplikasi dunia nyata, penelitian ini berupaya memberikan gambaran menyeluruh tentang bagaimana evolusi ini telah membentuk paradigma komputasi modern.

2. METODOLOGI

Pada penelitian ini kami menggunakan pendekatan studi pustaka dan analisis komparatif untuk mengevaluasi dampak transisi arsitektur komputer dari 32-bit ke 64-bit. Data dikumpulkan dari berbagai sumber seperti buku referensi arsitektur komputer, jurnal ilmiah, artikel teknis, dokumentasi sistem operasi, serta benchmark performa dari vendor perangkat keras dan lunak.

Tahapan Penelitian:

1. **Mengidentifikasi literatur** terkait konsep dasar arsitektur 32-bit dan 64-bit, untuk memahami perbedaan fundamental antara kedua arsitektur tersebut, yang meliputi:
 - (a) **Lebar Data:** Arsitektur 32-bit memproses data dalam unit 32-bit, sedangkan arsitektur 64-bit memproses data dalam unit 64-bit.
 - (b) **Kemampuan Alamat Memori:** Sistem 32-bit dapat mengakses hingga 4 GB RAM, sementara sistem 64-bit dapat mengakses memori dalam jumlah yang jauh lebih besar, hingga 18,4 juta TB secara teoritis.
 - (c) **Kompatibilitas Perangkat Lunak:** Sistem 64-bit dapat menjalankan aplikasi 32-bit melalui lapisan kompatibilitas, namun sistem 32-bit tidak dapat menjalankan aplikasi 64-bit.

- (d) **Kinerja Sistem:** Arsitektur 64-bit menawarkan peningkatan kinerja dalam menangani aplikasi yang membutuhkan banyak memori dan pemrosesan data besar.
2. **Mengklasifikasikan aspek perbandingan**, seperti performa pemrosesan, kapasitas memori, kompatibilitas perangkat lunak, dan efisiensi sistem. Kami jabarkan dalam tabel berikut:

Tabel 2. Aspek Arsitektur 32-bit dan 64-bit

Aspek	Arsitektur 32-bit	Arsitektur 64-bit
Lebar Data	32 bit	64 bit
Kapasitas RAM Maksimum	4 GB	Hingga 18 juta TB (teoritis)
Kompatibilitas Aplikasi	Hanya 32-bit	Bisa 32-bit dan 64-bit
Kinerja Sistem	Terbatas untuk multitasking besar	Lebih baik untuk data besar

3. Rujukan Spesifik:

- (a) Benchmark Performa: Video perbandingan kecepatan antara Windows 32-bit dan 64-bit menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam kecepatan booting dan peluncuran aplikasi.
- (b) Kompatibilitas Sistem: Dokumen resmi Microsoft menjelaskan bahwa versi Windows 64-bit menggunakan subsistem WOW64 untuk menjalankan program 32-bit tanpa modifikasi, namun tidak mendukung program 16-bit atau driver 32-bit.
- (c) Studi Kasus: Benchmarking pada Raspberry Pi menunjukkan bahwa sistem 64-bit memiliki keunggulan dalam beberapa aspek performa dibandingkan dengan sistem 32-bit.

3. KAJIAN LITERATUR

Teknologi adalah industri yang berkembang dengan sangat cepat dalam beberapa dekade terakhir, industri ini sudah memunculkan inovasi-inovasi yang sudah merubah kehidupan manusia, salah satu nya adalah komputer, komputer adalah mesin menghitung, mencari informasi, dan mesin untuk mengolah data yang tersimpan di dalam perangkat secara cepat .

Dan di balik kecanggihannya ada peran arsitektur komputer yang sangat krusial dimana arsitektur komputer adalah landasan dasar yang menentukan kapabilitas, efisiensi, dan batasan dalam sebuah sistem komputasi. Seiring dengan perkembangan zaman arsitektur komputer mengalami evolusi yang di dorong untuk memenuhi kebutuhan, salah satu evolusinya yaitu perpindahan dari prosesor yang awalnya 32-bit menjadi 64-bit. Dengan evolusi ini memberikan tambahan peningkatan pengolahan data dan akses memori yang lebih luas dari sebelumnya

Terlepas dari dampak positif yang sudah terlihat kita juga harus memahami dampak dan bagaimana tantangan dalam perpindahannya.

Teknologi ini telah berkembang dari paradigma sebelumnya seperti komputasi terdistribusi (Padovano, 2021). Arsitektur komputer mencakup spesifikasi suatu instruksi set dan perilaku fungsional unit perangkat keras yang mengimplementasikan instruksi

(Hamacher, 2012). Komputer generasi ketiga yang merupakan generasi awal komputer yang menggunakan sirkuit terpadu adalah IBM System/360 dan DEC PDP-8 (Stallings, 2016)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan temuan dari hasil studi terhadap peralihan arsitektur komputer dari 32-bit ke 64-bit. Penelitian ini bersifat konseptual dan bertujuan untuk menganalisis dampak perubahan arsitektur tersebut terhadap performa dan kompatibilitas sistem. Pembahasan juga mengkaji sejauh mana perubahan ini menjawab permasalahan utama, yaitu keterbatasan kinerja dan dukungan aplikasi pada sistem 32-bit.

Tabel 2. Perbandingan Arsitektur 32-bit dan 64-bit

Aspek	Arsitektur 32-bit	Arsitektur 64-bit	Dampak/Analisis
Kapasitas Memori	Maks. 4 GB (umumnya ~3.2 GB)	Bisa >1 TB (tergantung OS dan hardware)	64-bit mendukung aplikasi berat seperti editing video dan simulasi
Kecepatan Pemrosesan	Proses per 32-bit	Proses per 64-bit	Proses lebih cepat untuk komputasi kompleks
Register dan Set Instruksi	Register 32-bit, instruksi terbatas	Register 64-bit, dukung SIMD (SSE, AVX)	Efisien untuk pengolahan paralel dan big data
Kompatibilitas Aplikasi	Hanya aplikasi 32-bit	Aplikasi 32-bit dan 64-bit (tergantung OS)	Perlu perhatian karena tidak semua aplikasi 32-bit berjalan optimal di 64-bit

Analisis dan Pembahasan

Dari tabel di atas, terlihat bahwa arsitektur 64-bit secara signifikan meningkatkan kapabilitas sistem dalam hal akses memori dan kecepatan pemrosesan. Permasalahan pada sistem 32-bit yang tidak mampu menangani beban aplikasi modern, seperti perangkat lunak pengolah grafis atau virtual machine, dapat diatasi dengan transisi ke sistem 64-bit.

Selain itu, penambahan dukungan terhadap set instruksi SIMD seperti AVX memungkinkan prosesor 64-bit menjalankan proses yang kompleks secara paralel, sehingga sangat mendukung kebutuhan aplikasi masa kini yang berbasis AI, rendering, dan simulasi.

Meskipun demikian, dari sisi kompatibilitas, masih terdapat tantangan. Beberapa aplikasi lama tidak dapat berjalan secara optimal di sistem 64-bit tanpa pembaruan. Oleh karena itu, pengguna perlu mempertimbangkan kebutuhan software saat melakukan upgrade arsitektur. Secara keseluruhan, peralihan ke arsitektur 64-bit memberikan solusi yang relevan terhadap permasalahan performa dan efisiensi yang menjadi fokus dalam penelitian ini.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dalam studi ini, dapat disimpulkan bahwa peralihan dari arsitektur 32-bit ke 64-bit memberikan peningkatan signifikan dalam hal

kapasitas memori dan kecepatan pemrosesan. Sistem 64-bit mampu mendukung akses memori yang jauh lebih besar, serta menjalankan instruksi secara lebih efisien melalui register yang lebih luas dan dukungan terhadap teknologi SIMD. Hal ini menjadikannya sangat ideal untuk aplikasi-aplikasi berat seperti pengolahan video, simulasi ilmiah, hingga komputasi berbasis kecerdasan buatan.

Selain dari segi teknis, peningkatan performa pada arsitektur 64-bit juga berkontribusi pada efisiensi sistem secara keseluruhan. Dukungan terhadap pemrosesan paralel memungkinkan proses komputasi kompleks dapat dilakukan lebih cepat dan stabil. Dengan demikian, transisi ini merupakan langkah strategis untuk mengatasi keterbatasan yang selama ini menjadi hambatan utama pada sistem 32-bit, khususnya dalam memenuhi tuntutan aplikasi dan teknologi modern.

Namun demikian, perlu diperhatikan bahwa tidak semua aplikasi lama kompatibel sepenuhnya dengan sistem 64-bit. Oleh karena itu, sebelum melakukan migrasi arsitektur, pengguna harus mempertimbangkan kebutuhan software dan kompatibilitasnya. Dengan pendekatan yang tepat, peralihan ke arsitektur 64-bit dapat memberikan solusi optimal terhadap tantangan performa dan efisiensi dalam sistem komputasi kontemporer.

6. DAFTAR PUSTAKA

- AMD. (2021). *AMD64 architecture programmer's manual*.
<https://developer.amd.com/resources/developer-guides-manuals/>
- Dewanta, F., & Afshari, R. (2020). Migrasi mikroservis pada fog computing untuk mendukung kinerja komputasi robot dengan cakupan pergerakan yang luas. *Jurnal Multinetics*, 6(1), 78–85.
- Hennessy, J. L., & Patterson, D. A. (2017). *Computer architecture: A quantitative approach* (6th ed.). Morgan Kaufmann.
- Intel Corporation. (2020). *Intel® 64 and IA-32 architectures software developer's manual*.
<https://www.intel.com/content/www/us/en/developer/articles/technical/intel-sdm.html>
- Microsoft Docs. (2023). *Differences between 32-bit and 64-bit versions of Windows*.
<https://learn.microsoft.com/en-us/windows/win32/winprog64/running-32-bit-applications>
- Naibaho, O. Y. P., Nugroho, N. B., & Gaol, N. Y. L. (2021). Penerapan digital signature menggunakan metode DSA untuk verifikasi surat keterangan keaslian ijazah di SMA RK Swasta Lubuk Pakam. *Jurnal CyberTech*, 4(5).
- Patterson, D. A., & Hennessy, J. L. (2014). *Computer organization and design MIPS edition: The hardware/software interface* (5th ed.). Morgan Kaufmann.
- ResearchGate. (2023). A comparative study on the performance of 64-bit ARM processors.
https://www.researchgate.net/publication/372114908_A_Comparative_Study_on_the_Performance_of_64-bit_ARM_Processors
- Saputra, R. P., Wahyudi, J., & Jumadi, J. (2022). Analisis perbandingan algoritma Blowfish dan algoritma DES dalam proses enkripsi dan dekripsi file dokumen. *Jurnal Komitek*, 2(2), 605–612. <https://doi.org/10.53697/jkomitek.v2i2>

- Silberschatz, A., Galvin, P. B., & Gagne, G. (2018). *Operating system concepts* (10th ed.). Wiley.
- Stallings, W. (2018). *Computer organization and architecture: Designing for performance* (11th ed.). Pearson Education.
- Utama, I. W. K., Alamin, Z., & Fathir, A. (2024). *Arsitektur dan organisasi komputer* (Cet. ke-1). PT Penerbit Qriset.