

MAKALAH ARSITEKTUR DAN ORGANISASI KOMPUTER

Aritmatika Komputer

Dosen Pengampuh:

Hairil Kurniadi Siradjuddin S.Kom., M.Kom.



Disusun Oleh:

**INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KHAIRUN
TERNATE
2025**

Taniyah	07352411006
Abydal Tomaidi	07352411024
Aditya Ramli	07352411049
Muhammad Ilham Muchsin	07352411015
Ridho Alfarabi Rumbia	07352411031
Fatih Iklil Syauki	07352411046

Kata Pengantar

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga makalah yang berjudul “Aritmatika Komputer” ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Makalah ini disusun sebagai salah satu tugas untuk memenuhi kewajiban akademik dan memperluas pemahaman tentang konsep dasar serta penerapan aritmatika dalam dunia komputasi.

Aritmatika komputer merupakan salah satu fondasi penting dalam ilmu komputer, yang mencakup cara-cara komputer melakukan operasi-operasi dasar matematika seperti penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian. Dalam makalah ini, penulis membahas prinsip-prinsip dasar, representasi bilangan, serta algoritma aritmatika yang digunakan dalam sistem komputer.

Kami menyadari bahwa makalah ini masih jauh dari sempurna, baik dari segi isi maupun penyajiannya. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi perbaikan di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam penyusunan makalah ini, baik secara langsung maupun tidak langsung. Semoga makalah ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan bagi pembaca.

Ternate, 14 Mei 2025

Kelompok 4

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Aritmatika komputer merupakan salah satu fondasi utama dalam pengembangan dan implementasi sistem komputer modern. Sejak awal kemunculan komputer elektronik, perhatian besar telah diberikan pada pencarian teknik aritmatika yang lebih cepat dan efisien, karena unit aritmatika selalu dianggap sebagai inti dari sebuah komputer digital. Pada masa-masa awal, fokus utama terletak pada aritmatika bilangan bulat dengan presisi terbatas, seiring dengan tingginya biaya komponen diskrit. Oleh karena itu, optimasi rangkaian dengan pengurangan jumlah komponen dan pengembangan teknik aritmatika berkecepatan tinggi menjadi sangat penting pada saat itu. Seiring perkembangan teknologi, teknik perangkat lunak mulai digunakan untuk mendukung representasi floating-point dan mencapai presisi yang diinginkan dalam perhitungan ilmiah dan teknik.

Perkembangan teknologi LSI (Large Scale Integration) dan munculnya mikrokomputer membawa perubahan besar dalam cara pandang terhadap aritmatika komputer. Penekanan pada pengurangan komponen rangkaian bergeser ke logika iteratif dan minimisasi jenis chip, yang kemudian melahirkan unit-unit khusus seperti cellular arrays. Kini, berbagai multiplier berkecepatan tinggi dan prosesor FFT (Fast Fourier Transform) telah tersedia secara komersial. Selain itu, kebutuhan pemrosesan secara on-line mendorong penerapan teknik seperti overlapping dan pipelining, yang semakin meningkatkan efisiensi dan kecepatan komputasi.

Aritmatika komputer tidak hanya berkaitan dengan kecepatan, tetapi juga dengan akurasi dan pengendalian kesalahan. Analisis kesalahan menjadi topik yang sangat penting, terutama dalam komputasi ilmiah yang membutuhkan hasil presisi tinggi. Pengembangan metode validasi otomatis untuk mengendalikan kesalahan dan menjamin akurasi perhitungan menjadi salah satu fokus utama dalam penelitian aritmatika komputer. Selain itu, aritmatika komputer juga diperluas untuk mendukung operasi pada ruang linear dan interval, sehingga dapat digunakan secara maksimal dalam berbagai aplikasi komputasi.

Seiring dengan kemajuan teknologi, aritmatika komputer juga mengalami diversifikasi dalam hal sistem bilangan dan model komputasi. Penelitian terbaru banyak mengeksplorasi sistem bilangan nonkonvensional, seperti sistem bilangan logaritmik, residue, serta model komputasi berbasis kuantum dan DNA. Hal ini dilakukan untuk memenuhi kebutuhan aplikasi modern, mulai dari perangkat embedded hingga komputer berkinerja

tinggi, serta aplikasi di bidang deep learning dan kriptografi post-quantum. Pengembangan sirkuit aritmatika yang efisien dan teknologi komputer yang lebih maju menjadi kunci untuk mendukung kemajuan di berbagai domain aplikasi.

Aritmatika komputer juga merupakan bidang multidisiplin yang menggabungkan matematika, ilmu komputer, dan teknik elektro. Ruang lingkupnya sangat luas, mulai dari teori dasar hingga implementasi praktis dalam perangkat keras dan perangkat lunak. Standarisasi sistem aritmatika, pengujian, dan verifikasi juga menjadi bagian penting dalam pengembangan aritmatika komputer. Dengan terus berkembangnya teknologi, bidang ini terus berinovasi untuk menjawab tantangan baru dalam komputasi ilmiah dan rekayasa.

Secara keseluruhan, aritmatika komputer adalah bidang yang sangat dinamis dan terus berkembang, didorong oleh kebutuhan akan kecepatan, efisiensi, dan akurasi dalam pemrosesan data digital. Peranannya yang sangat vital dalam desain dan implementasi komputer modern menjadikan aritmatika komputer sebagai salah satu pilar utama dalam kemajuan teknologi informasi dan komunikasi.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, penelitian ini merumuskan beberapa permasalahan fundamental:

- 1.2.1. Mengapa aritmatika komputer menjadi salah satu komponen penting dalam pengembangan sistem komputer modern?
- 1.2.2. Bagaimana perkembangan teknologi memengaruhi desain dan implementasi aritmatika komputer dari masa ke masa?
- 1.2.3. Apa saja tantangan yang dihadapi dalam mencapai kecepatan, efisiensi, dan akurasi dalam aritmatika komputer?
- 1.2.4. Bagaimana peran teknik seperti pipelining, overlapping, dan logika iteratif dalam meningkatkan kinerja aritmatika komputer?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan utama penelitian ini adalah:

- 1.3.1. Menjelaskan pentingnya aritmatika komputer sebagai komponen utama dalam sistem komputer modern.
- 1.3.2. Menganalisis perkembangan teknologi dan dampaknya terhadap desain serta implementasi aritmatika komputer dari masa ke masa.

- 1.3.3. Mengidentifikasi tantangan utama dalam meningkatkan kecepatan, efisiensi, dan akurasi proses aritmatika dalam sistem komputasi.
- 1.3.4. Mengkaji peran teknik-teknik seperti pipelining, overlapping, dan logika iteratif dalam optimalisasi kinerja aritmatika komputer.
- 1.3.5. Menjelaskan pentingnya analisis kesalahan dan validasi otomatis dalam menjamin akurasi perhitungan ilmiah.
- 1.3.6. Mengeksplorasi penggunaan sistem bilangan dan model komputasi nonkonvensional dalam pengembangan aritmatika komputer modern.
- 1.3.7. Menggambarkan tantangan dan peluang pengembangan aritmatika komputer dalam konteks aplikasi teknologi canggih seperti deep learning dan kriptografi post-quantum.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini mencakup:

1.4.1. Manfaat Teoritis:

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang aritmatika komputer, dengan memperkaya pemahaman mengenai prinsip, teknik, serta evolusi sistem aritmatika dalam dunia komputasi. Hasil penelitian ini juga dapat dijadikan referensi dalam studi lanjutan terkait arsitektur komputer, sistem bilangan, dan optimasi kinerja perangkat keras maupun perangkat lunak.

1.4.2. Manfaat Praktis:

Penelitian ini memberikan gambaran kepada praktisi teknologi informasi dan rekayasa perangkat keras mengenai pendekatan-pendekatan modern dalam optimalisasi sistem aritmatika komputer. Informasi ini dapat dimanfaatkan untuk merancang sistem komputasi yang lebih efisien, akurat, dan sesuai dengan kebutuhan aplikasi masa kini seperti kecerdasan buatan, kriptografi, dan pemrosesan sinyal digital.

BAB II

PEMBAHASAN

2.1 Kajian Teori

2.1.1 Pengertian Aritmatika Komputer

Aritmatika komputer merupakan cabang dari ilmu komputer yang mempelajari bagaimana operasi-operasi matematika dasar seperti penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian dilakukan oleh komputer. Operasi-operasi ini bukan hanya diterapkan dalam aplikasi matematika, melainkan menjadi bagian mendasar dalam semua proses komputasi, mulai dari eksekusi instruksi hingga pengolahan data numerik dan grafik. Karena komputer bekerja berdasarkan logika biner dan menggunakan arsitektur digital, maka seluruh operasi aritmatika harus diterjemahkan dalam bentuk logika digital, yang selanjutnya diimplementasikan dalam rangkaian elektronik.

Unit aritmatika-logika (ALU – Arithmetic Logic Unit) dalam prosesor bertanggung jawab atas eksekusi semua operasi aritmatika dan logika. Efisiensi dan kecepatan dari unit ini sangat menentukan kinerja keseluruhan sistem komputer. Oleh karena itu, pengembangan teknik aritmatika komputer menjadi perhatian utama dalam desain arsitektur komputer modern.

2.1.2 Representasi Bilangan dalam Komputer

Komputer hanya mengenal bilangan dalam format biner, yaitu kombinasi dari angka 0 dan 1. Oleh karena itu, semua data numerik harus direpresentasikan dalam bentuk bilangan biner sebelum dapat diproses. Representasi bilangan dalam komputer dibagi menjadi dua jenis utama, yaitu bilangan bulat (integer) dan bilangan pecahan (floating-point).

Bilangan bulat dapat direpresentasikan dengan berbagai cara, termasuk representasi biner positif, komplemen satu, dan komplemen dua. Komplemen dua menjadi bentuk paling umum karena kemudahannya dalam melakukan operasi aritmatika dengan bilangan negatif.

Sementara itu, bilangan floating-point digunakan untuk merepresentasikan angka-angka dengan presisi tinggi dan jangkauan nilai yang luas. Standar IEEE 754 digunakan secara luas untuk merepresentasikan bilangan floating-point, yang mencakup format single-precision (32 bit) dan double-precision (64 bit). Meskipun efisien untuk berbagai aplikasi ilmiah dan teknik, floating-point memiliki risiko kesalahan pembulatan (rounding error), yang dapat berdampak pada akurasi perhitungan.

2.1.3 Teknik Optimasi Aritmatika dalam Sistem Komputer

Untuk meningkatkan performa eksekusi instruksi aritmatika, para peneliti dan insinyur telah mengembangkan berbagai teknik optimasi. Salah satu teknik yang paling dikenal adalah **pipelining**, yaitu metode di mana beberapa instruksi dieksekusi secara bersamaan dalam tahapan yang saling tumpang tindih. Ini meningkatkan throughput

sistem, karena sementara satu instruksi masih diproses, instruksi berikutnya sudah mulai dijalankan.

Teknik lain adalah **overlapping**, yaitu strategi pemrosesan instruksi secara bersamaan dengan berbagi sumber daya dalam waktu yang berbeda. Overlapping banyak digunakan dalam prosesor modern untuk meminimalkan idle time dan memaksimalkan efisiensi sumber daya.

Selain itu, terdapat teknik logika iteratif dan array terstruktur seperti **cellular arrays**, yang memungkinkan pemrosesan paralel dalam skala besar. Hal ini sangat berguna dalam aplikasi seperti pengolahan sinyal, transformasi Fourier cepat (FFT), dan neural network.

2.1.4 Sistem Bilangan dan Model Komputasi Nonkonvensional

Seiring meningkatnya kompleksitas aplikasi komputasi, berbagai pendekatan nonkonvensional mulai dikembangkan untuk mendukung aritmatika komputer. Misalnya, **Residue Number System (RNS)** memungkinkan operasi aritmatika dilakukan secara paralel tanpa carry, sehingga sangat cepat dan cocok untuk sistem kriptografi serta pemrosesan citra.

Sistem bilangan **logaritmik** digunakan dalam bidang yang memerlukan banyak operasi perkalian dan pembagian, seperti kecerdasan buatan dan pemrosesan sinyal, karena dapat mengkonversi operasi perkalian menjadi penjumlahan, yang lebih efisien secara komputasional.

Model komputasi alternatif seperti **komputasi kuantum** dan **komputasi DNA** juga mulai mengeksplorasi bagaimana aritmatika dapat dilakukan di luar logika digital konvensional. Dalam komputasi kuantum, representasi qubit memungkinkan perhitungan eksponensial yang sangat efisien, yang sangat berguna dalam bidang seperti kriptografi post-quantum dan optimasi.

2.2 Analisis Data

Data dan informasi dalam makalah ini diperoleh melalui kajian literatur dari berbagai sumber ilmiah, termasuk jurnal, buku teks, artikel teknologi, serta laporan penelitian dari institusi akademik dan industri. Analisis dilakukan terhadap sejumlah aspek berikut:

- 2.2.1 **Evolusi teknologi aritmatika:** Dari penggunaan komponen diskrit di masa awal komputer hingga pengembangan mikroprosesor dan prosesor multi-core, terjadi peningkatan dramatis dalam kecepatan dan efisiensi komputasi. Data menunjukkan bahwa teknik pipelining dapat meningkatkan throughput prosesor hingga dua kali lipat dibandingkan teknik konvensional tanpa pipelining.
- 2.2.2 **Representasi floating-point dan akurasi:** Studi empiris menunjukkan bahwa kesalahan pembulatan dalam perhitungan floating-point dapat mencapai hingga 10^{-6} atau lebih, tergantung pada jenis operasi dan presisi representasi. Hal ini mendorong pengembangan teknik validasi otomatis untuk mendeteksi dan mengoreksi kesalahan.

- 2.2.3 **Kinerja sistem bilangan nonkonvensional:** Dalam simulasi eksperimen, sistem RNS menunjukkan kecepatan eksekusi yang lebih tinggi dalam algoritma perkalian matriks dibandingkan sistem biner konvensional, karena absennya operasi carry antar digit.
- 2.2.4 **Aplikasi pada komputasi modern:** Penggunaan aritmatika logaritmik dalam sistem pembelajaran mesin memungkinkan pengurangan kompleksitas perhitungan, sementara pengujian pada prosesor kuantum eksperimental menunjukkan efisiensi perhitungan eksponensial yang lebih cepat daripada komputer klasik.
-

2.3 Pembahasan

Dari kajian teori dan analisis data yang dilakukan, dapat dipahami bahwa aritmatika komputer bukan hanya merupakan komponen teknis dalam sistem komputer, tetapi juga menjadi kunci utama dalam evolusi teknologi informasi secara keseluruhan. Kecepatan dan efisiensi sistem aritmatika sangat mempengaruhi kinerja sistem secara umum, baik dalam komputer desktop, perangkat mobile, maupun pusat data berskala besar.

Perkembangan aritmatika komputer juga mencerminkan dinamika kebutuhan pengguna. Pada masa awal, fokus lebih diarahkan pada pengurangan jumlah komponen dan efisiensi penggunaan perangkat keras. Namun saat ini, fokus telah bergeser ke arah peningkatan kecepatan, akurasi, dan kemampuan adaptasi terhadap aplikasi yang kompleks seperti deep learning, pemrosesan big data, dan sistem real-time.

Penerapan teknik optimasi seperti pipelining dan overlapping terbukti mampu mendongkrak efisiensi instruksi dan throughput sistem. Namun, teknik ini juga menghadirkan tantangan dalam hal desain rangkaian yang lebih kompleks serta manajemen sumber daya yang lebih cermat.

Analisis kesalahan dalam representasi floating-point menjadi tantangan besar dalam komputasi ilmiah, di mana akurasi sangat krusial. Pengembangan metode validasi otomatis dan algoritma tahan kesalahan menjadi semakin penting seiring meningkatnya ketergantungan pada hasil komputasi numerik presisi tinggi.

Diversifikasi model komputasi, seperti sistem bilangan logaritmik dan aritmatika kuantum, menunjukkan potensi besar untuk mendukung kebutuhan komputasi masa depan. Pendekatan ini tidak hanya menawarkan efisiensi, tetapi juga membuka kemungkinan desain sistem komputasi yang lebih fleksibel dan adaptif terhadap berbagai tantangan aplikasi modern.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa aritmatika komputer akan terus menjadi bidang yang vital dan strategis dalam menjawab tantangan teknologi yang terus berkembang. Perpaduan antara prinsip matematika, teknik elektro, dan ilmu komputer menjadi fondasi kuat untuk mendorong inovasi di masa depan.

BAB III

PENUTUP

3.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian teori dan analisis yang telah dibahas, dapat disimpulkan bahwa aritmatika komputer merupakan fondasi esensial dalam pengembangan dan operasi sistem komputer modern. Perkembangannya sangat dipengaruhi oleh kemajuan teknologi perangkat keras, teknik optimasi sistem, serta kebutuhan aplikasi komputasi yang semakin kompleks.

Aritmatika komputer tidak hanya berkaitan dengan kecepatan proses, tetapi juga menyangkut akurasi hasil dan efisiensi penggunaan sumber daya. Teknik-teknik seperti pipelining, overlapping, dan penggunaan logika iteratif terbukti mampu meningkatkan performa sistem secara signifikan. Sementara itu, tantangan dalam representasi bilangan floating-point menunjukkan pentingnya pengendalian kesalahan dan validasi otomatis dalam komputasi ilmiah dan teknik.

Di sisi lain, kemunculan sistem bilangan nonkonvensional seperti RNS dan logaritmik, serta pendekatan komputasi alternatif seperti kuantum dan DNA, membuka cakrawala baru dalam inovasi aritmatika komputer. Semua perkembangan ini membuktikan bahwa aritmatika komputer adalah bidang yang terus berevolusi dan memiliki peran strategis dalam menjawab tuntutan komputasi masa depan.

3.2 Saran

1. Untuk akademisi dan mahasiswa, disarankan untuk memperdalam pemahaman mengenai sistem bilangan dan teknik aritmatika digital, mengingat perannya yang sangat penting dalam berbagai aspek teknologi informasi dan rekayasa perangkat keras.
2. Untuk pengembang dan peneliti teknologi, penting untuk terus mengeksplorasi sistem bilangan alternatif serta mengembangkan teknik validasi dan kontrol kesalahan yang lebih handal dalam sistem komputasi, guna mendukung presisi tinggi dalam berbagai aplikasi kritikal.
3. Untuk institusi pendidikan, sebaiknya memperkaya kurikulum komputer dan teknik elektro dengan materi aritmatika komputer yang lebih praktis dan relevan terhadap

perkembangan industri terkini, termasuk aritmatika dalam AI, kriptografi, dan komputasi kuantum.

DAFTAR PUSTAKA

- Dirgantara, H. B. (2020). Matematika untuk Ilmu Komputer. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Fahri, F., & Riadi, I. (2013). Media pembelajaran aritmatika komputer (Studi kasus materi konversi bilangan). *Jurnal Sarjana Teknik Informatika, Universitas Ahmad Dahlan*, 1(1), 45–52.
- Pramukantoro, E. S. (2012). Aritmatika Komputer. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Sakti, A. (2018). Arsitektur Komputer. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah Press.
- Wahana Komputer. (2020). Pemrograman Dasar dan Logika Komputer. Yogyakarta: Andi.
- Setiawan, D. (2019). Efisiensi komputasi aritmatika dalam pengembangan sistem tertanam. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 7(1), 45–51.
- Prasetyo, B. (2022). Analisis kesalahan pembulatan pada aritmatika floating point dalam pemrograman numerik. *Jurnal Matematika dan Komputasi*, 5(3), 112–119.
- Departemen Ilmu Komputer, Universitas Indonesia. (2021). *Jurnal Ilmu Komputer dan Informasi*, 14(2), 89–98.
- Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Udayana. (2021). *Jurnal Ilmu Komputer*, 17(1), 55–63.
- Departemen Informatika, Universitas Bina Sarana Informatika. (2020). *Indonesian Journal on Computer and Information Technology (IJCIT)*, 8(2), 101–108.