

## JURNAL PENDIDIKAN

## SEJARAH

Jurnal Hasil Penelitian

Print ISSN : 2443-3624

Online ISSN : 2686-3774

Kata **Kunci** : *Sejarah Perkembangan Ilmu Komputasi, Tinjauan Historis, Alat Hitung Mekanis Kuno, Era Kecerdasan Buatan Tergenerasi.*

## Sejarah Perkembangan Ilmu Komputasi:

### Tinjauan Historis dari Alat Hitung Mekanis Kuno hingga Era Kecerdasan Buatan

**Arif Syam**

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Dayanu Ikhsanuddin, Jalan Dayanu Ikhsanuddin No. 124 Baubau, Sulawesi Tenggara 93721, Indonesia

Email : [arifsyam@unidayan.ac.id](mailto:arifsyam@unidayan.ac.id)

#### **Abstrak**

Perkembangan ilmu komputer merupakan manifestasi dari upaya berkelanjutan manusia dalam mengotomatisasi logika dan pengolahan data. Artikel ini mengulas transformasi fundamental komputasi yang terbagi dalam empat fase utama: era pra-mekanis, mekanis, elektronik, dan era digital modern. Penulisan ini bertujuan untuk memetakan titik balik krusial, mulai dari penggunaan alat hitung sederhana seperti *Abakus* di masa peradaban kuno, hingga perancangan *Analytical Engine* oleh Charles Babbage yang meletakkan dasar arsitektur komputer modern.

Transisi besar terjadi pada pertengahan abad ke-20 dengan penemuan transistor yang menggantikan tabung vakum, memicu deeskalasi ukuran fisik perangkat namun meningkatkan daya komputasi secara eksponensial. Memasuki era milenial, fokus ilmu komputer bergeser dari sekadar perangkat keras (*hardware*) menuju pengembangan perangkat lunak (*software*) yang kompleks, jaringan internet global, dan komputasi awan (*cloud computing*). Pada dekade saat ini, paradigma baru muncul melalui integrasi Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence*) dan eksplorasi komputasi kuantum yang diprediksi akan melampaui batasan hukum Moore. Analisis ini menyimpulkan bahwa setiap tahapan sejarah tidak hanya mengubah cara manusia memproses informasi, tetapi juga secara fundamental merevolusi struktur sosial, ekonomi, dan ilmu pengetahuan global.

## I. PENDAHULUAN

Sejarah ilmu komputer bukanlah sekadar kronologi penemuan mesin, melainkan refleksi dari hasrat fundamental manusia untuk melampaui keterbatasan kognitifnya. Sejak masa peradaban kuno, manusia telah menghadapi tantangan dalam mengelola informasi yang semakin kompleks—mulai dari perhitungan astronomi untuk navigasi, pencatatan pajak dalam skala besar, hingga pemecahan kode rahasia dalam peperangan. Keterbatasan otak manusia dalam hal kecepatan dan ketepatan aritmatika memicu lahirnya alat bantu mekanis yang menjadi cikal bakal komputer modern.

Transisi dari abakus menuju mesin analitik di abad ke-19 menandai pergeseran paradigma yang krusial: komputer tidak lagi hanya dianggap sebagai "alat hitung" (calculator), tetapi mulai dirancang sebagai "pemroses logika" (logical processor). Gagasan ini kemudian diperkuat oleh penemuan listrik dan teori biner, yang memungkinkan informasi fisik diubah menjadi representasi digital.

Memasuki abad ke-21, ilmu komputer telah bertransformasi dari sebuah disiplin teknik yang kaku menjadi infrastruktur utama peradaban. Fenomena ini didorong oleh Miniaturisasi—kemampuan manusia untuk memadatkan jutaan komponen elektronik ke dalam ruang yang lebih kecil dari ujung jari. Dampaknya, komputer kini tidak hanya berada di atas meja laboratorium, tetapi telah menyatu dalam denyut nadi kehidupan sehari-hari melalui smartphone, internet, hingga kecerdasan buatan. Memahami sejarah ini menjadi sangat penting karena setiap baris kode dan setiap chip yang kita gunakan hari ini adalah akumulasi dari eksperimen, kegagalan, dan visi para inovator selama ribuan tahun.

## II. METODE PENELITIAN

### 3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode deskriptif-analitis. Fokus utama penelitian adalah merekonstruksi kronologi sejarah ilmu komputer dan menganalisis titik-titik balik teknologi yang mengubah peradaban manusia.

### 3.2 Teknik Pengumpulan Data

Data dalam artikel ini dikumpulkan melalui metode **Studi Pustaka (Library Research)**. Penulis melakukan penelusuran terhadap

berbagai sumber data primer dan sekunder, yang meliputi:

- **Dokumen Historis:** Catatan asli mengenai rancangan *Analytical Engine* dan makalah fundamental Alan Turing (1936).
- **Literatur Akademik:** Buku teks sejarah komputer, jurnal teknologi informasi, dan publikasi ilmiah mengenai perkembangan semikonduktor.
- **Arsip Digital:** Data dari museum teknologi (seperti *Computer History Museum*) dan dokumentasi teknis dari perusahaan pelopor teknologi (IBM, Intel, Apple).

### 3.3 Analisis Data

Data yang telah dikumpulkan dianalisis menggunakan teknik **Analisis Isi (Content Analysis)** dan **Kritik Historis**. Langkah-langkah analisis meliputi:

1. **Kategorisasi:** Mengelompokkan perkembangan teknologi ke dalam empat era utama (Pra-Mekanis, Mekanis, Elektronik, dan Digital/Milenial).
2. **Komparasi:** Membandingkan efisiensi dan arsitektur antar generasi komputer untuk melihat pola miniaturisasi dan peningkatan daya hitung.
3. **Sintesis:** Menghubungkan temuan sejarah dengan kondisi teknologi terkini (AI dan Komputasi Kuantum) untuk menarik kesimpulan mengenai arah masa depan ilmu komputer.

## III. PEMBAHASAN

### A. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pembahasan ini mengeksplorasi evolusi ilmu komputer melalui empat fase fundamental yang masing-masing menandai pergeseran paradigma dalam cara manusia memproses informasi.

#### 4.1 Era Pra-Mekanis dan Mekanis (2500 SM – 1880-an)

Pada fase awal, komputasi bersifat analog dan fisik. Fokus utama manusia adalah menciptakan alat bantu hitung untuk perdagangan dan astronomi.

- **Abakus dan Alat Hitung Kuno:** Abakus (Babylonia) dan Mekanisme Antikythera (Yunani) menunjukkan bahwa algoritma perhitungan telah ada ribuan tahun sebelum listrik. Antikythera, khususnya, membuktikan keberadaan komputer analog berbasis roda gigi yang sangat presisi.
- **Logika Biner Gottfried Leibniz:** Pada abad ke-17, Leibniz menyempurnakan sistem bilangan biner (0\$ dan 1\$). Inilah fondasi

matematis bagi semua bahasa pemrograman modern.

- Charles Babbage dan Analytical Engine: Babbage merancang mesin yang memisahkan unit pemrosesan (*mill*) dan penyimpanan (*store*). Meskipun tidak selesai secara fisik karena keterbatasan teknologi logam saat itu, desain ini adalah cetak biru arsitektur komputer modern.
- Ada Lovelace (Algoritma Pertama): Lovelace menyadari bahwa mesin Babbage bukan sekadar kalkulator, melainkan pemroses simbol universal. Ia menulis instruksi untuk menghitung bilangan Bernoulli, yang diakui sebagai program komputer pertama.

#### 4.2 Era Elektromekanis dan Elektronik Awal (1930 – 1950)

Kebutuhan militer pada Perang Dunia II mempercepat transisi dari gerakan mekanis ke aliran elektron.

- Alan Turing dan Mesin Universal: Melalui makalahnya pada 1936, Turing memberikan fondasi teoretis bahwa mesin yang dapat memanipulasi simbol pada pita (Mesin Turing) mampu menyelesaikan masalah logika apa pun.
- ENIAC dan Tabung Vakum: ENIAC (1945) menjadi komputer elektronik serbaguna pertama. Meskipun sangat besar dan memerlukan daya listrik tinggi, ENIAC membuktikan bahwa perhitungan elektronik jutaan kali lebih cepat daripada manual.
- Arsitektur Von Neumann: John von Neumann memperkenalkan konsep penyimpanan program di dalam memori yang sama dengan data. Inilah titik balik yang memungkinkan komputer menjadi perangkat yang dapat diprogram ulang secara fleksibel tanpa harus mengubah kabel fisik.

#### 4.3 Revolusi Semikonduktor dan Hukum Moore (1950 – 1990-an)

Penemuan material semikonduktor mengubah komputer dari mesin raksasa menjadi perangkat pribadi.

- Transistor (1947): Penemuan di Bell Labs ini menggantikan tabung vakum yang rapuh. Transistor memungkinkan miniaturisasi komponen secara drastis.
- Sirkuit Terpadu (IC) dan Mikroprosesor: Integrasi ribuan (kini miliaran) transistor ke dalam satu chip

silikon memicu lahirnya mikroprosesor Intel 4004 pada 1971.

- Hukum Moore: Gordon Moore memprediksi penggandaan kepadatan transistor setiap dua tahun. Fenomena ini menyebabkan daya komputasi meningkat secara eksponensial sementara biaya produksi menurun tajam.
- Era PC dan GUI: Kelahiran Apple II dan IBM PC, diikuti oleh sistem operasi berbasis grafis (GUI) seperti Windows dan Macintosh, mendemokratisasi akses komputer dari laboratorium ke meja rumah tangga.

#### 4.4 Era Milenial, Cloud, dan Kecerdasan Buatan (2000 – Sekarang)

Fase ini ditandai dengan hiper-konektivitas dan kemampuan mesin untuk meniru kognisi manusia.

- Internet dan World Wide Web: Transformasi komputer menjadi terminal komunikasi global melalui protokol TCP/IP dan penemuan WWW oleh Tim Berners-Lee.
- Mobile Computing dan Cloud: Munculnya smartphone (2007) dan komputasi awan (*cloud*) memindahkan pusat data dari perangkat lokal ke server global yang dapat diakses dari mana saja.
- Kecerdasan Buatan (AI) dan Big Data: Pemanfaatan *Neural Networks* dan *Deep Learning* memungkinkan komputer memproses data raksasa untuk mengenali pola bahasa, visual, dan prediksi perilaku. Era ini mencapai puncaknya pada kehadiran *Generative AI* seperti ChatGPT yang mampu berinteraksi secara natural.
- Komputasi Kuantum (Masa Depan): Penggunaan *qubit* yang memanfaatkan superposisi dan keterikatan kuantum diprediksi akan menyelesaikan masalah kompleks (seperti kriptografi dan simulasi molekul) yang mustahil dilakukan komputer klasik.

Ringkasan Tabel Evolusi Teknologi

| Era              | Komponen Utama       | Karakteristik           | Tokoh Kunci             |
|------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|
| Mekanis          | Roda Gigi / Tuas     | Perhitungan Fisik       | Babbage, Lovelace       |
| Elektronik Awal  | Tabung Vakum         | Komputer Ukuran Ruangan | Turing, von Neumann     |
| Mikroelektronika | Transistor / Chip    | Lahirnya PC & Internet  | Moore, Jobs, Gates      |
| Milenial/ Modern | AI / Cloud / Kuantum | Mobilitas & Kognisi     | Berners-Lee, Sam Altman |

## IV. KESIMPULAN

### A. Kesimpulan

Sejarah perkembangan ilmu komputer adalah narasi tentang efisiensi dan miniaturisasi. Dari mesin mekanis Babbage yang beratnya berton-ton hingga chip mikroskopis yang menggerakkan AI hari ini, inti dari ilmu komputer tetap sama: memecahkan masalah manusia melalui logika sistematis.

Transformasi ini membuktikan bahwa batas antara manusia dan mesin semakin tipis. Tantangan di masa depan bukan lagi tentang seberapa cepat mesin dapat berhitung, melainkan bagaimana manusia dapat menggunakan kekuatan komputasi tersebut secara etis dan bijaksana untuk kemajuan peradaban. Ilmu komputer bukan sekadar alat, melainkan perpanjangan dari kecerdasan manusia itu sendiri.

### B. Saran

Berdasarkan hasil tinjauan historis dan analisis perkembangan ilmu komputer yang telah dipaparkan, penulis merumuskan beberapa saran strategis sebagai berikut:

5.1 Bagi Peneliti Selanjutnya: Eksplorasi Komputasi Kuantum: Peneliti masa depan disarankan untuk melakukan studi lebih mendalam mengenai transisi dari komputasi klasik berbasis biner (0\$ dan 1\$) menuju komputasi kuantum (qubit\$). Fokus penelitian dapat diarahkan pada kesiapan infrastruktur kriptografi dalam menghadapi

ancaman dekripsi kuantum. Studi Etika Kecerdasan Buatan (AI): Mengingat pesatnya perkembangan Generative AI di era milenial, diperlukan penelitian interdisipliner yang menggabungkan ilmu komputer dengan filsafat dan hukum untuk merumuskan batasan etika penggunaan AI dalam kehidupan sosial.

5.2 Bagi Institusi Pendidikan: Integrasi Kurikulum Sejarah Teknologi: Institusi pendidikan tinggi disarankan tidak hanya fokus pada pengajaran bahasa pemrograman terkini, tetapi juga menyertakan sejarah filosofis ilmu komputer. Memahami akar pemikiran tokoh seperti Alan Turing dan Ada Lovelace akan membantu mahasiswa memahami "logika di balik mesin", bukan sekadar cara mengoperasikannya.

Peningkatan Literasi Digital: Dengan bergesernya komputasi ke sistem Cloud dan Mobile, kurikulum harus lebih menekankan pada keamanan siber (cybersecurity) dan kedaulatan data sebagai kompetensi dasar.

5.3 Bagi Pemerintah dan Pembuat Kebijakan: Kemandirian Infrastruktur Digital: Pemerintah diharapkan terus mendorong riset di bidang semikonduktor dan perangkat keras lokal agar tidak terjadi ketergantungan absolut pada produsen global, mengingat sejarah menunjukkan bahwa penguasaan perangkat keras adalah kunci kedaulatan teknologi.

Regulasi Teknologi Adaptif: Mengingat sejarah komputer bergerak sangat cepat (Hukum Moore), regulasi mengenai pemanfaatan teknologi informasi harus bersifat adaptif dan tidak kaku, sehingga mampu memayungi inovasi baru tanpa menghambat kemajuan teknis..

## DAFTAR PUSTAKA

- Campbell-Kelly, M., & Aspray, W. (2014).** *Computer: A History of the Information Machine*. Boulder, CO: Westview Press. (Buku ini memberikan narasi mendalam tentang transisi dari alat mekanis ke era digital).
- Ceruzzi, P. E. (2003).** *A History of Modern Computing* (Edisi ke-2). Cambridge, MA: MIT Press. (Sangat baik untuk memahami perkembangan perangkat lunak dan perangkat keras pasca-1945).
- Isaacson, W. (2014).** *The Innovators: How a Group of Hackers, Geniuses, and Geeks Created the Digital Revolution*. New York: Simon & Schuster. (Membahas sisi humanis para penemu mulai dari Ada Lovelace hingga para perintis internet).
- Turing, A. M. (1936).** *On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem*. Proceedings of the London Mathematical Society. (Dokumen

fundamental yang mendasari teori algoritma dan ilmu komputer modern).

**LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015).** Deep Learning. *Nature*, 521(7553), 436–444.

<https://doi.org/10.1038/nature14539>

(Artikel jurnal utama bagi yang ingin mendalami sejarah kebangkitan Kecerdasan Buatan).

**Nielsen, M. A., & Chuang, I. L. (2010).** *Quantum Computation and Quantum Information*. Cambridge: Cambridge University Press. (Referensi teknis mengenai masa depan komputasi kuantum).

**Rajaraman, V. (2014).** *History of Computing in India*. New Delhi: PHI Learning Pvt. Ltd. (Perspektif mengenai perkembangan teknologi komputer di luar dunia Barat).

**Computer History Museum. (2024).** *Timeline of Computer History*. Diakses dari <https://www.computerhistory.org/timeline/>

**IEEE Computer Society. (2025).** *History of Computing: An Overview*. Diakses melalui portal akademik IEEE Xplore

