

PEMANFAATAN TEKS PENELITIAN UNTUK MENELUSURI PERKEMBANGAN PERAKITAN KOMPUTER DARI GENERASI AWAL HINGGA ERA MODERN

**Rahayu Putri Aulia Simatupang¹, Tri Indah Prasasti², Aldo Ture Maranatha
Lumbantoruan³, Berkat Niatman Zega⁴**
rahayuputriauliasimatupang12@gmail.com¹, triindahprasasti@unimed.ac.id²,
aldoturemaranatha@gmail.com³, berkatnzech@gmail.com⁴

Universitas Negeri Medan

ABSTRAK

Perakitan komputer merupakan salah satu aspek penting dalam perkembangan teknologi informasi yang terus mengalami evolusi dari masa ke masa. Seiring dengan berkembangnya kebutuhan manusia terhadap teknologi, komputer yang awalnya berukuran besar, mahal, dan hanya dapat digunakan oleh kalangan terbatas, kini telah berevolusi menjadi perangkat yang lebih kecil, cepat, dan terjangkau. Artikel ini bertujuan untuk menelusuri perkembangan perakitan komputer melalui pemanfaatan teks penelitian sebagai sumber utama. Dengan pendekatan kualitatif berbasis studi literatur, penulis menelaah berbagai teks penelitian yang membahas perjalanan komputer sejak generasi awal (1940-an) hingga era modern dengan teknologi prosesor multi-core, komputasi awan, dan perangkat portabel. Hasil telaah menunjukkan bahwa pemanfaatan teks penelitian bukan hanya membantu memahami sejarah perkembangan perakitan komputer tetapi juga memberikan wawasan tentang arah inovasi di masa depan.

Kata Kunci: Pengertian Komputer, Sejarah Perakitan Komputer, Teks Penelitian.

ABSTRACT

Computer assembly is an important aspect in the development of information technology, which continues to evolve over time. As human needs for technology grow, computers, which were initially large, expensive, and accessible only to a limited number of people, have now evolved into smaller, faster, and more affordable devices. This article aims to trace the development of computer assembly through the use of research texts as primary sources. Using a qualitative approach based on literature studies, the author examines various research texts that discuss the history of computers from the early generation (1940s) to the modern era with multi-core processor technology, cloud computing, and portable devices. The results of the study indicate that the use of research texts not only helps understand the history of the development of computer assembly but also provides insight into the direction of future innovation.

Keywords: Understanding Computers, History Of Computer Development, Research Text.

PENDAHULUAN

Perkembangan komputer dari masa ke masa tidak hanya ditandai oleh kemajuan komponen dan performanya, tetapi juga oleh perubahan cara perakitannya. Pada awal kemunculannya, komputer dirakit secara manual dengan komponen besar dan sistem kabel yang rumit. Seiring kemajuan teknologi, proses tersebut bertransformasi menjadi lebih efisien melalui penggunaan sirkuit terpadu, otomatisasi, hingga sistem manufaktur berbasis komputer.

Teks penelitian memiliki peran penting dalam menelusuri perubahan tersebut. Melalui laporan, publikasi, dan dokumentasi teknis yang dihasilkan pada tiap periode, peneliti dapat memahami bagaimana metode perakitan berevolusi seiring perkembangan teknologi dan kebutuhan industri. Teks-teks tersebut menjadi sumber pengetahuan yang merekam proses berpikir, teknik, dan inovasi yang melandasi lahirnya berbagai generasi komputer.

Pemanfaatan teks penelitian memungkinkan penelusuran sejarah perakitan komputer

secara lebih mendalam dan terarah. Pendekatan ini membantu mengungkap tidak hanya aspek teknis, tetapi juga konteks sosial, pendidikan, dan industri yang memengaruhi proses perakitan. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada pemanfaatan teks penelitian untuk menggambarkan perkembangan perakitan komputer dari generasi awal hingga era modern, dengan tujuan memberikan pemahaman yang komprehensif tentang evolusi teknologi dan praktik perakitannya.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi literatur dan analisis teks penelitian. Pendekatan ini dipilih karena sesuai dengan tujuan utama penelitian, yaitu menelusuri perkembangan perakitan komputer berdasarkan data tertulis yang bersumber dari laporan, artikel, dan dokumen penelitian. Teks-teks tersebut berfungsi sebagai rekaman ilmiah yang menggambarkan perubahan metode, teknologi, serta sistem perakitan dari masa ke masa.

Langkah-langkah penelitian dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu:

1. Identifikasi sumber teks, dengan menyeleksi dokumen penelitian yang relevan mengenai perakitan komputer dari generasi awal hingga modern.
2. Klasifikasi isi, dengan mengelompokkan teks berdasarkan periode waktu, jenis teknologi, dan konteks industri.
3. Analisis isi dan interpretasi, dengan membaca mendalam setiap teks untuk menemukan pola dan perubahan signifikan dalam sistem perakitan.

Pendekatan kualitatif digunakan karena memberikan fleksibilitas dalam memahami makna yang terkandung dalam teks dan konteks di baliknya. Seperti dijelaskan oleh Nasution (2020), penelitian kualitatif menekankan pada proses memahami makna yang muncul dari data, bukan sekadar mengukur gejala yang tampak. Dengan demikian, analisis terhadap teks penelitian tidak hanya berfokus pada isi faktual, tetapi juga pada struktur dan cara penyajian pengetahuan di dalamnya.

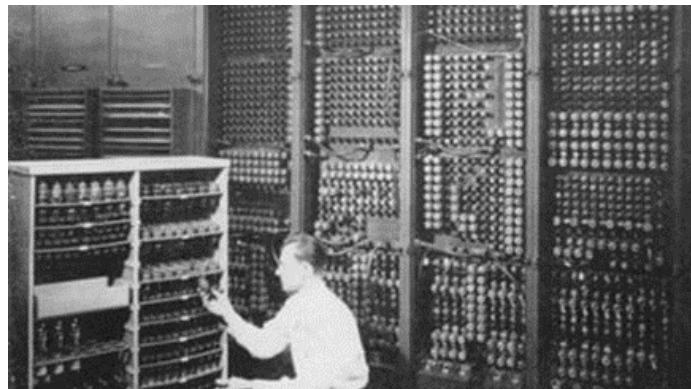
Metode ini memungkinkan peneliti untuk menggali bagaimana para ilmuwan dan praktisi teknologi mendokumentasikan praktik perakitan komputer dari waktu ke waktu, sehingga dapat ditarik gambaran yang lebih utuh mengenai evolusi teknologi tersebut. Selain itu, penggunaan sumber terbuka dan arsip akademik memastikan penelitian ini bersifat transparan, etis, dan dapat diverifikasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis teks penelitian, buku teknis, dan arsip digital menunjukkan pola evolusi perakitan komputer yang konsisten di seluruh generasi: dari proses manual, berorientasi perbaikan, menuju proses terstandarisasi, terotomasi, dan berorientasi produksi massal. Pemanfaatan teks penelitian memungkinkan penelusuran historis yang sistematis terhadap perkembangan perakitan komputer. Melalui analisis terhadap sumber-sumber akademik seperti karya Ziavras (n.d.) dalam History of Computation, wawancara Eckert (2006) dalam From ENIAC to Everyone, dan beberapa publikasi lanjutan yang membahas transisi antar generasi komputer, dapat diidentifikasi perubahan signifikan baik pada aspek komponen maupun teknik perakitan.

Awal Mula Perakitan Komputer Elektronik

Dari hasil analisis teks, komputer generasi pertama yang diwakili oleh ENIAC menjadi tonggak utama perkembangan sistem perakitan elektronik. Berdasarkan wawancara dengan J. Presper Eckert, ENIAC disusun dengan lebih dari 18.000 tabung vakum dan 1.500 relay yang dirakit secara manual menggunakan modul lepas-pasang (plug-in chassis) untuk memudahkan perbaikan.



Sumber gambar: upenn.edu

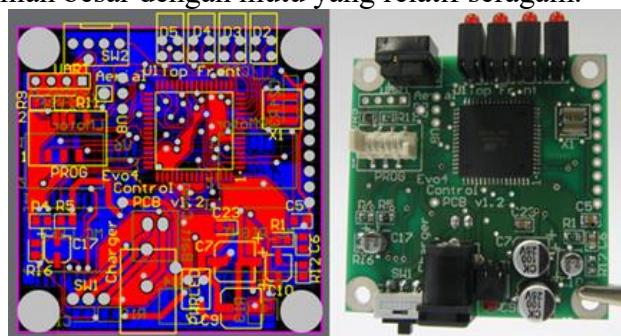
Perakitan ini menunjukkan awal mula konsep modularitas dalam desain komputer, di mana komponen disusun dalam unit-unit terpisah yang dapat diganti dengan cepat jika terjadi kerusakan.

Ziavras (n.d.) juga menegaskan bahwa pada masa ini, proses perakitan komputer masih sangat bergantung pada tenaga manusia dengan keterbatasan efisiensi energi dan ketahanan komponen. Namun demikian, inovasi dalam metode penyusunan sirkuit dan pengaturan tabung vakum menjadi dasar bagi perkembangan sistem elektronik generasi berikutnya.

Periode Transistor: Miniaturisasi dan Standarisasi Produksi

Masuknya transistor pada pertengahan abad ke-20 menandai titik balik dalam sejarah perakitan komputer. Berdasarkan telaah terhadap teks Ziavras (n.d.), penggantian tabung vakum dengan transistor memungkinkan komputer menjadi lebih kecil, lebih efisien, dan lebih tahan lama. Ziavras menyebut bahwa “the introduction of the transistor fundamentally changed the manufacturing process, leading to smaller, faster, and more reliable computer systems” (hlm. 12).

Melalui analisis literatur, dapat dipahami bahwa era transistor memperkenalkan standarisasi produksi dan desain modular industri. Komponen-komponen yang sebelumnya dipasang secara manual mulai dirakit pada papan sirkuit cetak (Printed Circuit Board/PCB), yang mempercepat proses produksi dan meminimalkan kesalahan manusia. Perubahan ini menjadi dasar munculnya sistem manufaktur terstruktur yang memungkinkan komputer diproduksi dalam jumlah besar dengan mutu yang relatif seragam.



Sumber gambar: wikipedia

Pendekatan berbasis teks memperlihatkan bahwa pada tahap ini, dunia industri mulai menempatkan proses perakitan sebagai bagian dari rantai nilai teknologi, bukan sekadar aktivitas teknis. Artinya, perkembangan komponen baru selalu diikuti dengan perubahan metode perakitan yang lebih efisien dan mudah diadaptasi oleh berbagai produsen.

Generasi IC dan Mikroprosesor: Awal Otomasi Perakitan

Memasuki generasi ketiga dan keempat, penggunaan sirkuit terpadu (Integrated Circuit/IC) dan mikroprosesor membawa revolusi dalam cara perakitan dilakukan. Dalam

teks Ziavras (n.d.), dijelaskan bahwa IC memungkinkan penggabungan banyak transistor dalam satu chip silikon, sehingga meningkatkan kecepatan, mengurangi ukuran, dan mempercepat perakitan.

Perubahan ini juga membuka jalan bagi otomasi perakitan, di mana mesin dan sistem robotik mulai mengambil alih sebagian besar pekerjaan manual. Penerapan VLSI (Very Large Scale Integration) memungkinkan jutaan transistor dirakit secara otomatis melalui proses mesin presisi tinggi. Analisis terhadap teks penelitian menunjukkan bahwa di sinilah perakitan komputer mulai beralih dari kegiatan eksperimental menjadi bagian dari proses manufaktur industri berskala besar.

Randall (2006) menegaskan bahwa walaupun peralatan dan metode berubah, prinsip dasar modularitas tetap bertahan sebagai roh dari desain komputer. Ia menulis bahwa “the enduring legacy of ENIAC lies not in its hardware, but in the modular and maintainable system design it inspired”. Kalimat ini menegaskan kesinambungan ide antara masa awal komputer dan sistem perakitan masa kini.

Teks penelitian dari berbagai jurnal juga menggambarkan bahwa mesin penempatan chip (pick-and-place), robot penyolderan, dan pengujian otomatis menjadi bagian rutin dari lini produksi, menggantikan hampir semua tahap manual.

Inovasi ini mengintegrasikan CPU dalam satu chip, menjadikan perakitan komputer lebih modular. Komponen seperti memori, input/output, dan prosesor dapat dipasang pada motherboard sebagai modul terpisah, yang memudahkan perakitan serta perbaikan (Ceruzzi, 2003). Era ini juga menandai munculnya komputer personal yang dirakit dalam skala besar dan dipasarkan ke masyarakat luas. Teknik perakitan menjadi lebih efisien karena industri mulai menggunakan sistem otomatisasi. Literatur ekonomi teknologi mencatat bahwa modularisasi menurunkan biaya per unit dan mempercepat penyebaran komputer ke pasar konsumen (Ceruzzi, 2003).

Era Globalisasi Industri: Contract Manufacturing dan Efisiensi Global

Salah satu aspek penting yang muncul dari literatur modern adalah keterlibatan model contract manufacturing (CM) atau electronics manufacturing services (EMS) dalam proses perakitan perangkat keras. Dalam jurnal Electronics Contract Manufacturing, Lüthje (2001) menjelaskan bahwa perusahaan-perusahaan kontrak kini menjalin hubungan dengan perusahaan pembuat merek (OEM) untuk menangani tugas inti perakitan, seperti printed circuit board assembly dan system assembly (“box build”), serta layanan desain, logistik, dan purna jual.

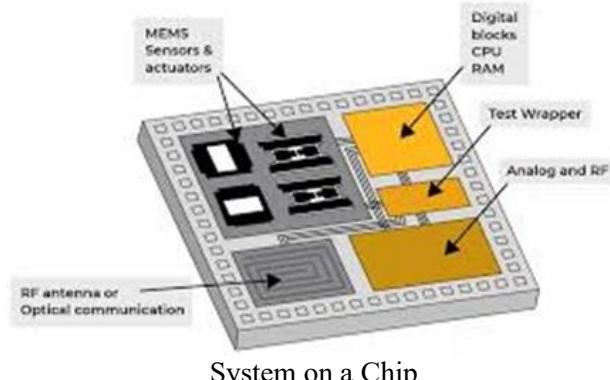
Analisis terhadap teks laporan ini menunjukkan bahwa globalisasi manufaktur telah menciptakan pembagian kerja internasional yang efisien, di mana proses perakitan dilakukan di berbagai negara dengan biaya lebih rendah, namun tetap mempertahankan standar kualitas tinggi. Model kontrak manufaktur juga mempercepat siklus produksi dan mendorong kolaborasi lintas batas antara desainer, pemasok komponen, dan pabrik perakitan.

Lebih lanjut, Lüthje (2001) menekankan bahwa perkembangan ini menciptakan “a network-based production system,” di mana koordinasi digital dan manajemen rantai pasok menjadi elemen utama keberhasilan perakitan global. Pemanfaatan teks penelitian semacam ini memungkinkan peneliti memahami bahwa evolusi perakitan komputer modern tidak hanya ditentukan oleh teknologi, tetapi juga oleh transformasi ekonomi dan struktur organisasi industri global.

Era modern: SoC, SMT, dan otomatisasi, kompleksitas yang mengaburkan perbatasan perakitan-desain

Teks penelitian modern, meliputi jurnal teknik, whitepaper manufaktur, dan dokumen industry, memfokuskan pada miniaturisasi ekstrem (SoC), teknologi pengepakan seperti

BGA, serta pergeseran hampir penuh ke surface-mount technology (SMT) dan lini produksi sangat otomatis.



System on a Chip

Sumber gambar: <https://www.ansys.com/>

Perkembangan teknologi semikonduktor membawa komputer ke era modern, di mana miliaran transistor dapat ditanamkan dalam sebuah chip tunggal (Hennessy & Patterson, 2019). Konsep sistem-on-chip (SoC) memungkinkan integrasi prosesor, memori, dan modul komunikasi dalam satu paket. Perakitan komputer modern lebih menekankan integrasi vertikal antara desain dan manufaktur, sehingga tidak hanya terbatas pada pemasangan komponen, tetapi juga rekayasa material dan fabrikasi chip.

Memasuki era kontemporer, teks penelitian terbaru menyoroti bahwa perakitan komputer kini bergantung pada otomasi digital, kecerdasan buatan (AI), dan desain berbantuan komputer (CAD/CAM). Sistem perakitan modern menggunakan robot presisi tinggi, sensor visual, dan algoritma pengendalian real-time untuk memastikan efisiensi dan akurasi maksimal.

Selain itu, konsep mass customization atau perakitan sesuai pesanan kini banyak diterapkan di industri komputer. Lüthje (2001) mencatat bahwa model “configure-to-order” memungkinkan produsen untuk menyesuaikan produk dengan kebutuhan pelanggan tanpa harus mengubah seluruh jalur produksi. Pendekatan ini memperlihatkan tingkat fleksibilitas yang belum pernah dicapai sebelumnya dalam sejarah perakitan komputer.

Melalui analisis teks, dapat disimpulkan bahwa perakitan komputer di era modern telah mencapai tingkat sinkronisasi teknologi dan informasi yang tinggi. Setiap tahap perakitan kini tidak hanya bergantung pada perangkat keras, tetapi juga pada integrasi perangkat lunak pengendali dan sistem basis data industri.

Aspek kualitas, pengujian, dan reliabilitas

Teks penelitian menempatkan pengujian dan kontrol kualitas sebagai elemen kunci sepanjang transisi generasi. (1) Metode pengujian evolutif. Dari pemeriksaan visual dan pengukuran analog pada generasi awal, evolusi menuju in-circuit testing (ICT), functional testing, boundary-scan (JTAG), automated optical inspection (AOI), dan X-ray inspection tercatat dalam literatur manufaktur. Setiap teknik muncul sebagai respons terhadap keterbatasan teknik sebelumnya (mis. keterbatasan inspeksi visual pada BGA). (2) Pengaruh pada rancangan produk. Desain modern mengadopsi prinsip Design for Testability (DFT) yang dijelaskan dalam banyak teks sebagai respons terhadap kebutuhan pengujian massal—mis. penambahan titik uji, jalur test bus, dan penggunaan standard test interfaces. (3) Reliabilitas & statistik kegagalan. Teks engineering menggunakan metodologi statistik (garment reliability metrics seperti MTBF) untuk merencanakan periode garansi, tapi juga menyoroti keterbatasan data historis terutama untuk teknologi baru yang belum memiliki kurva reliabilitas panjang.

Dokumentasi, arsip, dan peran teks penelitian sebagai bukti perkembangan perakitan komputer.

Salah satu temuan meta-analitis dari studi teks adalah fungsi ganda dokumen teknis. Selain menyimpan pengetahuan teknis, dokumen tersebut menjadi jejak perubahan praktik produksi. Jenis dokumentasi yang ditemukan dalam teks meliputi datasheet komponen, manual produksi, BOM, assembly drawings, reflow profile reports, dan whitepapers manufaktur. Semua jenis ini memberi perspektif berbeda — datasheet memberi informasi batasan teknis, sedangkan manual produksi/whitepaper memberi wawasan pada prosedur operasional pabrik.

Bias sumber, Teks industri (whitepaper perusahaan) cenderung menonjolkan keunggulan teknologi mereka; jurnal akademik lebih menekankan prinsip ilmiah. Keduanya saling melengkapi, tetapi peneliti harus menyadari bias produksi dan tujuan publikasi.

Nilai arsip paten. Patents sering mengandung rincian teknis tentang metode pengepakan atau proses perakitan; oleh karena itu, arsip paten merupakan sumber penting yang kadang-kadang lebih terperinci dibanding artikel populer atau whitepaper.

Secara keseluruhan, teks penelitian menyediakan rekaman yang memungkinkan penelusuran evolusi teknik perakitan dari tingkat komponen hingga proses pabrik.

Refleksi Teoretis: Peran Teks Penelitian dalam Analisis Historis

Pemanfaatan teks penelitian sebagai sumber utama dalam kajian ini membuktikan bahwa dokumen ilmiah memiliki nilai lebih dari sekadar catatan teknis; ia menjadi sumber epistemologis untuk memahami arah perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Melalui metode analisis isi sebagaimana dijelaskan oleh Supriatna, Sunarsi, dan Permatasari (2025), peneliti dapat “menggali makna di balik fenomena melalui interpretasi teks yang mendalam dan kontekstual”.

Pendekatan ini memberikan pemahaman yang lebih luas bahwa sejarah perakitan komputer bukan hanya catatan teknis, tetapi juga refleksi dari budaya inovasi, perubahan paradigma industri, dan kolaborasi lintas disiplin yang terdokumentasi dalam literatur akademik. Dengan demikian, teks penelitian berfungsi sebagai jejak ilmiah yang memungkinkan kita merekonstruksi perjalanan teknologi dari eksperimen sederhana menuju sistem produksi berteknologi tinggi.

Seperi halnya bahasa Indonesia yang berperan dalam merekonstruksi sejarah, teks penelitian dalam bidang teknologi juga berfungsi sebagai alat interpretasi terhadap perkembangan ilmu. Menurut Maulana, Prasasti, Tarigan, Natasha, dan Piliang (2025), bahasa memiliki kemampuan untuk membentuk cara pandang dan interpretasi kita terhadap peristiwa masa lalu, sehingga pemilihan istilah dan gaya penulisan dalam penelitian berpengaruh terhadap pemahaman historis dan ilmiah suatu bidang. Dengan demikian, penggunaan teks penelitian dalam kajian perkembangan komputer dapat dianggap sebagai bentuk “rekonstruksi sejarah teknologi” melalui bahasa ilmiah yang sistematis.

Ringkasan bagian Hasil & Pembahasan

Secara ringkas, hasil analisis teks menunjukkan bahwa evolusi perakitan komputer tumbuh dari kebutuhan teknis (miniaturisasi, efisiensi), kemampuan manufaktur (fabrikasi IC, mesin SMT), dan tekanan pasar (produksi massal, biaya). Teks penelitian merekam perubahan-perubahan ini dalam bentuk datasheet, manual produksi, standar, dan artikel ilmiah, dimana masing-masing memberikan potongan bukti yang jika disintesis, menghasilkan gambaran menyeluruh tentang transformasi perakitan dari generasi awal hingga era modern. Berikut Adalah alur dari Era perkembangan perakitan Komputer:

Tahun	Perkembangan perakitan
1940-1950	Tabung Vakum dan Kompleksitas Perakitan
1950	Generasi Kedua: Transistor dan Efisiensi Perakitan
1964-1971	Generasi Ketiga: Integrated Circuit (IC) dan Standardisasi
1971-1980	Generasi Keempat: Mikroprosesor dan Modularisasi Perakitan
1990-sekarang	Era modern: SoC, SMT, dan otomatisasi, kompleksitas yang mengaburkan perbatasan perakitan-desain

KESIMPULAN

Perjalanan panjang perkembangan perakitan komputer menunjukkan bahwa transformasi teknologi bukan hanya ditentukan oleh penemuan komponen baru, melainkan juga oleh evolusi metode perakitan, dokumentasi, serta standarisasi produksi. Dari generasi pertama dengan tabung vakum yang rumit, menuju transistor yang lebih efisien, lalu ke IC yang membuka jalan bagi standardisasi industri, hingga mikroprosesor dan sistem modern berbasis SoC dan otomatisasi, setiap tahap mencerminkan semakin eratnya keterkaitan antara inovasi ilmiah, praktik manufaktur, dan kebutuhan pasar.

Secara keseluruhan, evolusi perakitan komputer tidak hanya merefleksikan kemajuan teknologi, tetapi juga mencerminkan interaksi dinamis antara ilmu pengetahuan, industri, dan kebutuhan sosial-ekonomi. Pemahaman ini memberi pelajaran bahwa inovasi teknologi masa depan, seperti komputasi kuantum dan kecerdasan buatan, akan sangat bergantung pada kesinambungan dokumentasi penelitian dan kemampuan meramu pengetahuan teknis menjadi praktik industri yang berkelanjutan.

Pemanfaatan teks penelitian terbukti sangat penting sebagai rekaman kolektif pengetahuan. Teks-teks tersebut tidak hanya mendokumentasikan perubahan teknis, tetapi juga berperan sebagai media transfer pengetahuan antar generasi, sumber validasi historis, dan alat prediksi arah perkembangan teknologi. Dalam konteks historiografi teknologi, teks penelitian berfungsi ganda: sebagai bukti perkembangan empiris sekaligus penunjuk arah masa depan melalui analisis tren inovasi.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan teks penelitian bukan sekadar sarana dokumentasi sejarah teknologi, tetapi juga instrumen ilmiah yang mampu mengungkap arah perkembangan dan transformasi teknis dalam industri komputer. Melalui pendekatan ini, pemahaman mengenai evolusi teknologi dapat diperoleh secara sistematis dan objektif tanpa harus melakukan eksperimen langsung di lapangan.

Tentunya, kebahasaan dan sistematika penulisan dalam teks laporan penelitian juga harus diperhatikan, agar audiens dapat memahami pemaparan pembahasan dengan baik dan tepat arahnya. Sejalan dengan pandangan Lubis, Prasasti, Pratama, Khalizah, dan Raunaq (2025), bahasa tidak hanya menjadi sarana komunikasi, tetapi juga berperan sebagai medium untuk membangun narasi dan identitas keilmuan. Dalam konteks penelitian teknologi komputer, bahasa ilmiah berfungsi memperkuat pemahaman kolektif dan memperluas literasi sejarah perkembangan teknologi di kalangan akademisi dan masyarakat umum.

DAFTAR PUSTAKA

- Ceruzzi, P. E. (2003). *A History of Modern Computing*. MIT Press.
- Lubis, S., Prasasti, T. I., Pratama, D., Khalizah, N., & Raunaq, U. S. (2025). Membangkitkan Sejarah Melalui Sastra: Peran Bahasa Indonesia dalam Narasi Bangsa. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 7(2).
- Lüthje, B. (2001). Electronics contract manufacturing: Global production and the international division of labor in the electronics industry (BRIE Working Paper No. 138). Berkeley Roundtable on the International Economy, University of California, Berkeley.
- Maulana, A., Prasasti, T. I., Tarigan, G. P., Natasha, K. N., & Piliang, P. H. (2025). Bahasa Indonesia sebagai Sarana Rekonstruksi dan Interpretasi Sejarah: Kajian dalam Pembelajaran dan Literasi Sejarah. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 7(2).
- Randall, A. (2006). From ENIAC to everyone: An interview with J. Presper Eckert. University of Pennsylvania Archives.
- Supriyatna, A., Sunarsi, D., & Permatasari, R. I. (2025). Buku ajar metode penelitian kualitatif. Malang: PT Literasi Nusantara Abadi Grup.
- Ziavras, S. G. (n.d.). History of computation. Stevens Institute of Technology.