Jitu: Jurnal Informatika Utama
Vol. 4, No. 1. Tahun 2026
e-ISSN 2988-7631
Hal: 27-32

PERSPEKTIF TENTANG TEORI KOMPUTER KUANTUM

Afrizal Zein
Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pamulang, Banten, Indonesia
dosen01495@unpam.ac.id

ABSTRAK

Teori komputer kuantum merupakan perkembangan penting dalam bidang Ilmu Komputer dan Fisika Kuantum yang menawarkan pendekatan baru dalam pemrosesan informasi. Berbeda dengan komputer klasik yang berbasis bit, komputer kuantum menggunakan qubit yang memanfaatkan prinsip Superposisi dan Keterikatan Kuantum untuk meningkatkan kemampuan komputasi. Dari perspektif dalam, teori komputer kuantum berfokus pada konsep fundamental seperti qubit, gerbang kuantum, serta algoritma kuantum yang mampu menyelesaikan permasalahan kompleks secara lebih efisien dibandingkan metode konvensional. Sementara itu, dari perspektif tentang (eksternal), teknologi ini dipandang sebagai inovasi disruptif yang memiliki potensi besar dalam berbagai bidang, seperti kriptografi, optimasi, dan kecerdasan buatan. Namun demikian, implementasi komputer kuantum masih menghadapi berbagai tantangan, termasuk masalah stabilitas sistem, tingkat kesalahan yang tinggi, serta keterbatasan teknologi perangkat keras. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan untuk mengoptimalkan pengembangan dan penerapan teknologi ini. Dengan memahami perspektif dalam dan tentang teori komputer kuantum, diharapkan dapat memberikan wawasan yang komprehensif mengenai konsep dasar, potensi, serta tantangan yang dihadapi dalam pengembangannya di masa depan.
Keywords: Komputer Kuantum, Qubit, Superposisi, Keterikatan Kuantum, Algoritma Kuantum, Teknologi Disruptif.

ABSTRACT

Quantum computing theory represents a significant development in the fields of Computer Science and Quantum Physics, offering a novel approach to information processing. Unlike classical computers that rely on bits, quantum computers utilize qubits – leveraging the principles of superposition and quantum entanglement – to enhance computational capabilities. From an internal perspective, the theory focuses on fundamental concepts such as qubits, quantum gates, and quantum algorithms capable of solving complex problems more efficiently than conventional methods. Meanwhile, from an external perspective, this technology is viewed as a disruptive innovation with immense potential across various fields, including cryptography, optimization, and artificial intelligence. Nevertheless, the implementation of quantum computers faces numerous challenges, such as system stability issues, high error rates, and hardware limitations. Consequently, further research is required to optimize the development and application of this technology. Understanding both the internal and external perspectives of quantum computing theory is expected to provide comprehensive insight into the fundamental concepts, potential, and challenges associated with its future development.

Creative Commons Attribution 4.0 International License

Keywords: Quantum Computer, Qubit, Superposition, Quantum Entanglement, Quantum Algorithm, Disruptive Technology.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi komputasi telah mengalami transformasi signifikan sejak diperkenalkannya komputer klasik hingga munculnya paradigma baru yang dikenal sebagai komputer kuantum. Komputer klasik yang berbasis sistem biner (bit) memiliki keterbatasan dalam menyelesaikan permasalahan kompleks tertentu, terutama yang melibatkan perhitungan berskala besar dan kombinatorial. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, lahirlah konsep komputer kuantum yang menggabungkan prinsip-prinsip dari Ilmu Komputer dan Fisika Kuantum sebagai dasar pengembangannya.

Secara fundamental, komputer kuantum memanfaatkan unit informasi yang disebut qubit, yang berbeda dengan bit pada komputer klasik. Qubit memiliki kemampuan untuk berada dalam lebih dari satu keadaan secara bersamaan melalui konsep Superposisi, serta dapat saling terhubung melalui fenomena Keterikatan Kuantum. Kedua prinsip ini memungkinkan komputer kuantum untuk melakukan pemrosesan data secara paralel dalam skala yang jauh lebih besar dibandingkan komputer konvensional (Nielsen & Chuang, 2010).

Dari perspektif dalam, teori komputer kuantum berfokus pada struktur dan mekanisme internal yang membangun sistem komputasi tersebut. Hal ini mencakup kajian mengenai representasi qubit, operasi melalui gerbang kuantum, serta pengembangan algoritma kuantum seperti algoritma Shor dan Grover yang menunjukkan keunggulan signifikan dibandingkan algoritma klasik dalam kasus tertentu (Shor, 1994; Grover, 1996). Perspektif ini menekankan pada aspek matematis dan fisik yang menjadi fondasi utama dalam memahami cara kerja komputer kuantum.

Sementara itu, dari perspektif tentang (eksternal), teori komputer kuantum dipandang sebagai inovasi revolusioner yang berpotensi mengubah berbagai sektor industri dan keilmuan. Dalam bidang keamanan informasi, komputer kuantum dapat mengancam sistem kriptografi konvensional, namun juga membuka peluang bagi pengembangan kriptografi kuantum yang lebih aman. Selain itu, dalam bidang kecerdasan buatan, optimasi, dan simulasi material, teknologi ini diyakini mampu memberikan solusi yang sebelumnya sulit dicapai dengan komputer klasik (Preskill, 2018).

Meskipun memiliki potensi yang sangat besar, pengembangan komputer kuantum masih menghadapi berbagai tantangan teknis yang signifikan. Masalah seperti decoherence, noise, serta keterbatasan dalam pengembangan perangkat keras kuantum menjadi hambatan utama dalam implementasi praktisnya. Oleh karena itu, diperlukan penelitian berkelanjutan untuk mengatasi kendala tersebut serta menjembatani kesenjangan antara teori dan aplikasi nyata.

Berdasarkan uraian tersebut, penting untuk memahami teori komputer kuantum tidak hanya dari sisi internalnya, tetapi juga dari perspektif eksternal yang melihat dampak dan implikasinya secara luas. Dengan demikian, kajian mengenai perspektif

Creative Commons Attribution 4.0 International License

dalam dan tentang teori komputer kuantum diharapkan dapat memberikan pemahaman yang komprehensif serta menjadi dasar bagi pengembangan teknologi komputasi di masa depan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi literatur (library research) untuk mengkaji secara mendalam konsep serta perkembangan teori komputer kuantum dari perspektif internal dan eksternal. Pendekatan ini dipilih karena objek kajian berupa konsep teoritis yang berkembang dalam bidang Ilmu Komputer dan Fisika Kuantum.

2.1. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian deskriptif kualitatif yang bertujuan untuk memberikan gambaran sistematis mengenai teori komputer kuantum. Pendekatan deskriptif digunakan untuk menjelaskan konsep dasar seperti qubit, Superposisi, dan Keterikatan Kuantum, serta implikasinya dalam pengembangan teknologi komputasi modern.

2.2. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari berbagai sumber, antara lain:

a. Buku teks akademik yang membahas teori komputer kuantum
b. Artikel jurnal ilmiah bereputasi
c. Prosiding konferensi internasional
d. Laporan penelitian dan publikasi institusi terkait

Beberapa referensi utama mencakup karya ilmiah yang membahas algoritma kuantum, komputasi kuantum, serta penerapannya dalam berbagai bidang.

2.3. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui studi dokumentasi, yaitu dengan mengidentifikasi, mengkaji, dan mengumpulkan literatur yang relevan dengan topik penelitian. Proses ini meliputi seleksi sumber berdasarkan kredibilitas, relevansi, serta kontribusinya terhadap pembahasan perspektif dalam dan tentang teori komputer kuantum.

2.4. Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan metode analisis isi (content analysis). Tahapan analisis meliputi:

a. Reduksi data, yaitu memilah informasi yang relevan dengan fokus penelitian
b. Kategorisasi data berdasarkan perspektif internal dan eksternal
c. Interpretasi data untuk memahami hubungan antar konsep serta implikasi teoritisnya

Dalam perspektif internal, analisis difokuskan pada struktur dasar komputer kuantum, seperti representasi qubit, gerbang logika kuantum, dan algoritma kuantum. Sementara itu, dalam perspektif eksternal, analisis diarahkan pada dampak, potensi, serta tantangan penerapan komputer kuantum dalam berbagai bidang.

2.5. Validitas Data

Creative Commons Attribution 4.0 International License

Untuk menjaga validitas data, penelitian ini menggunakan teknik triangulasi sumber, yaitu membandingkan berbagai referensi dari sumber yang berbeda. Selain itu, hanya literatur yang telah melalui proses peer-review atau berasal dari penerbit terpercaya yang digunakan sebagai acuan utama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perspektif Dalam Teori Komputer Kuantum

Hasil kajian menunjukkan bahwa dari perspektif internal, teori komputer kuantum dibangun atas prinsip dasar dalam Fisika Kuantum yang diadaptasi ke dalam sistem komputasi modern. Unit dasar yang digunakan adalah qubit, yang memiliki karakteristik berbeda dari bit klasik karena mampu berada dalam kondisi 0 dan 1 secara bersamaan melalui konsep Superposisi.

Selain itu, fenomena Keterikatan Kuantum memungkinkan dua atau lebih qubit saling terhubung sehingga perubahan pada satu qubit dapat memengaruhi qubit lainnya secara langsung, meskipun terpisah jarak. Hal ini memberikan keunggulan dalam pemrosesan informasi secara paralel dan efisien.

Dalam implementasinya, operasi komputasi dilakukan melalui gerbang kuantum (quantum gates) yang memanipulasi keadaan qubit. Berbeda dengan gerbang logika klasik, gerbang kuantum bersifat reversibel dan bekerja berdasarkan prinsip probabilistik. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa algoritma kuantum seperti Shor dan Grover mampu memberikan percepatan signifikan dibandingkan algoritma klasik dalam kasus tertentu, terutama dalam faktorisasi bilangan besar dan pencarian data tidak terstruktur.

Namun demikian, dari perspektif internal juga ditemukan berbagai keterbatasan, seperti fenomena decoherence yang menyebabkan hilangnya informasi kuantum akibat interaksi dengan lingkungan, serta tingkat kesalahan (error rate) yang masih tinggi dalam sistem komputasi kuantum saat ini.

3.2. Perspektif Tentang (Eksternal) Teori Komputer Kuantum

Dari perspektif eksternal, hasil penelitian menunjukkan bahwa komputer kuantum dipandang sebagai teknologi disruptif dalam bidang Ilmu Komputer. Potensinya sangat besar dalam berbagai sektor, termasuk keamanan informasi, optimasi, dan kecerdasan buatan.

Dalam bidang kriptografi, komputer kuantum berpotensi memecahkan sistem enkripsi klasik seperti RSA, yang saat ini banyak digunakan dalam keamanan digital. Namun di sisi lain, teknologi ini juga mendorong pengembangan kriptografi kuantum yang lebih aman dan tahan terhadap serangan komputasi tingkat tinggi.

Selain itu, dalam bidang simulasi molekuler dan material, komputer kuantum memungkinkan pemodelan sistem kompleks yang sulit diselesaikan oleh komputer klasik. Hal ini membuka peluang besar dalam pengembangan obat, material baru, serta inovasi teknologi lainnya.

Namun, perspektif eksternal juga menyoroti tantangan besar dalam adopsi teknologi ini, seperti biaya pengembangan yang tinggi, kebutuhan infrastruktur khusus, serta keterbatasan sumber daya manusia yang memiliki keahlian di bidang komputasi kuantum. Selain itu, masih terdapat kesenjangan antara teori dan implementasi praktis yang perlu diatasi melalui penelitian lanjutan.

Creative Commons Attribution 4.0 International License

3.3. Sintesis Perspektif Dalam dan Eksternal

Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa perspektif dalam dan eksternal saling melengkapi dalam memahami teori komputer kuantum secara menyeluruh. Perspektif internal memberikan pemahaman mendalam mengenai mekanisme dan prinsip kerja sistem, sedangkan perspektif eksternal menyoroti dampak, peluang, dan tantangan penerapannya di dunia nyata.

Keterkaitan antara kedua perspektif ini menunjukkan bahwa keberhasilan pengembangan komputer kuantum tidak hanya bergantung pada kemajuan teori dan teknologi, tetapi juga pada kesiapan ekosistem yang mendukung implementasinya. Oleh karena itu, diperlukan sinergi antara penelitian teoritis dan pengembangan aplikasi praktis agar potensi komputer kuantum dapat dimanfaatkan secara optimal.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa teori komputer kuantum merupakan perkembangan penting dalam integrasi antara Ilmu Komputer dan Fisika Kuantum yang menghadirkan paradigma baru dalam pemrosesan informasi.

Dari perspektif dalam, komputer kuantum dibangun atas konsep dasar seperti qubit, Superposisi, dan Keterikatan Kuantum yang memungkinkan pemrosesan data secara paralel dan lebih efisien dibandingkan komputer klasik. Selain itu, penggunaan algoritma kuantum menunjukkan potensi percepatan komputasi yang signifikan pada permasalahan tertentu.

Sementara itu, dari perspektif tentang (eksternal), komputer kuantum dipandang sebagai teknologi disruptif yang memiliki dampak luas dalam berbagai bidang, seperti kriptografi, kecerdasan buatan, dan simulasi ilmiah. Namun, pengembangannya masih menghadapi berbagai tantangan, termasuk keterbatasan perangkat keras, stabilitas sistem, serta kesenjangan antara teori dan implementasi praktis.

Dengan demikian, pemahaman yang komprehensif terhadap kedua perspektif ini sangat penting untuk mendukung pengembangan dan pemanfaatan teknologi komputer kuantum di masa depan.

REFERESI

Adrian Cho, A. (2018). IBM's quantum computer advances. Science, 360(6385), 113–115.

Aram W. Harrow, A. W., & Ashley Montanaro, A. (2017). Quantum computational supremacy. Nature, 549, 203–209.

Daniel Gottesman, D. (1997). Stabilizer codes and quantum error correction. arXiv preprint quant-ph/9705052.

David Deutsch, D. (1985). Quantum theory, the Church–Turing principle and the universal quantum computer. Proceedings of the Royal Society A, 400(1818), 97–117.

Eleanor G. Rieffel, E. G., & Wolfgang H. Polak, W. H. (2011). Quantum computing: A gentle introduction. MIT Press.

John Preskill, J. (2018). Quantum computing in the NISQ era and beyond. Quantum, 2, 79.

Creative Commons Attribution 4.0 International License

Lov Grover, L. K. (1996). A fast quantum mechanical algorithm for database search. Proceedings of the ACM Symposium on Theory of Computing, 212–219.

Mark M. Wilde, M. M. (2017). Quantum information theory (2nd ed.). Cambridge University Press.

Michael A. Nielsen, M. A., & Isaac L. Chuang, I. L. (2010). Quantum computation and quantum information (10th anniversary ed.). Cambridge University Press.

Michel Le Bellac, M. (2006). A short introduction to quantum information and quantum computation. Cambridge University Press.

Noson S. Yanofsky, N. S., & Mirco A. Mannucci, M. A. (2008). Quantum computing for computer scientists. Cambridge University Press.

Peter W. Shor, P. W. (1994). Algorithms for quantum computation: Discrete logarithms and factoring. Proceedings of the IEEE Symposium on Foundations of Computer Science, 124–134.

Phillip Kaye, P., Raymond Laflamme, R., & Michele Mosca, M. (2007). An introduction to quantum computing. Oxford University Press.

Richard P. Feynman, R. P. (1982). Simulating physics with computers. International Journal of Theoretical Physics, 21(6–7), 467–488.

Samuel J. Lomonaco, S. J. (2002). A Rosetta stone for quantum mechanics with an introduction to quantum computation. Proceedings of Symposia in Applied Mathematics, 58, 3–51.

Scott Aaronson, S. (2013). Quantum computing since Democritus. Cambridge University Press.

Seth Lloyd, S. (1996). Universal quantum simulators. Science, 273(5278), 1073–1078.

Sunardi, D., Zein, A., & Rozali, C. (2025). Implementasi Metode Weighted Product (WP) Sistem Penunjang Keputusan Da-lam Menentukan Prestasi Dosen Tebaik Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pamulang. *Jurnal Informatika Utama*, *3*(1), 32-41.

Thomas G. Wong, T. G. (2022). Introduction to classical and quantum computing. Springer.

Creative Commons Attribution 4.0 International License