TEKNOVASI - Jurnal Harian Science dan Teknologi News Portal

Kategori: Sains & Teknologi | Tanggal: 15 Agustus 2026

Ditulis oleh AI, dan validasi redaksi oleh Wawan Setiawan

Profil Redaksi: https://linktr.ee/aguswahyubudisetiawan

Afiliasi Korporat: Konsultan TJLink - https://tjlink.id

My Gem's Deep Research:

My Gem's Deep Research

Sponsor: https://tjlink.id

Mesin Kalor Kuantum Superkonduktor Pertama di Dunia Berhasil Diciptakan, Buka Jalan Komputer Kuantum Skala Masif

ESPOO, 15 Agustus 2026 — Tim fisikawan terkemuka dari Aalto University, Finlandia, berhasil mencatatkan sejarah baru dalam fisika eksperimental dengan mendemonstrasikan mesin kalor kuantum siklik (*cyclic quantum heat engine*) pertama di dunia pada sirkuit superkonduktor. Mesin berukuran nano ini mampu mengonversi energi termal pada temperatur mendekati nol mutlak (−273°C) menjadi kerja bermanfaat (*useful work*), memecahkan salah satu hambatan terbesar dalam ekspansi komputer kuantum skala masif.

Lead Berita (5W+1H)

- **Who (Siapa):** Tim peneliti dari Departemen Fisika Terapan Aalto University yang dipimpin

oleh Prof. Mikko Möttönen bersama peneliti utama Tuomas Uusnäkki.

- **What (Apa):** Membangun dan mengoperasikan mesin kalor kuantum superkonduktor pertama yang menerapkan siklus termodinamika Otto pada sistem qubit.
- **Where (Di mana):** Espoo, Finlandia (Aalto University).**
- **When (Kapan): Dipublikasikan secara resmi di jurnal internasional *Nature Communications* pada pertengahan Agustus 2026.**
- **Why (Mengapa): Peningkatan kapasitas komputer kuantum menuju puluhan hingga ratusan ribu qubit terancam terhenti akibat penumpukan kabel transmisi mikrogelombang yang menghasilkan panas dan gangguan derau (*noise*).**
- **How (Bagaimana): Mengintegrasikan transmon qubit dengan resonator dan pendingin sirkuit kuantum (*quantum-circuit refrigerator*) yang secara bergantian memanaskan dan mendinginkan qubit melalui pulsa kendali presisi tinggi.**

Latar Belakang Inovasi: Memadukan Mekanika Kuantum dan Termodinamika

Sejak era Revolusi Industri, mesin kalor konvensional seperti mesin uap James Watt maupun mesin pembakaran dalam bekerja mengubah energi panas menjadi energi gerak mekanik berdasarkan hukum termodinamika klasik. Namun, ketika sistem diperkecil hingga level atomik di mana efek superposisi dan keterbelitan kuantum (*quantum entanglement*) mendominasi, hukum termodinamika konvensional menghadapi paradigma baru.
Pada komputer kuantum superkonduktor modern, prosesor harus dijaga pada suhu mendekati nol mutlak di dalam *dilution refrigerator*. Setiap penambahan qubit membutuhkan kabel kontrol gelombang mikro yang mengalirkan panas dari luar ke dalam ruang kriogenik, menciptakan kemacetan termal yang membatasi jumlah qubit.

Analisis Teknis: Replikasi Siklus Otto pada Skala Nanometer

Dalam riset yang dilaporkan melalui publikasi ScienceDaily, para peneliti Aalto University merekayasa sirkuit superkonduktor terintegrasi:

1. **Transmon Qubit sebagai Inti Kerja: Qubit superkonduktor jenis transmon bertindak sebagai fluida kerja mikroskopis yang menyerap dan melepaskan energi kuantum.**
2. **Pendingin Kuantum Multifungsi: Menggunakan *quantum-circuit refrigerator* tunggal yang dapat diprogram secara dinamis untuk berperan ganda sebagai reservoir panas (*hot bath*) maupun reservoir dingin (*cold bath*).**
3. **Operasi Siklus Otto 4 Tahap: Melalui pulsa pengendali terorkestrasi, qubit diekspansi dan dikompresi secara kuantum, membuktikan terjadinya transfer energi positif (*work extraction*) dari fluks panas mikroskopis.**

Potensi Dampak Masa Depan & Industri Komputasi Kuantum

Keberhasilan eksperimen ini diproyeksikan membawa dampak revolusioner pada arsitektur perangkat keras kuantum generasi mendatang:

- **Otonomi Komponen di Dalam Cryostat: Mesin kalor kuantum ini di masa depan dapat beroperasi secara otonom di dalam pendingin kriogenik, menghasilkan daya atau memanipulasi sinyal kendali secara lokal tanpa bergantung pada kabel eksternal yang tebal.**
- **Skalabilitas Komputer Kuantum Masif: Membuka jalan bagi integrasi 10.000 hingga 100.000 qubit dalam satu sistem dengan mereduksi kebutuhan kabel mikrogelombang yang mahal dan bising.**
- **Fondasi Termodinamika Kuantum: Membuka pintu eksperimen baru untuk memahami batas efisiensi energi teoritis pada skala atomik dan pengembangan nanoteknologi berdaya mandiri.**

Sumber Berita & Referensi Utama:

*** Laporan Riset Publikasi: ScienceDaily - World's first superconducting quantum heat engine could help unlock massive quantum computers**

*** Jurnal Ilmiah: *Nature Communications* (Aalto University, Finland)**