**WEEK 4 – Kelas Pengganti: Quantum Computing (7/2/2025)**

Komputer:

Beragam bentuk (cloud, laptop, smarthphone, sistem logistik)

Semuanya memiliki kesamaan: proses pengolahan dari input informasi menjadi output informasi dengan menggunakan himpunan instruksi (algoritma).

Computer evolution:

* Hunter-gatherer: Tally Sticks
* Agricultural (neolithic) revolution: Abacus
* 1st industrial (mechanical) revolution: mechanical calculator
* 2nd industrial (electrical) revolution: electronic calculator
* 3rd industrial (digital) revolution: personal computer
* 4th industrial (internet) revolution: cloud computer.

Development of Information Technology

* Abad 19 (electromagnetism)
* Abad 20 (information theory) bagaimana menyimpan info
* Abad 21 (IT industry): google, amazon [Max plank: quantum theory]

Small Steps in Technology

* Transistor pertama (1947)
* 70 tahun kemudian: 1 prosesor memiliki miliaran transistor

Salah satu yang popular saat ini: Superconducting Qubits, Trapped Ions, .

IBM Superconducting Transmons (5-qubits Falcon)

Quantum oscillator.

Suhu yang rendah, sifat kuantumnya bisa bergerak searah jarum jam (ini disebut dengan properti quantum, super position).

Klasik vs kuantum

Komputer klasik

Input 🡪 algorithm 🡪 classical noise + output 🡪 interpretation

Komputer kuantum

Input 🡪 algorithm 🡪 Collapsed to classical bit 🡪 …

Superposition

* Qubit = kombinasi linear dari semua possible ..

Gates

* Gates = operasi yang dapat merubah state qubit
* Beberapa kombinasi gates akan membentuk circuit

Measurement

* Collapse of state
* Antara menangkap sinyal 0 dengan peluang alpha kuadrat atau 1 dengan peluang beta kuadrat

Multiqubit system

* Tensor product

Quantum computers = bisa mengakses semua kemungkinan jalan.

**Quantum supremacy**

Algoritma untuk menebak PIN

Algioritma

Informasi akan ditransformasi jadi kode yang tidak bisa dikenali (encrypt) dan decrypt dari bank. Proses ini bisa jebol menggunakan integer factorization.

Keunggulan komputer kuantum

* Superposisi
* Non-local (spooky action at distant)
* Kapasitas (peningkatan kompleksitas eksponensial):

Aplikasi:

1. Drug discovery: penemuan obat baru
2. Logistics optimization: optimisasi logistic, terutama untuk banyak kota. (bisa untuk rute: traveling salesman problem, menentukan jalur pesawat, scheduling, bisa untuk finance: dari semua kemungkinan saham mana yang resikonya paling kecil).
3. Quantum teleportation (protokol: untuk mentransfer qubit, alice dan bob harus menggunakan pihak ketiga untuk mengirim entangled qubit pair. Sehingga ketika alice dan bob melakukan operasi pada qubit masing-masing, maka qubit alice akan berpindah ke bob): **kalau ini bisa terjadi, terbentuk quantum internet yang lebih aman karena dilindungi dengan kriptografi kuantum.**
4. Quantum internet (memungkinkan sistem komunikasi …)
5. Quantum cryptography (pernah digunakan untuk mengamankan proses pemilu di swiss, mustahil untuk dijebol karena harus mengubah hukum fisika misalnya hukum gravitasi, dll).
6. Quantum data center ()
7. Quantum Machine Learning (machine learning dengan komputasi kuantum)