



Artikel Penelitian

Article history:

Received 22 November,
2023
Revised 3 December 2023
Accepted 3 December 2023

Kata Kunci:

Teknologi;
Komputasi;
Terinspirasi Otak

Keywords:

Technology;
Computing;
Brain Inspired

INDEXED IN

SINTA - Science and
Technology Index
Crossref
Google Scholar
Garba Rujukan Digital: Garuda

**CORRESPONDING
AUTHOR**

Elmi Rahmawati
Prodi, Fakultas, Universitas,
Negara

EMAIL

elmi_rahmawati@UPIYPTK.AC.ID

OPEN ACCESS

E ISSN 2623-2022

Komputasi Terinspirasi Otak*Brain Inspired Computation***Elmi Rahmawati^{1*}, Devi Syukri Azhari², Vivi Puspita Sari³**¹Universitas Putra Indonesia YPTK Padang| email elmi_rahmawati@UPIYPTK.AC.ID²Universitas Putra Indonesia YPTK Padang| email devisyukri@UPIYPTK.AC.ID³Universitas Putra Indonesia YPTK Padang| email vivipuspitasari@UPIYPTK.AC.ID

Abstrak: Teknologi komputasi baru yang diinspirasi oleh otak menjanjikan perubahan fundamental dalam cara memproses data. Ini akan meningkatkan efisiensi energi dan memungkinkan kita untuk menangani jumlah data yang terus meningkat yang tidak terstruktur dan berisik yang kita hasilkan. Untuk mewujudkan janji ini, komunitas penelitian yang berbeda harus bekerja sama untuk membuat rencana yang berani dan terkoordinasi, serta mendapatkan dana, fokus, dan dukungan yang diperlukan. Di masa lalu, kami telah melakukan hal ini melalui teknologi digital, dan sekarang kami sedang melakukannya melalui teknologi kuantum. Bisakah kita sekarang melakukannya melalui komputasi yang terinspirasi dari otak.

Abstract: New brain-inspired computing technology promises a fundamental change in the way we process data. It will improve energy efficiency and enable us to handle the ever-increasing amount of unstructured and noisy data that we produce. To realize this promise, different research communities must work together to create a bold and coordinated plan, as well as obtain the funding, focus, and support needed. In the past, we've done this through digital technology, and now we're doing it through quantum technology. Can we now do it through brain inspired computing.

Jurnal Kolaboratif Sains (JKS)

Doi: 10.56338/jks.v6i12.4412

Pages: 1752-1761

LATAR BELAKANG

Komputasi seperti otak menggabungkan teknik komputasi tradisional dengan ide komputasi dan kognitif, prinsip dan model yang terinspirasi oleh otak manusia untuk membangun sistem informasi cerdas, untuk digunakan dalam kehidupan kita sehari-hari. Pemrosesan gambar dan ucapan, pemisahan sinyal buta, perencanaan dan desain kreatif, pengambilan keputusan, kontrol adaptif, akuisisi pengetahuan, dan penambahan basis data, hanyalah beberapa area di mana komputasi seperti otak diterapkan. Semakin banyak yang diketahui tentang fungsi otak, semakin cerdas sistem informasinya. Pemodelan pikiran dan kesadaran adalah topik yang juga disajikan dalam buku ini bersama dengan model dan aplikasi teoretis baru lainnya di bidang kecerdasan buatan. Otak manusia adalah perangkat yang sangat hemat energi. Dalam istilah komputasi, ia dapat melakukan operasi matematika yang setara dengan exaflop satu miliar miliar (1 diikuti oleh 18 nol) per detik hanya dengan daya 20 watt. Sebagai perbandingan, salah satu superkomputer terkuat di dunia, Oak Ridge Frontier, baru-baru ini mendemonstrasikan komputasi exaflop. Namun dibutuhkan daya jutaan kali lebih besar 20 megawatt untuk mencapai prestasi ini. Rekan-rekan saya dan saya mencari otak sebagai panduan dalam mengembangkan desain sirkuit komputer yang kuat namun hemat energi. Anda tahu, efisiensi energi telah muncul sebagai faktor utama yang menghalangi kita untuk menciptakan chip komputer yang lebih bertenaga. Meskipun komponen elektronik yang semakin kecil telah meningkatkan daya komputasi perangkat kita secara eksponensial, kemajuan tersebut justru melambat. Menariknya, pandangan kami tentang cara kerja otak telah menjadi sumber inspirasi terus-menerus bagi dunia komputasi. Untuk memahami bagaimana kita sampai pada pendekatan ini, kita perlu melakukan tur singkat tentang sejarah komputasi.

Otak manusia adalah salah satu objek paling kompleks di alam semesta. Ia mampu melaksanakan tugas kognitif tingkat tinggi, seperti abstraksi, generalisasi, prediksi, pengambilan keputusan, pengenalan, dan navigasi dalam lingkungan yang terus berubah. Kemampuan kognitif otak yang tinggi ini disebabkan oleh konsumsi daya yang sangat rendah, yaitu hanya 20 W. Ada dua alasan utama tingginya efisiensi energi otak: Pertama, pertukaran dan pemrosesan informasi didorong oleh peristiwa; oleh karena itu, energi spiking hanya dikonsumsi pada saat dan di tempat yang dibutuhkan. Kedua, neuron dan sinapsis berada di lokasi yang sama dalam jaringan saraf yang sama dan sangat saling berhubungan, di mana setiap neuron rata-rata terhubung ke 10⁴ neuron lainnya. Kolokasi neuron/sinaps berarti pemrosesan data, yang terdiri dari eksitasi sinaptik dan penembakan neuron, serta memori, yang terdiri dari bobot sinaptik dan ambang neuron, berbagi lokasi yang sama di dalam otak. Banyak upaya penelitian yang bertujuan meniru jenis komputasi otak manusia untuk mencapai efisiensi energi yang luar biasa. Ini adalah tujuan rekayasa neuromorfik, di mana jaringan saraf spiking (SNN) dikembangkan dengan neuron dan sinapsis buatan. SNN umumnya mengadopsi arsitektur terhubung penuh (FC) yang sama dengan jaringan perceptron konvensional yang dipelopori oleh Rosenblatt dan Minsky. Namun dalam SNN, neuron dan sinapsis biasanya menampilkan respons yang bergantung pada waktu terhadap lonjakan yang diterapkan, seperti integrasi dan penyalaan dalam neuron dan arus pasca-sinaptik rangsang (EPSC) di seluruh sinaps. Hal ini berbeda dengan jaringan saraf tiruan (JST) konvensional yang digunakan dalam akselerator kecerdasan buatan (AI) untuk visi komputer dan pengenalan suara, yang informasinya sinkron dan didasarkan pada amplitudo sinyal, bukan waktunya.

Kebanyakan SNN umumnya mengandalkan teknologi pelengkap logam-oksida-semikonduktor (CMOS), dengan dua keunggulan utama yang signifikan: Pertama, teknologi CMOS tersedia secara luas di ekosistem industri semikonduktor, termasuk desain, fabrikasi, dan kualifikasi, sehingga menciptakan kondisi untuk menjadikan rekayasa neuromorfik berbasis CMOS sebagai topik yang matang. Kedua, transistor CMOS dapat diperkecil sesuai dengan hukum Moore, di mana pengurangan

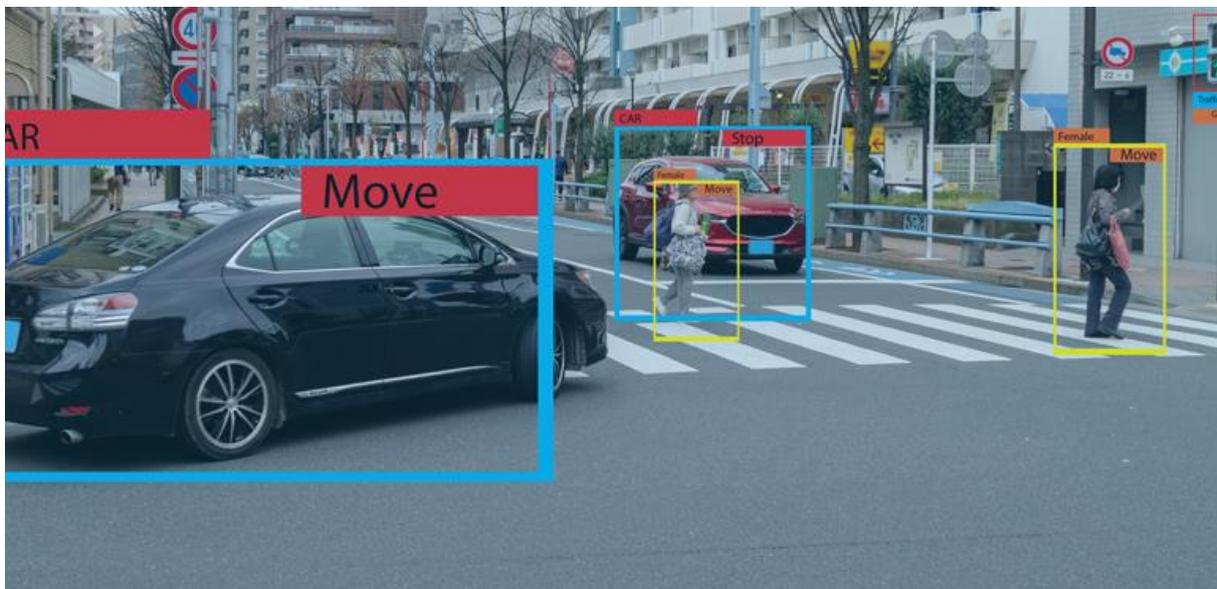
ukuran fitur litografi memungkinkan kepadatan yang lebih besar dan kinerja rangkaian yang lebih baik. Di sisi lain, terdapat keterbatasan yang signifikan dalam teknologi CMOS. Misalnya, fungsi yang bergantung pada waktu seperti integrasi lonjakan dalam neuron buatan umumnya memerlukan kapasitor besar dalam teknologi CMOS, sehingga membatasi efektivitas biaya sirkuit neuromorfik.

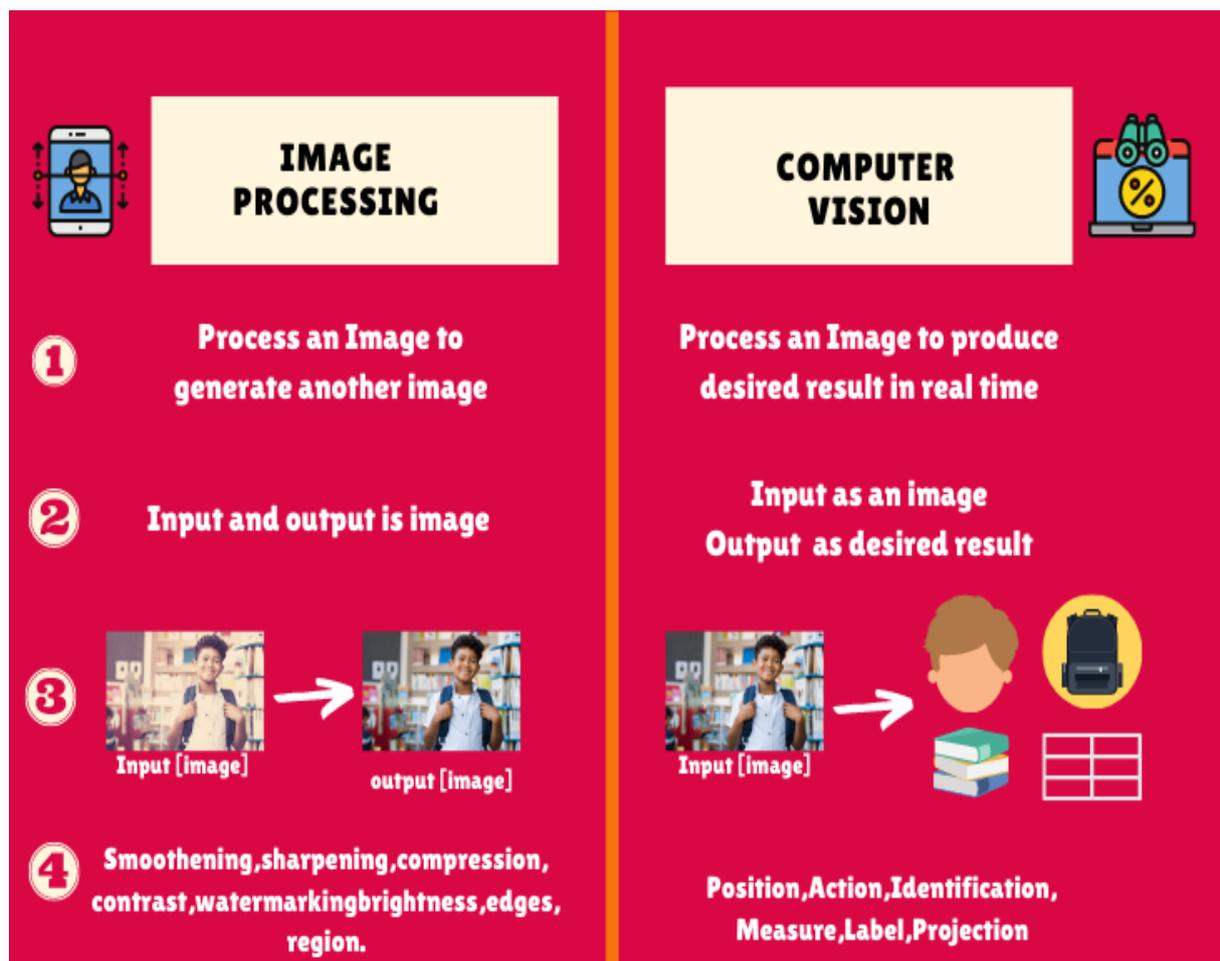
METODE

Penelitian ini dilakukan sesuai dengan prosedur dibawah ini: 1. Melakukan studi literatur 2. Menganalisa Masalah 3. Mengumpulkan beberapa data dari berbagai sumber yang ada 4. Penerapan metode *back propagation* pada pola pengenalan dan membuat programnya 5. Melakukan proses training dan testing pada data 6. Setelah hasil dari contoh kasus diperoleh kemudian akan diberi penjelasan atas hasil yang di dapat kemudian disimpulkan.

HASIL

Berdasarkan tabel tersebut menunjukkan bahwa vision komputer dan pemrosesan gambar *computer vision (CV) and image processing are two closely related fields that utilize techniques from artificial intelligence (AI) and pattern recognition to derive meaningful information from images, videos, and other visual inputs.*





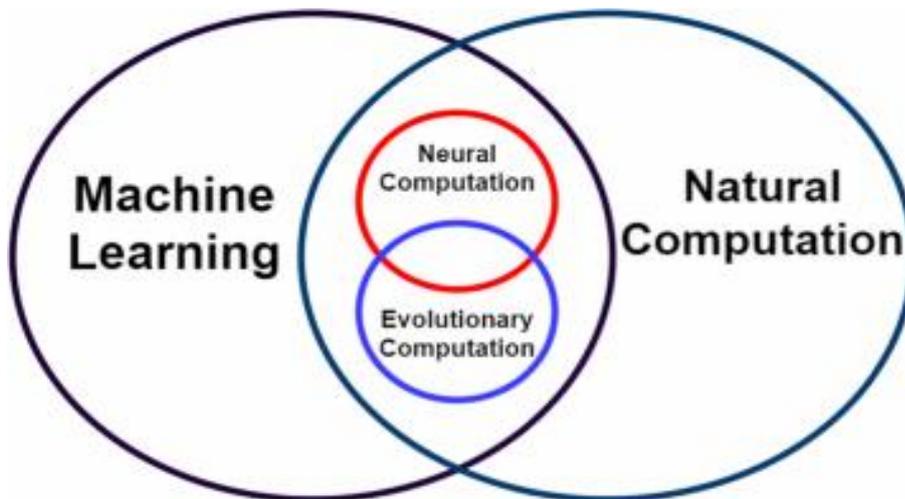
PEMBAHASAN

Pengenalan Ucapan dan Pemrosesan Bahasa. Pemrosesan Bahasa Alami (*Natural language processing*) -mengacu pada sistem yang dapat memahami bahasa. *Automated Speech Recognition (Automated Speech Recognition)* -mengacu pada penggunaan teknik berbasis perangkat keras dan perangkat lunak komputer untuk mengidentifikasi dan memproses suara manusia.

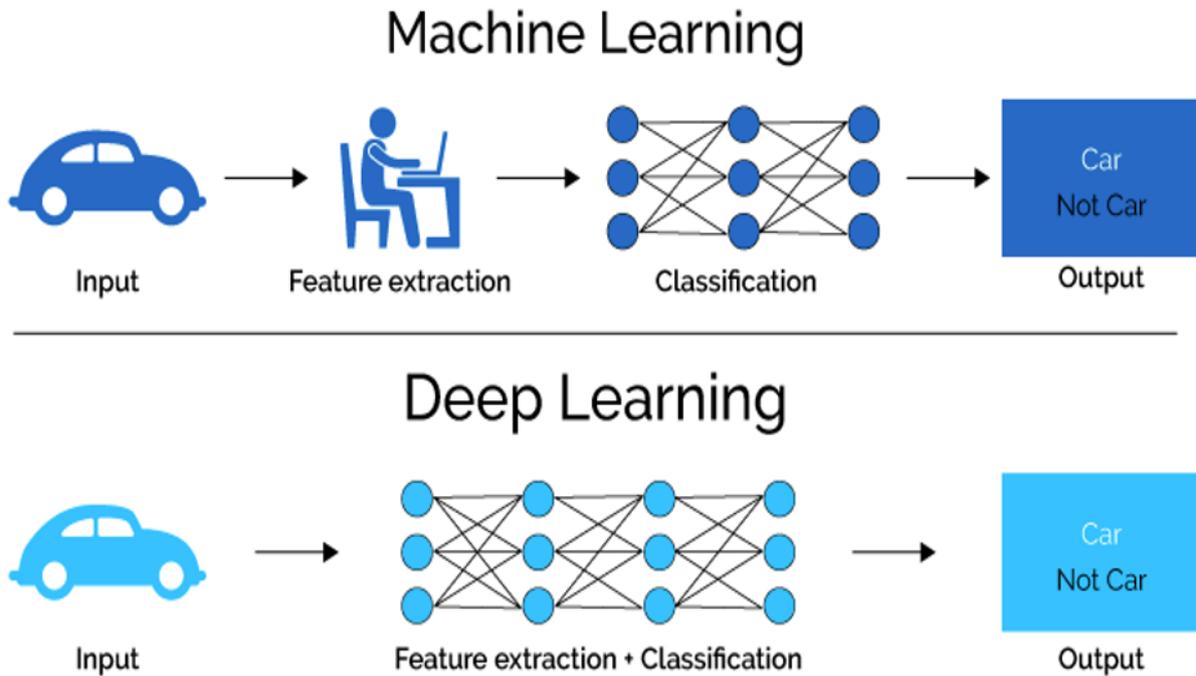


Sistem Pembelajaran dan Komputasi Evolusioner. Machine learning atau ML adalah jenis teknik kecerdasan buatan (AI) yang memberi komputer kemampuan untuk belajar tanpa diprogram secara eksplisit. ML berfokus pada evolusi program komputer yang dapat menginstruksikan diri mereka sendiri untuk menyesuaikan diri dengan lingkungan sehingga mereka dapat terpapar informasi baru.

Gambar 1.

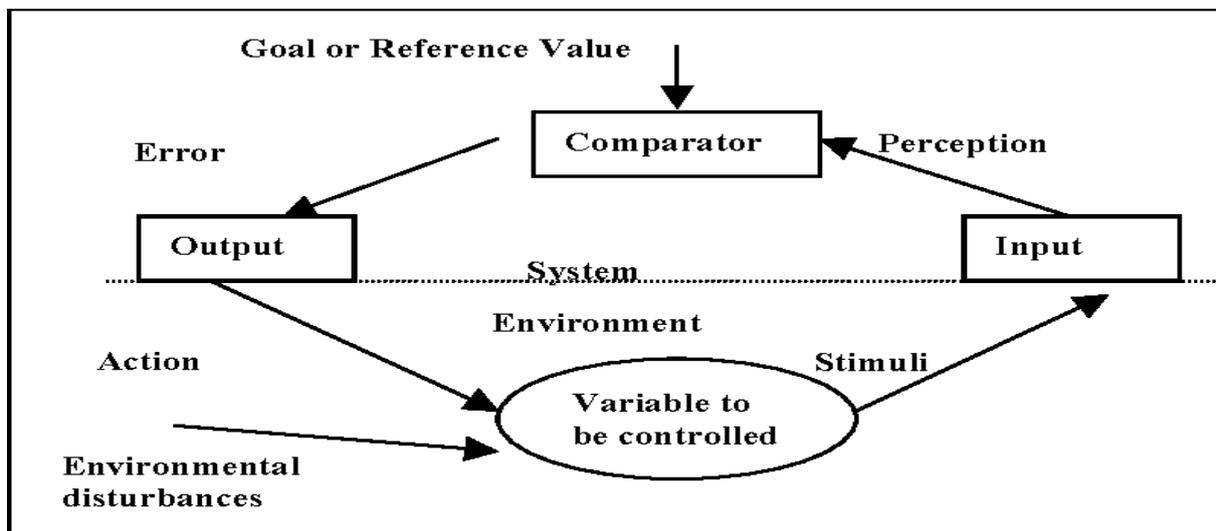


Gambar 2.



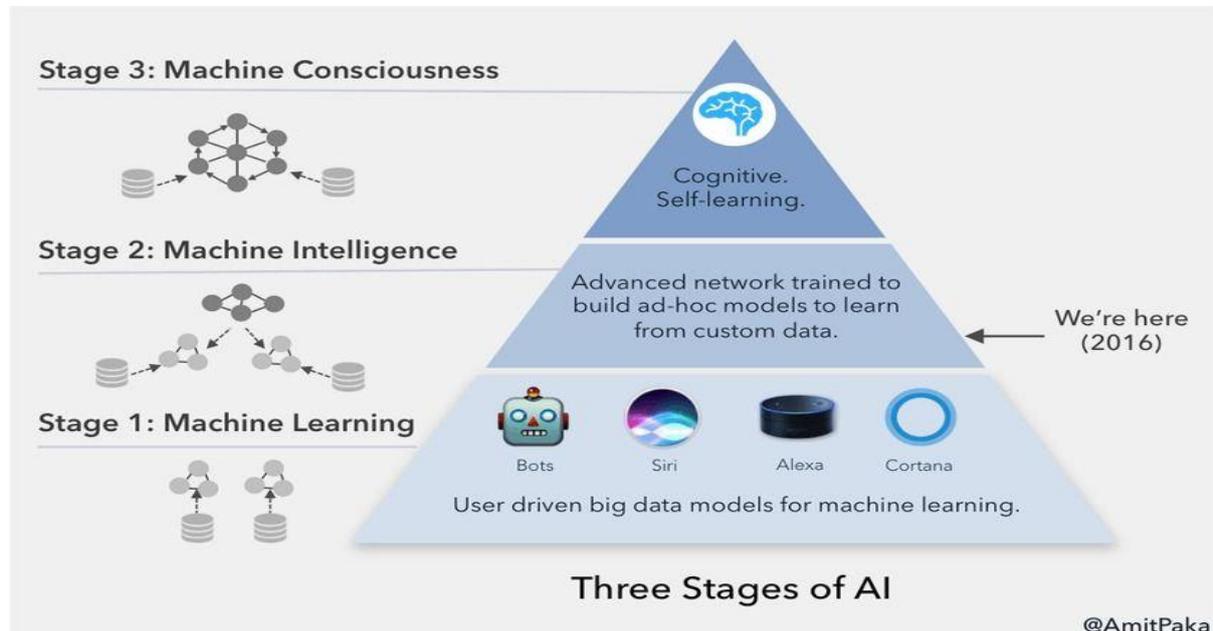
Pembelajaran Adaptif untuk Navigasi, Kontrol dan Pengambilan Keputusan. Proses pengambilan keputusan dalam pengembangan dan pemeliharaan perangkat lunak sebagian besar bergantung pada pengalaman dan intuisi praktisi perangkat lunak. Misalnya, pengembang menggunakan pengalamannya saat memprioritaskan perbaikan bug, manajer mengalokasikan sumber daya pengembangan dan pengujian berdasarkan intuisi mereka, dan sebagainya.

Gambar 3



Consciousness in Living and Artificial Systems

Gambar 4.

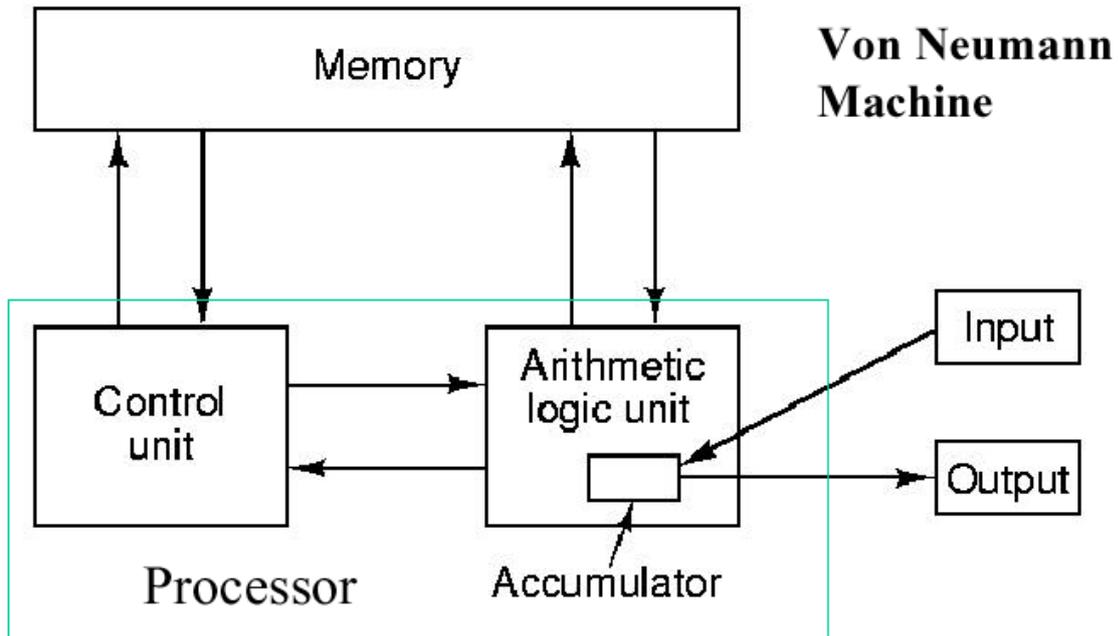


Neuromorphic Computation

Komputasi neuromorfik adalah pendekatan komputasi yang terinspirasi oleh struktur dan fungsi otak manusia. Komputer / chip neuromorfik adalah perangkat apa pun yang menggunakan neuron buatan fisik untuk melakukan perhitungan. Dengan membangun struktur hardware yang mirip dengan sistem syaraf manusia para peneliti berharap menemukan celah untuk jawaban akan kesadaran pada komputer. Spiking neural network (SNN) sebagai solusi berkelanjutan, meniru operasi sirkuit otak, untuk melakukan komputasi terdistribusi secara efisien. Pengembangan arsitektur silikon yang mendukung SNN adalah salah satu inti utama penelitian komputasi neuromorfik (George et al., 2020)

Von Neumann Architecture. Arsitektur Von Neumann ini menggambarkan komputer dengan 4 (empat) bagian utama, yaitu: Unit Aritmatika & Logis (ALU), unit kontrol, memori, & alat masukan & hasil (secara kolektif dinamakan I/O). Bagian tersebut dihubungkan oleh berkas kawat, "bus". Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi RRAM telah membuat kemajuan signifikan dalam paradigma komputasi yang diilhami oleh otak dengan mengeksplorasi karakteristik fisiknya yang unik, yang berupaya menghilangkan transfer data yang intensif energi dan memakan waktu antara unit pemrosesan dan unit memori.

Gambar 5.



Memristor. Memristor adalah komponen listrik yang membatasi atau mengatur aliran arus listrik dalam suatu rangkaian dan mengingat jumlah muatan yang sebelumnya mengalir melaluinya. Memristor penting karena non-volatile, artinya mereka menyimpan memori tanpa daya.

Gambar 6.

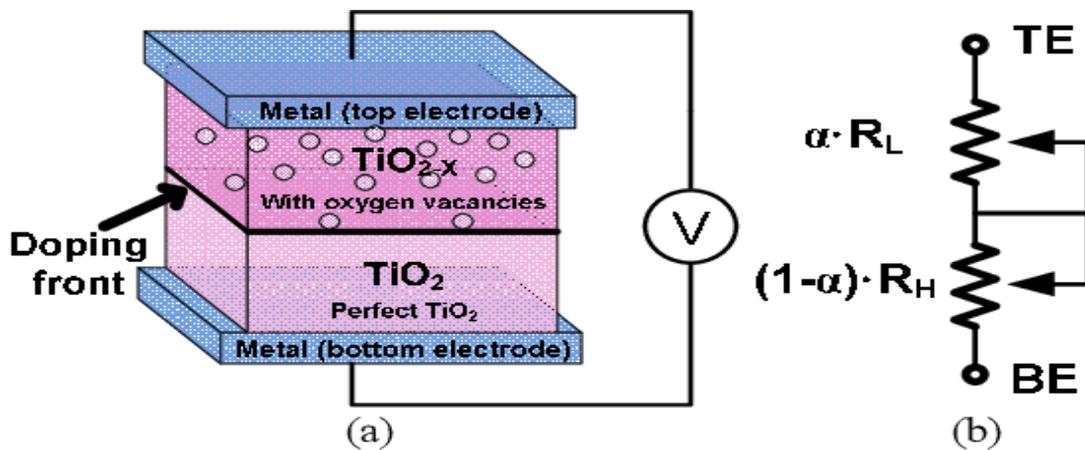
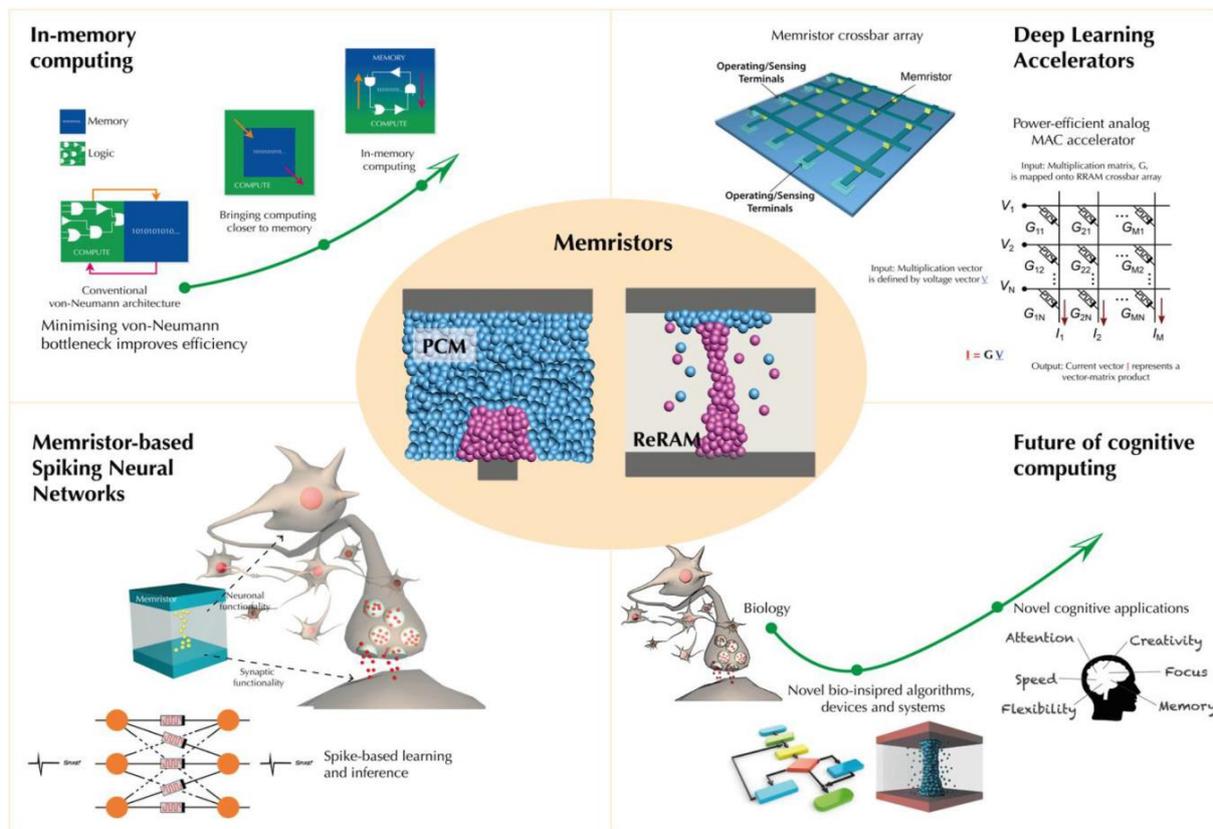


Figure 1: TiO_2 thin-film memristor. (a) Structure. (b) Equivalent circuit

Gambar 7.



KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa untuk mengembalikan fungsi neuron dan sinapsis di otak manusia, komputasi neuromorfik membutuhkan perangkat keras cepat yang dapat menggunakan fisika perangkat. RRAM memberikan sejumlah fenomena fisik yang berasal dari transpor listrik, peralihan, dan migrasi ion. Mereka dapat diperkirakan fungsi neuromorfik seperti integrasi saraf, api, osilasi, penyaringan dendritik, dan plastisitas sinaptik berdasarkan lonjakan waktu dan aturan pembelajaran tingkat lonjakan yang diamati di otak secara eksperimental. Plastisitas jangka pendek dan STM diciptakan melalui difusi ionik. Mereka berfungsi sebagai dasar RC, selektivitas arah, dan ide komputasi kognitif lainnya yang muncul. Meskipun banyak dari fenomena ini telah dibuktikan secara eksplisit melalui bukti teoritis, memasukkannya ke dalam jaringan saraf penuh dan memperluasnya ke struktur alternatif seperti perangkat multiterminal dan struktur nano bottom-up dapat menyebabkan perkembangan yang lebih lanjut.

SARAN

Penelitian ini merekomendasikan kepada tim peneliti mengucapkan terima kasih kepada UPI YPTK Padang yang telah memberi dukungan terhadap terlaksananya penelitian ini. Tim peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada Pengelola Jurnal Kolaboratif Sains yang telah memberi review dan masukan atas terbitnya artikel ini

DAFTAR PUSTAKA

Ahmadi, C. M., U., & Purnomo, J. H. (2017). Pemilihan Rudal Permukaan Pada KRI Kelas Sampari Dengan Menggunakan Metode Decision Making Trial And Evaluation Laboratory (DEMATEL) dan Analytic Network Process (ANP).

- Journal Asro. Ahmadi, Sugiyanto, D., & Suharyo, O. S. (2017). Perancangan Sistem Pengukuran Kinerja Di Kolat Koarmatim Dengan Pendekatan Dematel, ANP dan Metode Integrated Performance Measurement System (IPMS). ASRO JURNAL.
- Azmi, D. T. (2020). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Polisi Militer Terbaik Menggunakan Metode Additive Ratio Assessment (ARAS) (Studi Kasus : Detasement Polisi Militer (Denpom) I/5 Medan.
- Jurnal Majalah Ilmiah Informasi dan Teknologi Ilmiah (INTI), 159-164. Claudiu, B. (2007). Contributions to Conception, Design and Development of Decision Support Systems (PhD THESIS - Summary). ResearchGate, 8. Fadhil, R., Maarif, M. S., & Nivada, A. (2020).
- Strategi Pengambilan Keputusan untuk Pengembangan Pertahanan Nasional Menggunakan Multi Criteria Decision Making : Pembelajaran dari Departemen Pertahanan Amerika Serikat. Jurnal Seisteknologi, 203-216.
- Goztepe, K., Dizdaroglu, V., & Sagioglu, S. (2015). New Directions in Military and Security Studies : Artificial Intelligence and Military Decision Making Process. International Journal Of Information Security Science.
- Gultom , D. R., & Waruwu, F. T. (2019). Sistem Pendukung Keputusan Penempatan Prajurit TNI AD di Daerah Perbatasan Menggunakan Metode Multi Attribute Utility Theory. Jurnal Pelita Informatika, 275-280.
- Herdiawan, D., Ahmadi, & Wibowo, H. (2020). Penentuan Kriteria dan Strategi dalam Menghadapi Peperangan Kepulauan dengan Pendekatan Dematel - ANP. journal of science and technology, 1-14. Hozairi, Lumaksono, H., & et.al. (2018). Pemilihan Model Keamanan Laut Indonesia dengan Fuzzy AHP dan Fuzzy Topsis. Jurnal Ilmiah NERO