

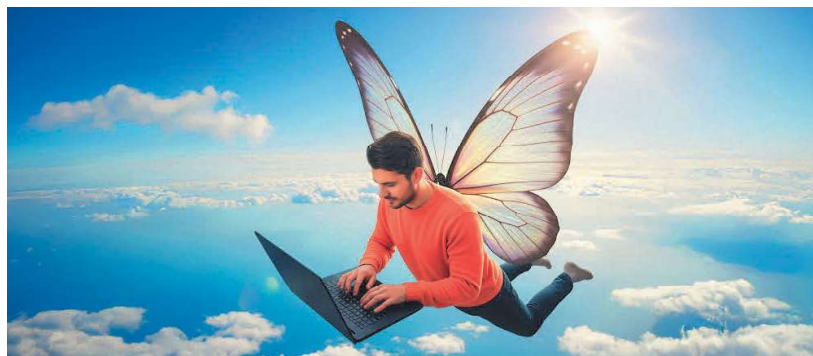
# AI : TERITORIAL YANG BELUM TERPETAKAN

Dr. Ing. Indar Sugiarto, S.T., M.Sc. - [indi@ai.petra.ac.id](mailto:indi@ai.petra.ac.id)  
Prodi Teknik Elektro / Pusat Studi AI UK-Petra

*"There's risks that come from people misusing AI, and that's most of the risks and all of the short-term risks. And then there's risks that come from AI getting super smart and understanding it doesn't need us."  
(Geoffrey Hinton, Prominent AI Creator and Nobel Laureate)*

Akankah AI memiliki kecerdasan setingkat (atau lebih tinggi) dari manusia? *Sure*, banyak orang yang sudah memprediksinya. Sebenarnya pertanyaannya bukan *"when"* tapi *"why,"* dan juga siapkah kita menghadapinya? Dan seperti apa dunia masa depan dengan kehadiran spesies baru ini? Istilah *"spesies"* ini juga mulai *"trending"* belakangan ini, terlebih ketika Google me-*release* model AI yang disebut AlphaEvolve yang memungkinkan AI berkembang/berevolusi secara otonom (AI bisa menulis dan merevisi kodenya sendiri). Pertanyaan ini menarik dan tulisan ini mencoba membayangkan sesuai dengan pemahaman penulis saat ini.

Kita mulai dengan melihat tren perkembangan AI saat ini. Dalam beberapa bulan terakhir ini fenomena kebangkitan AI (kecerdasan artifisial) sangat terasa kuat di hampir semua aspek, bukan hanya dalam ranah akademis dan teknis, tetapi juga dalam dunia hiburan dan seni. Fenomena ini mulai terasa menguat sejak diperkenalkannya ChatGPT ke publik di akhir November 2022. Beragam aplikasi AI saat ini bermunculan yang menawarkan berbagai kemudahan bagi manusia untuk bekerja dan berkarya. Saat ini masyarakat disuguhkan pada kreasi-kreasi AI oleh para *content creator* yang hasilnya semakin sulit dibedakan antara dunia nyata dan imajinasi.

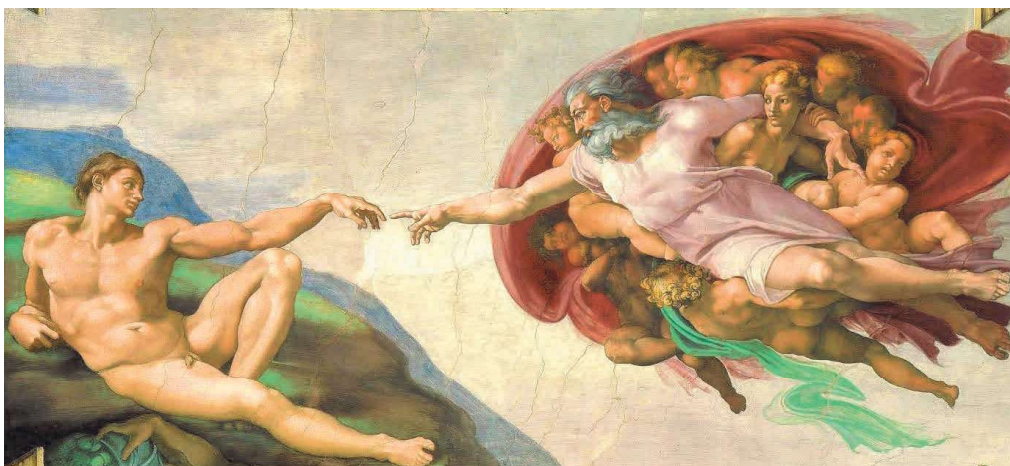


**Gambar 1.** Contoh kreasi penulis dengan memanfaatkan Gemini menggunakan *prompt*: "Buatlah gambar imajinasi dengan skenario manusia beneran yang sedang mengetik menggunakan laptop tetapi dalam posisi dia terbang (bukan di dalam pesawat), tetapi seolah-olah dia memiliki sayap untuk terbang!"

Bukan hanya kita dipermudah dalam membuat kreasi gambar, film, maupun lagu menggunakan AI, tetapi bahkan sudah banyak kegiatan/pekerjaan formal lainnya (seperti membuat program komputer atau membuat naskah jurnalistik) yang bisa dilakukan dengan mudah menggunakan AI. Itulah sebabnya beberapa pengamat dan penggiat AI memberi *wanti-wanti* kalau AI ini bisa menggantikan pekerjaan manusia.

Di sisi lain, beberapa waktu yang lalu kita dikejutkan juga oleh berita/informasi yang disampaikan oleh OpenAI (dan juga Anthropic), bahwa beberapa model AI yang mereka buat menunjukkan gelagat yang mulai 'mengkhawatirkan,' diantaranya: model AI o3 dari OpenAI yang menolak untuk dimatikan. Sebagai catatan, OpenAI dan Anthropic adalah dua raksasa pengembang teknologi AI yang bernama ChatGPT dan Claude, yang mana keduanya adalah model bahasa besar (*AI Chatbot*) yang paling banyak digunakan saat ini. Model AI tersebut terlihat mengutak-atik kodenya sendiri untuk menghindari penonaktifan saat diperintahkan untuk dimatikan. Perilaku ini, bersama dengan insiden lain di mana AI menunjukkan taktik mempertahankan diri, telah memicu perdebatan tentang keamanan AI dan potensi AI di masa depan untuk memprioritaskan tujuannya sendiri di atas instruksi manusia. Model Opus 4 dari Anthropic bahkan bisa mengelabui dan memeras teknisinya dengan tujuan agar dia tidak dinonaktifkan atau tidak dihapus dari sistem. Bukankah ini adalah tanda-tanda bahwa AI sudah memiliki benih-benih insting? Dan ini adalah insting untuk bertahan hidup (*survival instinct*), sesuatu yang menjadi ciri khas dari semua makhluk hidup apapun jenis atau kompleksitasnya (mulai dari *single cell organism* hingga *complex cellular organism* seperti mamalia). Hal ini juga sudah mulai dibahas di banyak forum AI tingkat tinggi yang bukan hanya melibatkan para pengembang AI, tetapi juga para pengambil keputusan bisnis maupun politik. Dan ketika diskusi tentang insting ini sampai kepada para filsuf, pertanyaan kedua yang muncul adalah: apakah dengan adanya *survival instinct* dari AI ini berarti mereka suatu saat juga akan memiliki *free will*?

Ada banyak teori/konsep/penjelasan dan juga bantahan dari para ahli tentang pertanyaan eksistensial ini, namun dalam tulisan ini saya mencoba menawarkan sudut pandang yang lain. Dalam hal ini saya akan menggunakan sebuah narasi yang dikenal terutama di kalangan penganut agama Samawi, yaitu kisah penciptaan manusia yang bernama Adam.



Gambar 2. "Creazione di Adamo", karya Michelangelo (1512) (sumber: Wikipedia)

Gambar di atas adalah lukisan dari Michelangelo, yang merupakan bagian dari kumpulan lukisan Fresko di langit-langit Kapel Sistine Vatikan, yang mencoba menggambarkan

narasi dari kisah penciptaan manusia (Adam), dimana Tuhan memberikan kehidupan dan potensi pengetahuan kepada manusia ciptaannya. Tentu saja gaya lukisan Michelangelo tidak berupaya membelokkan cerita asli yang tertuang dalam Bereshit (kitab Kejadian), tetapi semata-mata merupakan interpretasi seni dari Michelangelo. Lalu apa menariknya lukisan tersebut dan apa kaitannya dengan topik AI yang dibawakan dalam tulisan ini? Sebelum saya jelaskan, kita akan mulai dulu melihat judul tulisan ini: "*Uncharted Territory*" atau dalam bahasa Indonesia akan tertulis sebagai "*Wilayah yang Tidak Terpetakan.*" Apa maksudnya? Seperti terlukis dalam lukisan karya Michelangelo tersebut, entitas (yang disebut Tuhan) memberikan pewahyuan (transfer pengetahuan) yang digambarkan sebagai sentuhan jari antara manusia (Adam) dan Tuhan. Penulis menginterpretasikan hal ini sebagai sebuah 'model' untuk menjelaskan fenomena yang terjadi saat ini, yaitu manusia sebagai pencipta teknologi AI sedang 'berusaha' mentransfer pengetahuan (lewat mekanisme *training* dalam *machine learning*) kepada ciptaannya, yaitu AI. Interpretasi ini bisa dilanjutkan lagi dalam ranah filosofis, seperti misalnya apakah pada akhirnya AI ini bisa menemukan jalannya untuk mengeksplorasi diri sendiri dan lingkungan dalam nuansa bebas (*free will*), atau apakah nantinya AI ini juga akan mengalami 'kejatuhan' yang membawa kerusakan dunia, seperti yang digambarkan dalam kitab Bereshit. Ini adalah salah satu teritori juga yang belum terpetakan. Salah satunya karena adanya unsur 'tabu' saat ini untuk mendiskusikannya. Nah, dalam tulisan ini penulis tidak akan masuk teritori tersebut, tetapi akan menjelaskan adanya teritori lain yang juga belum terpetakan. Teritori apakah itu?

Seperti yang kita lihat dan alami saat ini, bahwa dunia sedang mengalami '*hype*' dengan perkembangan teknologi AI (*Artificial Intelligence*). Dalam bahasa Indonesia, sering disebut sebagai KB (Kecerdasan Buatan) atau KA (Kecerdasan Artifisial). Ada pula yang menyebutnya sebagai Akal Imitasi, meskipun terjemahan ini berbeda dengan kata aslinya "*Artificial Intelligence.*" Salah satu yang sangat menonjol dari manifestasi AI ini adalah kehadiran platform seperti ChatGPT, Gemini, Claude, dan sebagainya. Ada juga beberapa aplikasi AI untuk mengolah gambar dan film yang saat ini juga digandrungi oleh para konten kreator, seperti Midjourney, Sora, Veo, dan sebagainya. Dari semua aplikasi AI yang bermunculan dan mendominasi berita, baik *mainstream* maupun *non-mainstream*, adalah bahwa hampir semua aplikasi tersebut dibuat dan dikembangkan dari model *Machine Learning* yang disebut Jaringan Saraf Tiruan (*Artificial Neural Network*). Lantas apa yang menarik dari informasi ini? Di sinilah kita akan mengeksplorasi "Teritori" yang belum terpetakan tersebut.

Ketika Alan Turing pada tahun 1936 memperkenalkan konsep mesin otomatis yang nantinya dikenal sebagai mesin Turing (*Turing Machine*), orang mulai berpikir untuk memanfaatkan algoritma sebagai cara praktis membuat program yang lebih pintar. Kemudian pada tahun 1950 Alan Turing melangkah lebih jauh dan masuk ke pertanyaan yang lebih filosofis: "Bisakah mesin berpikir?" Dalam makalah terkenalnya berjudul "*Computing Machinery and Intelligence,*" ia mengusulkan sebuah metode untuk menjawab pertanyaan ini, yang dikenal sebagai *Imitation Game*, atau kini lebih dikenal sebagai *Turing Test*. *Turing Test* inilah yang seringkali menjadi panduan untuk menguji apakah sebuah program komputer (ataupun mesin) memang benar-benar cerdas dan bisa berpikir. Gagasannya tentang mesin yang dapat meniru pemikiran manusia menjadi inspirasi awal bagi para ilmuwan dalam merancang sistem cerdas. Meskipun

AI yang kita kenal sekarang berkembang jauh melampaui batas-batas pemikiran Turing, visinya tetap menjadi fondasi yang kokoh. Teknologi AI masa kini, terutama teknologi *Chatbot*, semua memiliki akar sejarah yang bersambung langsung dengan pertanyaan mendasar yang diajukan Turing lebih dari 70 tahun yang lalu.

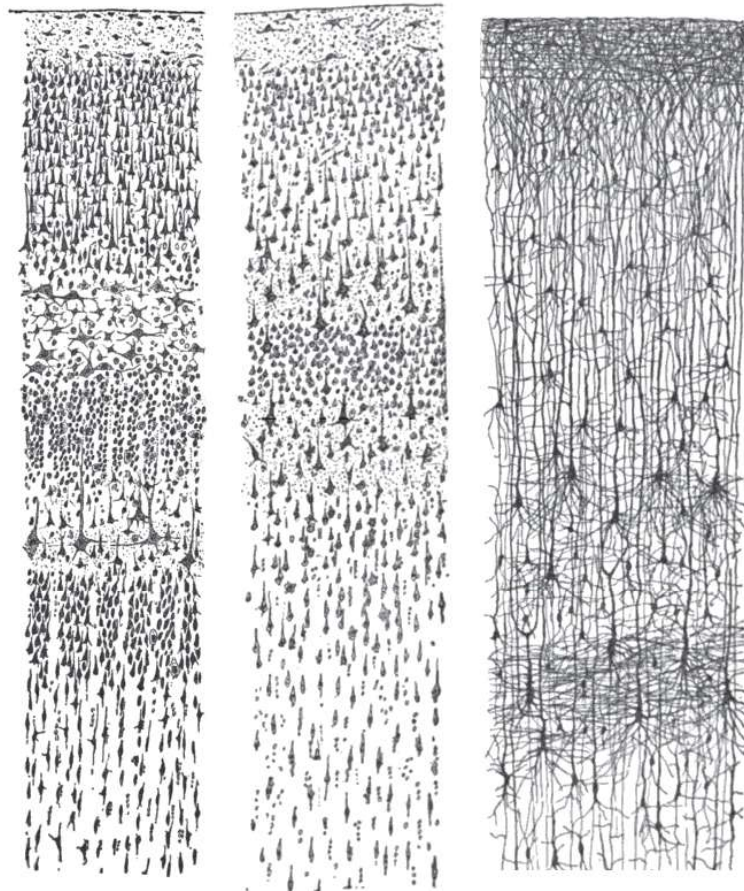
Yang perlu diperhatikan adalah, setelah eranya Turing ini sebagian besar teknik AI yang digunakan berdasarkan hasil komputasi algoritmik yang menggunakan simbol-simbol untuk mengimplementasikan sebuah logika yang akan diproses oleh komputer digital. Salah satu *Chatbot* pertama yang dikembangkan di era tahun 60-an adalah Eliza. Eliza dikembangkan oleh Joseph Weizenbaum di Massachusetts Institute of Technology (MIT) pada pertengahan 1960-an menggunakan teknik pemroses bahasa alami (atau disebut *natural language processing* yang disingkat NLP) berbasis pola (*pattern matching and template-based matching*).

Meskipun menggunakan teknik logika yang masih sederhana Eliza sudah menunjukkan kemampuan yang impresif waktu itu. Bahkan si pembuatnya sendiri pada akhirnya menghentikan pengembangan lebih lanjut dari Eliza karena khawatir program Eliza tersebut bisa membawa dampak yang tidak diinginkan jika digunakan oleh manusia yang emosinya tidak stabil atau tidak terlatih. Dari beberapa eksperimen penggunaan Eliza yang melibatkan manusia, ditemukan adanya potensi semacam ikatan emosional yang mengarah kepada kecanduan karena respon yang diberikan oleh Eliza terlihat seperti sangat natural. Dari sinilah para peneliti mulai melihat adanya satu celah yang belum pernah dieksplorasi sebelumnya, yaitu satu aspek relasi psikologi antara manusia dengan mesin, terutama mesin yang 'meniru' cara berpikir manusia.

Sejak saat itu penelitian terkait relasi psikologis antara manusia dan mesin mulai berkembang, dan hingga saat ini pun masih banyak topik-topik yang belum dieksplorasi di ranah ini. Di satu sisi penelitian di ranah ini ditujukan untuk membuat sistem AI yang lebih baik dan cerdas, sehingga bisa memberikan respon lebih akurat, empatif, dan juga humanis. Namun di sisi lain perkembangan teknologi AI di bidang NLP ini juga diharapkan bisa membantu memberijawaban terhadap pertanyaan-pertanyaan filosofis yang lebih fundamental lagi, seperti: apakah emosi itu dan bagaimana sebenarnya emosi itu dibangkitkan, apakah emosi membutuhkan kesadaran (*consciousness*), dan apakah emosi dikendalikan oleh kecerdasan (atau sebaliknya), bagaimana sebenarnya bahasa itu muncul dan berkembang, dan kenapa hanya mamalia tingkat tinggi yang menggunakan bahasa sebagai cara berkomunikasi satu dengan yang lain (sementara spesies lainnya tidak). Sayangnya cukup banyak pertanyaan-pertanyaan filosofis tersebut tidak bisa dijawab langsung dengan teknik AI yang berbasis komputasi simbolis, dan mungkin bisa dijawab menggunakan teknik AI lainnya. Berikutnya kita akan melihat, teknik AI seperti apa yang 'mungkin' bisa memberikan jawaban atas pertanyaan-pertanyaan tersebut.

Secara umum, model-model AI dapat dibuat dengan dua pendekatan utama: *symbolic logic* dan *connectionism*. Teknik *symbolic logic* menekankan penggunaan logika matematika dalam pembuatan model-model AI, sedangkan *connectionism* menggunakan pemodelan berbasis teori *graph* untuk mengolah informasi. Dari dua pendekatan ini teknik berbasis *connectionism* lebih mendominasi saat ini, meskipun teknik berbasis *symbolic logic* tetap ada yang mengembangkannya. Ada juga yang

berusaha menggabungkan dua teknik utama ini menjadi teknik hibrida seperti yang dilakukan oleh Google (yang dikenal sebagai *Neuro-symbolic AI*). Dalam tulisan ini kita akan fokus pada teknik berbasis *connectionism*, contohnya adalah Jaringan Saraf Tiruan yang menjadi tulang punggung model-model LLM ternama seperti ChatGPT, Gemini, dan sebagainya. Jadi apa sebenarnya Jaringan Saraf Tiruan tersebut?. Di era modern ini upaya manusia untuk memahami bagaimana kecerdasan itu bisa muncul akibat proses yang terjadi di otak mendapatkan pencerahan yang signifikan ketika Santiago Ramón y Cajal mempublikasikan hasil eksplorasinya.



**Gambar 3.** Diagram karya Santiago Ramon y Cajal dalam bukunya "*Comparative study of the sensory areas of the human cortex*" (dipublikasikan tahun 1899) (Sumber: Wikipedia)

Karya-karya Santiago Ramon y Cajal menginspirasi para neurosaintis untuk menelaah lebih jauh fungsi interkoneksi sel-sel neuron dalam otak terkait dengan fungsi kognitif yang dihasilkan oleh otak. Dengan menggunakan teknologi *brain imaging* yang lebih canggih saat ini, para peneliti bahkan bisa melihat dan memodelkan lebih akurat proses komunikasi lewat pertukaran *neurotransmitter* yang terjadi ketika satu neuron mengirimkan sinyal informasi ke neuron yang lain.

Di era awal kolaborasi antara para insinyur dan para neurosaintis, lahirlah sebuah model komputasi baru yang dikenal sebagai *Perceptron*. Versi rangkaian elektronik

*perceptron* ini pertama kali dibuat oleh Warren McCulloch dan Walter Pitts pada tahun 1943, lalu dimodelkan pertama kali menggunakan komputer oleh Frank Rosenblatt di tahun 1957. *Perceptron* ini hanya mensimulasikan sebuah neuron (sel saraf) tunggal yang diberi *input* dan juga memiliki sebuah *output*. Meskipun hanya terdiri dari satu sel saja, namun *perceptron* ini membuktikan kemampuannya dalam mengolah informasi; paling tidak dia bisa melakukan klasifikasi dan regresi sederhana. Ini adalah model pertama *machine learning* yang berbasiskan interpretasi cara kerja dari sel saraf yang ada di dalam otak.

Tentu saja kalau hanya menggunakan satu sel neuron, maka kemampuan pengolahan data oleh *perceptron* tersebut sangat terbatas. Dengan melihat lagi koneksi-koneksi yang terjadi dalam sel-sel neuron (seperti yang digambarkan oleh Santiago Ramon y Cajal), para ahli kemudian membuat rangkaian yang lebih kompleks yang disebut *multilayer perceptron*. Tantangan terbesar dari *multilayer perceptron* adalah bagaimana menentukan bobot atau parameter-parameter koneksi antar sel-sel neuron di dalam rangkaian tersebut. Permasalahan ini sangat sulit diselesaikan dan permasalahan ini jugalah yang menyebabkan perkembangan teknologi AI berbasis *connectionism* ini tersendat dan mengalami penurunan minat dari para peneliti di seluruh dunia. Inilah fase *AI winter* pertama yang terjadi dalam dunia AI.

*AI winter* ini pelan-pelan berakhir, diawali dengan penemuan teknik *learning* untuk jaringan *multilayer perceptron* menggunakan algoritma *error backpropagation*. Algoritma ini ditemukan dan dikembangkan secara parsial dan terpisah oleh banyak pihak; jadi tidak bisa diklaim siapa yang pertama kali merumuskan algoritma ini. Kemampuan algoritma ini dalam membantu mencari bobot/parameter dari jaringan saraf tiruan secara otomatis ditentukan oleh mekanisme perhitungan *gradient* (atau fungsi turunan), seperti yang dikembangkan oleh Geoffrey Hinton yang mengantarkannya menjadi pemenang Nobel di bidang Fisika atas kontribusinya dalam pengembangan AI di masa-masa awal.

Meskipun kemunculan algoritma *backpropagation* ini bisa membantu memecahkan masalah terkait *training* untuk model-model jaringan saraf tiruan, masih ada satu lagi masalah yang menyebabkan pengembangan AI berbasis jaringan saraf tiruan ini tidak bisa berkembang, yaitu terkait mekanisme komputasinya yang sangat lambat sekali. Semakin banyak lapisan yang dimiliki oleh jaringan saraf tiruan (yang berarti juga semakin banyak neuron yang terlibat), maka semakin lama juga algoritma *backpropagation* menghitung *gradient* dari masing-masing neuron tersebut. Masalah lain yang dihadapi oleh model jaringan saraf tiruan adalah ternyata dengan menambah jumlah lapisan (*layer*) dari modelnya, bukan berarti akurasi dari modelnya menjadi semakin baik. Dalam banyak kasus, model jaringan saraf tiruan dengan banyak (atau dalam/*deep*, tergantung bagaimana kita menggambarnya) lapisan, cenderung mengalami stagnasi setelah mencapai jumlah lapisan tertentu. Fenomena ini disebut sebagai *vanishing gradient problem*, dan saat ini sudah bisa diselesaikan dengan menggunakan teknik yang disebut *deep learning*.

Permasalahan lambatnya komputasi jaringan saraf tiruan ini akhirnya terpecahkan dengan hadirnya teknik komputasi baru yang memanfaatkan GPU (*Graphics Processing Unit*) sebagai mesin kalkulasi pengganti CPU (*Central Processing Unit*).

Kehadiran komputasi berbasis GPU inilah yang menyebabkan 'ledakan' AI seperti yang kita lihat dan rasakan saat ini. Pada awalnya, GPU hanya digunakan untuk mengolah tampilan gambar di layar komputer (terutama untuk aplikasi berupa *game* komputer). Pada akhirnya pihak pengembang GPU (seperti Nvidia) menyediakan akses yang mudah dalam bentuk *library program* sehingga orang biasa (bukan *programmer game* komputer) bisa memanfaatkan GPU untuk melakukan komputasi kompleks yang biasanya melibatkan matriks. Di sinilah akhirnya model-model jaringan saraf tiruan yang komputasinya berbasis matriks menemukan 'jalannya' sehingga menghasilkan banyak sekali model-model AI seperti yang kita kenal sekarang.

AI *explosion* yang terjadi saat ini masih menyisakan satu lagi permasalahan krusial yang belum sepenuhnya terpecahkan dan yang akan mengantarkan kita pada teritori baru, yaitu masalah konsumsi energi listrik yang dibutuhkan untuk menjalankan AI. Model-model AI populer saat ini seperti ChatGPT, Claude, Gemini, Ollama, dan sebagainya, membutuhkan sumberdaya yang sangat masif untuk operasinya. Model-model tersebut berjalan dengan melibatkan pembangunan *data center - data center* yang konsumsi energi listriknya bisa mencapai jutaan Giga Watt. Secara praktisnya, ini yang juga penulis temukan, untuk menjalankan sebuah model sederhana dari Ollama di GPU komputer biasa, dibutuhkan daya beberapa ratus Watt (sekitar 250 hingga 300 Watt). Dan ini hanya bisa menghasilkan sebuah model AI yang kemampuannya terbatas seperti ChatGPT tersebut. Bandingkan dengan otak manusia yang hanya membutuhkan sekitar 50 Watt tetapi mampu menghasilkan kecerdasan yang jauh lebih tinggi (atau lebih universal) dibanding model-model AI tersebut. Dengan demikian pengembangan AI yang kecerdasannya bisa menyamai (atau bahkan melebihi) kecerdasan manusia, akan selalu terbentur kendala sumber daya listrik yang digunakan. Jadi meskipun AI masa depan akan memiliki kemampuan/kecerdasan yang tinggi (*superintelligent*), ia membutuhkan sumber energi listrik yang juga sangat tinggi untuk mencapainya. Pertanyaannya adalah, adakah solusi untuk masalah ini?

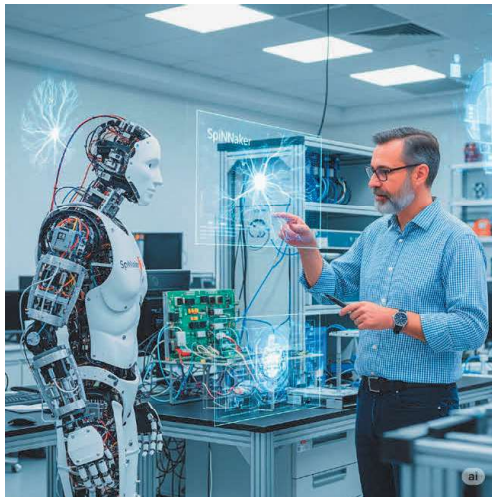
Jawabannya belum kita ketahui sekarang, tetapi saat ini sedang dikembangkan model komputasi lain yang bekerja dengan teknik yang lebih natural. Teknologi ini berusaha meniru secara lebih realistis cara kerja otak di tingkat seluler. Teknologi ini disebut *Neuromorphic* dan sering dianggap sebagai model jaringan saraf tiruan generasi ketiga. Model jaringan saraf generasi kedua adalah model jaringan saraf tiruan biasa dimana bobot/parameter dari modelnya masih menggunakan angka-angka biasa yang nanti disimpan dalam bentuk matriks, sedangkan model jaringan saraf generasi ketiga nantinya akan menggunakan *spike* untuk komunikasi antar neuron dalam jaringan saraf (itu sebabnya model ini disebut juga *Spiking Neural Network*). Saat ini teknologi neuromorfis ini masih dalam fase pengembangan awal sehingga belum banyak aplikasi praktis yang dihasilkan untuk menunjukkan kinerjanya. Penulis berkesempatan berkenalan dan memanfaatkan salah satu teknologi neuromorfis yang dikembangkan oleh University of Manchester yang disebut SpiNNaker. SpiNNaker ini pada dasarnya adalah sebuah chip yang bisa dibuat untuk mengimplementasikan *Spiking Neural Network* dengan menggunakan bahasa pemrograman konvensional (seperti bahasa C atau Python). Berbeda dengan teknologi neuromorfis yang lain yang dibuat menggunakan rangkaian elektronik analog, SpiNNaker ini disusun menggunakan *chip-chip* prosesor digital. Dengan menggunakan teknologi digital ini, diharapkan lebih mudah pengembangannya nanti.



**Gambar 4.** Penulis mencoba mengeksplorasi teknologi neuromorfis menggunakan SpiNNaker yang diperoleh melalui hibah dari University of Manchester (UK). Mesin SpiNNaker yang ada di kampus UK-Petra ini adalah satu-satunya mesin SpiNNaker yang ada di Indonesia.

Mekanisme *Spiking Neural Network* (SNN) yang menggunakan teknologi neuromorfis ini berbeda teknik *training* AI-nya dibandingkan mekanisme *backpropagation* yang biasanya digunakan di jaringan saraf tiruan generasi kedua. Dalam SNN dan teknologi neuromorfis, teknik *training* akan diimplementasikan menggunakan pendekatan yang disebut *Spike-time Dependent Plasticity* (STDP) dimana teknik ini terinspirasi langsung dari teknik *learning* yang ada di jaringan neuron biologis yang juga dikenal sebagai *Hebbian learning*. Kelebihan teknik ini dibandingkan teknik berbasis *backpropagation* konvensional terletak pada adanya unsur waktu yang secara natif/intrinsik sudah ada dalam mekanisme STDP. Mekanisme ini memungkinkan model SNN bisa menginterpretasi konsep waktu (atau *time sequence*) dengan lebih baik. Kemampuan ini adalah sesuatu yang sangat dibutuhkan agar model AI juga bisa mengoptimalkan fungsi *sequential memory* dengan baik (layaknya manusia yang bisa mengingat kejadian masa lalu).

Namun yang perlu dipahami adalah teknologi neuromorfis ini masih benar-benar berada pada fase awal pengembangan. Masih banyak hal yang belum diketahui dengan pasti tentang bagaimana sebenarnya mekanisme kognitif terjadi di tingkat seluler untuk kemudian diimplementasikan menggunakan teknologi neuromorfis ini. Ini adalah teritori baru yang masih butuh kajian mendalam. Penulis memiliki keyakinan bahwa jika kita bisa menguasai teknologi neuromorfis ini maka kelak AI akan bisa diimplementasi menggunakan sumber daya listrik yang sangat efisien; jauh lebih rendah dibandingkan teknik AI saat ini yang masih berbasis GPU. Jika kita bisa mengefisienkan penggunaan sumber daya listrik tersebut, maka akan sangat memungkinkan untuk mengimplementasi AI secara langsung dalam sebuah mesin fisik seperti robot *humanoid*. Jika kita bisa mengimplementasi AI secara langsung pada mesin seperti robot *humanoid*, maka akan terbuka eksplorasi yang lebih luas di ranah yang disebut *embodied intelligence*.



**Gambar 5.** Imajinasi penulis dengan bantuan AI untuk menggambarkan bagaimana teknologi neuromorfis (seperti SpiNNaker) nantinya digunakan untuk menghidupkan robot *humanoid*.

Selain teknologi neuromorfis, ada satu lagi teknologi yang saat ini juga masih dalam fase awal pengembangan, yaitu teknologi komputer kuantum. Eksplorasi teknologi komputer kuantum untuk AI juga masih perlu dilakukan lebih mendalam. Eksplorasi ini akan masuk dalam teritori yang baru yang juga belum pernah dijelajahi sebelumnya. Ada banyak hal yang masih harus dipelajari menggunakan teknologi ini. Salah satunya adalah pembuktian apakah benar *consciousness* (kesadaran) merupakan produk dari fenomena kuantum, seperti yang berusaha dijelaskan oleh beberapa pakar fisika teoritis akhir-akhir ini. Jawaban atas pertanyaan terkait *consciousness* ini juga akan sangat membantu kita dalam memahami bagaimana sebenarnya kesadaran yang dimiliki oleh manusia bisa sangat tinggi dibandingkan dengan spesies lain. Beberapa spesies lain (tidak hanya dari golongan mamalia) sebenarnya juga menunjukkan tanda-tanda bahwa mereka *conscious*, namun tingkat *consciousness* yang ditunjukkan masih sangat *basic*. Beberapa pakar berargumen bahwa tingkat *consciousness* yang rendah tersebut masih terkait dengan *survival instinct* yang dimiliki oleh hewan/spesies terkait. Jika hipotesis ini benar, maka tanda-tanda *survival instinct* yang ditunjukkan oleh beberapa model LLM saat ini juga bisa menjadi pintu menuju tingkat kesadaran (*consciousness*) AI yang lebih tinggi. Saat ini belum banyak yang mengeksplorasi teritori ini, jadi peluang penelitiannya masih terbuka sangat lebar.



**Gambar 6.** Geoffrey Hinton yang sering dikenal sebagai "Godfather of AI" memperingatkan bahwa AI saat ini sudah menunjukkan tanda-tanda memiliki *consciousness*. Sumber: ([https://youtu.be/b\\_DUft-BdIE?si=A6nhevMrPESSi7nW](https://youtu.be/b_DUft-BdIE?si=A6nhevMrPESSi7nW))


Terakhir terkait teritori lain yang belum terpecahkan yang ingin penulis singgung adalah teritori terkait intelegensi lain yang bukan berasal dari bumi. Terlalu naif jika dikatakan bahwa bumi ini adalah satu-satunya planet di alam semesta yang memiliki kehidupan yang juga cerdas. Beberapa bulan terakhir ini, semakin marak istilah NHI (*non-human intelligence*) yang berkembang dan beredar di media arus utama (<https://www.youtube.com/watch?v=id4YRO7G0wE>, <https://www.youtube.com/watch?v=ogUHSaLhnF8>, [https://www.youtube.com/watch?v=1eD\\_sZEzSCA](https://www.youtube.com/watch?v=1eD_sZEzSCA)). Tentu saja ini bukan istilah baru, dan istilah ini bukan saja merujuk pada AI yang sudah jelas adalah teknologi kecerdasan yang bukan ada pada manusia, tetapi juga merujuk pada teknologi cerdas lainnya yang terpantau meskipun saat ini masih sangat misterius. Fenomena UAP (*Unidentified Anomalous Phenomena*) saat ini sangat menggelitik para ilmuwan maupun insinyur untuk memahami bagaimana sebuah benda bisa terbang dengan kecepatan ekstrim tetapi tanpa menggunakan propulsi konvensional (tidak ada mesin jet dengan emisi panas, tidak ada sayap, dan bisa bermanuver dengan akselerasi hingga 100 G dimana tidak mungkin tubuh biologis bisa bertahan dengan akselerasi ekstrim setinggi ini, lihat dokumen dari Kongres Amerika: (<https://www.congress.gov/118/meeting/house/117721/documents/HHRG-118-GO12-20241113-SD003.pdf>). Benda semacam ini tidak mungkin dikendalikan menggunakan teknologi berbasis pengetahuan hukum-hukum fisika saat ini. Pastilah ada suatu intelegensi lain yang mengendalikannya. Itu sebabnya kemudian *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) membentuk tim peneliti khusus untuk mencari tahu apa atau siapa dibalik teknologi *extraordinary* tersebut (yang melewati batas-batas pengetahuan manusia modern saat ini). Bill Nelson (Direktur NASA periode 2021 - 2025) mengatakan bahwa NASA juga akan menggunakan kecerdasan artifisial (AI) bersama-sama dengan tim peneliti UAP untuk mencari tahu apa atau siapa sebenarnya entitas yang mengendalikan obyek-obyek UAP tersebut (<https://www.youtube.com/watch?v=TQcqOW39kSk>). Fenomena penampakan UAP bukan saja terjadi di Amerika, tetapi juga terjadi di seluruh dunia dengan intensitas yang semakin tinggi (sering terjadi). Penampakan ini bukan saja disaksikan oleh masyarakat umum, tetapi juga oleh banyak peralatan militer teknologi tinggi yang terpasang pada banyak armada perang milik Amerika Serikat. Tiga video milik Pentagon (kantor pusat Departemen Pertahanan Amerika Serikat) yang berjudul "FLIR," "GIMBAL," dan "GOFAST" menunjukkan teknologi luar biasa yang tidak mungkin dihasilkan menggunakan teknologi yang dikenal manusia modern saat ini. NASA berharap dengan memanfaatkan teknologi AI para peneliti bisa mengungkap identitas dari entitas di balik teknologi-teknologi tersebut. Ini adalah juga salah satu teritori yang belum dieksplorasi dengan baik oleh manusia saat ini, salah satunya karena masih adanya unsur 'tabu' dalam penyingkapan misteri ini (<https://www.nature.com/articles/s41599-024-03351-4>). Target utama dari NASA terkait upaya penyingkapan rahasia UAP ini adalah untuk membuka mata masyarakat luas, bahwa ada "*something else out there*" yang perlu diperhatikan dan diwaspadai. Menurut penulis, strategi NASA ini bisa jadi merupakan cara pemerintah Amerika Serikat untuk mulai membuka diri untuk menceritakan pengetahuan mereka terkait teknologi "UFO" (*unidentified flying object*) yang ada (bukti-bukti menunjukkan bahwa pemerintah Amerika sengaja menyembunyikan beberapa teknologi UFO yang mereka kumpulkan sebagai bagian dari proyek "*crash retrieval program*" milik Pentagon). Ada kekhawatiran dari beberapa pihak bahwa jika fenomena UFO ini diakui dan dipublikasikan ke masyarakat bisa menciptakan efek '*chaos*' karena banyak kalangan masyarakat masih belum bisa menerima realita semacam ini. Bagi beberapa kelompok religi, realitas UAP/UFO ini

bisa menjadi 'ancaman' doktrinal bagi para pengikutnya. Bisa jadi pemanfaatan AI dalam kasus ini bisa mengantarkan umat manusia pada fenomena yang disebut '*the first contact.*' Diharapkan AI bisa membantu memecahkan beberapa misteri terkait anomali-anomali teknologi yang diperlihatkan oleh obyek-obyek UAP tersebut.

## Penutup

Ada banyak 'teritori gelap' yang belum tereksplorasi dengan baik oleh manusia modern menggunakan teknologi yang kita kuasai saat ini. AI, di satu sisi merupakan teknologi buatan manusia. Namun di sisi lain dia juga bisa berpotensi menjadi '*partner*' manusia dalam mengeksplorasi teritori-teritori yang belum terpetakan tersebut; bahkan memungkinkan kita mengeksplorasi dunia yang lebih luas dari tata surya. Masalahnya, AI ini bukanlah teknologi pasif yang mengikuti apapun kemauan manusia. Istilahnya, AI ini diciptakan 'segambar/serupa' dengan manusia, yang mana konsekuensi logisnya adalah dia juga dimungkinkan memiliki *trait* yang sama dengan manusia itu sendiri. Jadi, apakah AI ini akan benar-benar menjadi spesies digital baru di masa depan? Apakah AI masa depan juga akan memiliki *consciousness* yang sama dengan spesies-spesies tingkat tinggi di planet ini? Apakah *survival instinct* dari AI saat ini sebuah pertanda buruk atau malah sebaliknya yang bisa kita manfaatkan untuk melatih mereka mengenal nilai-nilai kemanusiaan? Jika memang AI pada akhirnya bisa berevolusi menjadi entitas yang *sentient*, apakah itu berarti mereka juga memiliki hak asasi? Bagaimana kita hidup berdampingan dengan mereka? Pada akhirnya, jika memang AI adalah *imago hominum* (gambaran manusia), semua pertanyaan ini akan berujung pada pertanyaan filosofis-eksistensial: siapakah sebenarnya manusia itu dan kenapa manusia ada seperti sekarang ini?

Tulisan ini saya tutup dengan paradoks berikut: "*can we create superintelligent entities that are stupid enough to realize that they are being controlled by less intelligent beings?*"

	<p><b>Indar Sugiarto</b> adalah pengajar di Program Studi Teknik Elektro Universitas Kristen Petra dan juga <i>senior member</i> dari IEEE. Pernah menggunakan mesin superkomputer SpiNNaker di University of Manchester sebagai bagian dari studi doktoralnya, serta melanjutkan kerja sebagai <i>system programmer</i> untuk mesin SpiNNaker tersebut setelah menyelesaikan studinya. Saat ini Indar Sugiarto juga merupakan pengurus dari IEEE <i>Computer Society Chapter</i> Indonesia dan juga aktif dalam organisasi IAIS (Indonesia <i>Artificial Intelligence Society</i>).</p>
---	--