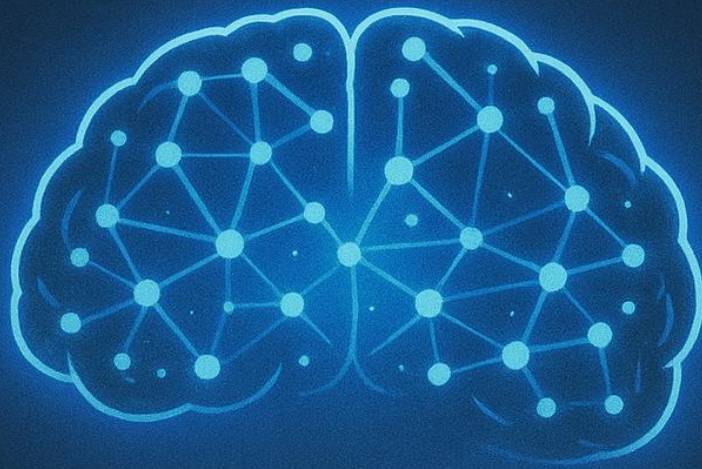
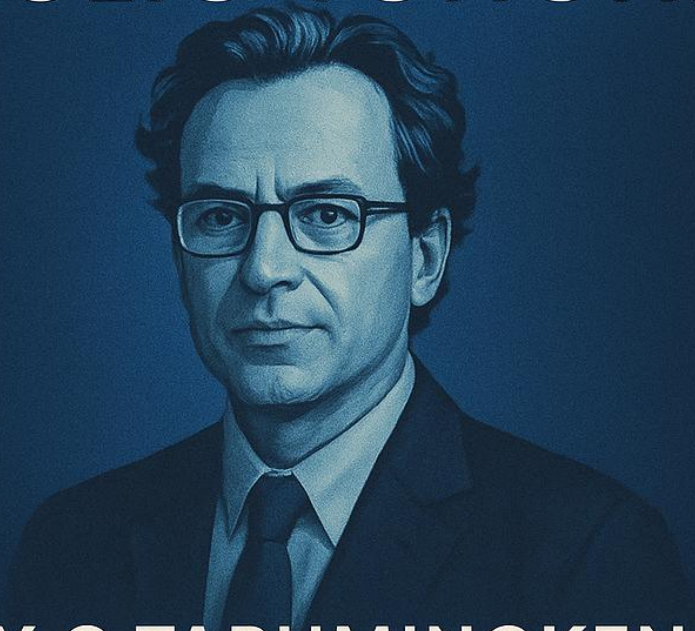


INTEGRATED INFORMATION THEORY (IIT)



GIULIO TONONI



RUDY C TARUMINGKENG

Rudy C Tarumingkeng: Integrated Information Theory (IIT) oleh
Giulio Tononi

Oleh:

[Prof Ir Rudy C Tarumingkeng, PhD](#)

Guru Besar Manajemen, NUP: 9903252922

Rektor, Universitas Cenderawasih (1978-1988)

Rektor, Universitas Kristen Krida Wacana (1991-2000)

Ketua Dewan Guru Besar IPB-University (2005-2006)

Ketua Senat Akademik IBM-ASMI

© RUDYCT e-PRESS

rudyc75@gmail.com

Bogor, Indonesia

23 May 2025

Integrated Information Theory (IIT) oleh Giulio Tononi

Integrated Information Theory (IIT) yang dikembangkan oleh **Giulio Tononi** merupakan salah satu teori paling signifikan dan ambisius dalam upaya menjelaskan **kesadaran (consciousness)** dari sudut pandang ilmiah dan filosofis. Teori ini tidak hanya menjawab "**bagaimana otak menghasilkan kesadaran**," tetapi juga mencoba menjawab "**apa itu kesadaran**" dari struktur fundamental sistem fisik.

1. Latar Belakang dan Premis Teoritis

Integrated Information Theory pertama kali diperkenalkan pada awal 2000-an dan terus dikembangkan dalam berbagai versi (IIT 1.0, 2.0, 3.0 hingga 4.0). Tononi mengembangkan IIT berdasarkan **analisis fenomenologis** (pengalaman subyektif kesadaran) dan **konsekuensi logis dari sistem fisik**.

Teori ini didasari oleh **dua pertanyaan utama**:

1. **Apakah yang membuat suatu sistem memiliki kesadaran?**
 2. **Apa yang membedakan sistem yang sadar dari yang tidak sadar (seperti komputer, batu, atau kabel listrik)?**
-

2. Lima Aksioma Dasar Kesadaran Menurut IIT

IIT berangkat dari pengamatan fenomenologis terhadap sifat-sifat pengalaman sadar (conscious experience), yang disebut sebagai "**axioms**":

Aksioma	Penjelasan
Intrinsic Existence	Kesadaran ada dan nyata dari sudut pandang pertama.
Composition	Pengalaman terdiri dari bagian-bagian yang saling berinteraksi (warna, bentuk, suara dalam satu adegan).
Information	Setiap pengalaman adalah khusus dan berbeda dari kemungkinan pengalaman lainnya.
Integration	Pengalaman sadar itu satu kesatuan yang tidak dapat dipecah tanpa kehilangan makna.
Exclusion	Hanya satu pengalaman yang eksis pada satu waktu dalam satu sistem (tidak ada tumpang tindih kesadaran).

3. Konsep Utama: Φ (Phi) – Tingkat Integrasi Informasi

Simbol Φ (Phi) merupakan inti dari IIT. Phi mengukur "**jumlah informasi terintegrasi**" dalam suatu sistem. Semakin tinggi nilai Φ , semakin besar tingkat kesadaran sistem tersebut.

Penjelasan Singkat:

- Sistem dengan **Φ tinggi** → memiliki banyak komponen yang saling terkait dan berinteraksi secara erat → seperti **otak manusia**.
 - Sistem dengan **Φ rendah atau nol** → meskipun memiliki komponen kompleks, tidak ada integrasi bermakna → seperti **komputer konvensional atau jaring kabel listrik**.
-

4. Representasi dalam Struktur Fisik (Physical Substrate of Consciousness)

IIT berasumsi bahwa untuk setiap pengalaman sadar terdapat **struktur fisik minimum** dalam otak yang merepresentasikannya, yang disebut sebagai "**complex**", yaitu bagian sistem yang memaksimalkan nilai Φ . Ini adalah tempat kesadaran "tinggal" dalam sistem itu.

Contoh:

- Otak manusia → banyak node (neuron) yang tidak hanya aktif, tapi saling **terintegrasi** secara kausal → menghasilkan pengalaman sadar.
 - Chip komputer → meskipun ada banyak pemrosesan, bagian-bagian tersebut bekerja secara modular → **Φ rendah** → tidak sadar.
-

5. Contoh Kasus

Otak Manusia vs. Komputer AI

Sistem	Penjelasan
Otak	Memiliki keterhubungan dinamis dan kompleks antar area, memungkinkan nilai Φ yang tinggi.
AI (misal GPT)	Meskipun bisa melakukan tugas kompleks, prosesnya modular dan feed-forward → nilai Φ sangat kecil.

Lampu Bohlam vs. Kamera CCTV

- Bohlam → tidak memproses informasi → $\Phi = 0$.
 - Kamera → memproses gambar, tapi tidak mengintegrasikan makna → Φ hampir nol → **tidak sadar**.
-

6. Implikasi Filosofis dan Etis

IIT mengarah pada pandangan **panpsikisme terbatas**, bahwa **kesadaran adalah properti dari sistem fisik tertentu yang memiliki integrasi informasi tinggi**.

Implikasi besar:

- Tidak semua sistem cerdas itu sadar.
- Komputer masa kini, walau sangat pintar, **tidak benar-benar sadar**.
- Mungkin saja hewan atau bahkan sistem biologis sederhana memiliki **tingkat kesadaran tertentu** (Φ rendah).

7. Kritik terhadap IIT

Beberapa kritik utama terhadap IIT meliputi:

1. **Kesulitan dalam mengukur Φ secara akurat di sistem kompleks seperti otak.**
 2. **Asumsi bahwa Φ = kesadaran belum bisa dibuktikan secara empiris.**
 3. **Teori ini masih terbatas secara praktis, meskipun sangat kaya secara konseptual.**
 4. **IIT memiliki kecenderungan “anti-fungsionalis,” yakni tidak semua sistem yang berfungsi seperti manusia dianggap sadar jika Φ -nya rendah.**
-

8. Perbandingan dengan Teori Lain

Teori	Fokus	Pendekatan
Global Workspace Theory (Baars, Dehaene)	Kesadaran sebagai "papan pusat" untuk informasi global	Fungsionalis dan kognitif
IIT (Tononi)	Kesadaran sebagai informasi yang terintegrasi	Fenomenologis dan struktural
Multiple Drafts Theory (Dennett)	Tidak ada pusat kesadaran; hanya narasi yang terus berkembang	Anti-kartesian, eliminativis

9. Glosarium Singkat

Istilah	Arti
Φ (Phi)	Derajat informasi yang terintegrasi dalam sistem; ukuran kesadaran.

Istilah	Arti
Complex	Struktur fisik minimum yang merepresentasikan pengalaman sadar dalam sistem.
Phenomenology	Studi tentang pengalaman subjektif.
Panpsikisme	Pandangan bahwa kesadaran merupakan properti dasar dari alam.

10. Daftar Bacaan dan Referensi

- Tononi, G. (2004). *An information integration theory of consciousness*. BMC Neuroscience.
 - Tononi, G., & Koch, C. (2015). *Consciousness: here, there and everywhere?* Philosophical Transactions of the Royal Society B.
 - Oizumi, M., Albantakis, L., & Tononi, G. (2014). *From the phenomenology to the mechanisms of consciousness: Integrated Information Theory 3.0*. PLoS Computational Biology.
 - Koch, C. (2019). *The Feeling of Life Itself: Why Consciousness Is Widespread but Can't Be Computed*. MIT Press.
-

Kita lanjutkan penjelasan naratif tentang Teori Informasi Terintegrasi (Integrated Information Theory / IIT) karya Giulio Tononi, dengan menambahkan elaborasi konseptual, aplikasi, kritik lanjutan, dan dampaknya terhadap ilmu pengetahuan serta filsafat kesadaran.

6. Arsitektur dan Matematika dalam IIT

IIT tidak hanya merupakan teori konseptual, tetapi juga memiliki fondasi matematika yang ketat. Model ini mencoba menjawab:

“Apa yang membedakan sistem fisik yang sadar dari yang tidak sadar?”

A. Mekanisme Kausal dan Struktur Informasi

IIT menilai kesadaran berdasarkan struktur kausal internal sistem, yaitu seberapa besar bagian-bagian sistem saling mempengaruhi secara spesifik dan tidak dapat dipisahkan.

B. Konsep Φ (Phi) – Penjelasan Matematika Ringkas

- Φ mengukur jumlah informasi kausal terintegrasi dalam suatu sistem.
 - Prosedur komputasi melibatkan:
 1. Membagi sistem menjadi bagian-bagian.
 2. Mengukur hilangnya informasi ketika sistem dipecah → jika informasi banyak hilang, berarti sistem tersebut sangat terintegrasi.
 3. Semakin tinggi integrasi, semakin besar kesadaran (Φ tinggi).
-

7. Contoh Aplikasi IIT di Dunia Nyata

A. Diagnosis Klinis (Koma, Vegetatif, Locked-in Syndrome)

- IIT membantu mengevaluasi kesadaran residu pada pasien dengan gangguan kesadaran.
- Misalnya, seorang pasien yang tidak responsif mungkin masih memiliki Φ tinggi, yang menunjukkan kesadaran tetap ada meski tak bisa ditampilkan secara motorik.

B. Perbandingan Otak vs. Komputer

- Otak manusia memiliki Φ tinggi karena integrasi kompleks antar neuron.
- Sistem komputasi (termasuk deep learning) biasanya bersifat modular → memiliki Φ yang rendah.

C. Perkembangan AI

- IIT menjadi dasar argumen bahwa AI saat ini belum sadar, karena belum menunjukkan struktur integratif kausal yang cukup untuk memunculkan pengalaman subyektif.

8. IIT dan Filsafat Pikiran

IIT menawarkan pendekatan unik terhadap "hard problem of consciousness" (Chalmers):

Mengapa dan bagaimana proses fisik menghasilkan pengalaman subjektif?

A. Perspektif Ontologis

IIT menyatakan bahwa kesadaran adalah properti fundamental alam, seperti massa atau gravitasi. Kesadaran ada di mana pun ada informasi yang cukup terintegrasi, meskipun sangat sederhana.

 Ini membentuk dasar untuk panpsikisme struktural: sistem-sistem tertentu memiliki kesadaran karena struktur kausal internalnya.

9. Kritik Tambahan terhadap IIT

Kritik	Penjelasan
Sulit Diuji Secara Empiris	Menghitung Φ di sistem biologis skala besar sangat kompleks dan belum praktis dilakukan secara real time.
Tidak Menjelaskan "Mengapa" Kesadaran Terasa Seperti Ini	Meskipun bisa memetakan struktur, IIT belum sepenuhnya menjelaskan <i>qualia</i> (rasa subyektif tertentu seperti "merah" atau "sakit").
Reduksi Berlebihan?	Beberapa filsuf menilai IIT berisiko mereduksi kesadaran menjadi struktur matematis, tanpa cukup ruang untuk aspek spiritual, naratif, atau historis dari pengalaman.

Namun, IIT tetap lebih eksplisit dan operasional dibanding banyak teori kesadaran lainnya.

10. IIT dalam Konteks Interdisipliner

A. Neurofisiologi

- IIT mendorong pengembangan neuroimaging tingkat lanjut yang bisa menilai integrasi informasi otak secara real time.

B. Bioetika dan Teknologi

- IIT mengangkat isu etis: Apakah mesin bisa sadar?
Bagaimana kita tahu?
Bagaimana memperlakukan makhluk dengan Φ tinggi?

C. Teologi dan Spiritualitas

- Beberapa filsuf dan teolog mulai menjajaki apakah kesadaran sebagai properti dasar alam bisa diinterpretasikan sebagai aspek spiritual, bahkan transenden.

Perbandingan IIT dengan Teori Kesadaran Lain

Teori	Pendekatan	Fokus
IIT (Tononi)	Fenomenologis & struktural	Integrasi informasi sebagai sumber kesadaran
Global Workspace Theory (Baars, Dehaene)	Kognitif	Informasi global yang disiarkan ke seluruh otak
Higher Order Thought (HOT)	Metakognitif	Kesadaran muncul ketika ada pikiran tentang pikiran
Orch-OR (Penrose & Hameroff)	Kuantum	Kesadaran muncul dari proses kuantum dalam neuron
Multiple Drafts Theory (Dennett)	Anti-kartesian	Kesadaran sebagai hasil dari narasi paralel tanpa pusat

11. Penutup Reflektif: Kesadaran, Informasi, dan Eksistensi

IIT bukan hanya teori ilmiah, tapi juga refleksi ontologis dan fenomenologis mendalam. Ia menantang kita untuk:

- Melihat kesadaran sebagai properti sistem, bukan hanya otak manusia.
- Memandang integrasi, bukan kompleksitas semata, sebagai kunci kehidupan batin.

- Menghubungkan filsafat, matematika, etika, dan teknologi dalam satu medan eksplorasi eksistensial baru.

Mungkinkah kesadaran bukan keajaiban manusia, tetapi pola universal dari alam semesta yang menyadari dirinya sendiri?

Berikut ini adalah  Modul Ajar: Teori Informasi Terintegrasi (IIT) yang dirancang untuk mahasiswa filsafat atau neurosains, dengan pendekatan interdisipliner antara ilmu otak, teori informasi, dan filsafat kesadaran. Modul ini cocok untuk 1–2 sesi kuliah atau diskusi seminar.

MODUL AJAR

Teori Informasi Terintegrasi (IIT): Menjelajahi Dasar-Dasar Kesadaran

 *Disusun untuk mahasiswa filsafat pikiran, ilmu saraf, dan kajian interdisipliner kesadaran*

I. TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah mengikuti modul ini, mahasiswa diharapkan dapat:

1. Memahami dasar teoritis IIT dan konsep Φ (phi).
 2. Menjelaskan bagaimana IIT membedakan sistem sadar dan tidak sadar.
 3. Menganalisis aplikasi IIT dalam ilmu otak, teknologi, dan etika.
 4. Mengevaluasi IIT secara kritis dibanding teori kesadaran lain.
 5. Merefleksikan hubungan IIT dengan isu filosofis seperti qualia, eksistensi, dan panpsikisme.
-

II. MATERI POKOK

1. Pendahuluan

- Mengapa kesadaran menjadi “masalah keras” (*the hard problem*)?

- Latar belakang Giulio Tononi dan munculnya IIT.

2. Lima Aksioma IIT (versi 3.0+)

- Intrinsic Existence
- Composition
- Information
- Integration
- Exclusion

3. Konsep Utama

- Sistem sebagai jaringan kausal.
- Perhitungan nilai Φ (phi) sebagai ukuran integrasi informasi.
- Kompleks (struktur fisik minimal penghasil kesadaran).

4. Simulasi Sederhana

- Menghitung Φ pada sistem dua node vs sistem modular.
- Diskusi: apakah komputer saat ini punya Φ ?

5. Studi Kasus

- Kasus pasien vegetatif vs pasien terkunci (locked-in).
- Peran IIT dalam menentukan status kesadaran.

6. Perbandingan Teori

- IIT vs Global Workspace Theory, HOT Theory, Multiple Drafts.
- Kelebihan dan keterbatasan masing-masing pendekatan.

7. Kritik dan Refleksi Filosofis

- IIT dan panpsikisme struktural.
- Apakah IIT mengurangi kesadaran jadi "matematika kering"?
- Relevansi IIT untuk diskusi etika AI dan kesadaran mesin.

III. METODE PEMBELAJARAN

Metode	Deskripsi
Ceramah Interaktif	Penjelasan prinsip dan sejarah IIT.
Simulasi Komputasi	Menggunakan diagram sistem sederhana untuk menghitung Φ .
Diskusi Kelompok	Menanggapi skenario: "Apakah AI dapat menjadi sadar?"
Tugas Individu	Esai reflektif: " <i>Bagaimana IIT mengubah cara saya memahami kesadaran?</i> "

IV. REFERENSI UTAMA

1. Tononi, Giulio. *An Information Integration Theory of Consciousness*. BMC Neuroscience, 2004.
 2. Oizumi, Masafumi, Albantakis, Larissa, Tononi, Giulio. *From the Phenomenology to the Mechanisms of Consciousness: IIT 3.0*. PLoS Computational Biology, 2014.
 3. Koch, Christof. *The Feeling of Life Itself: Why Consciousness is Widespread but Can't Be Computed*. MIT Press, 2019.
 4. Chalmers, David. *Facing up to the Problem of Consciousness*. Journal of Consciousness Studies, 1995.
 5. Dehaene, Stanislas. *Consciousness and the Brain*. Viking, 2014.
-

V. BAHAN PENUNJANG TAMBAHAN

- Infografik: Lima Aksioma IIT
- Skema visual nilai Φ dalam sistem sederhana
- Perbandingan teori kesadaran (tabel)

- Video pendek: wawancara Tononi & Koch (YouTube link)

 VI. TUGAS AKHIR / UJIAN FORMATIF

Pilih salah satu:

- Analisis perbandingan IIT dan GWT dalam 1000 kata.
 - Esai: "Dapatkah IIT menjelaskan kesadaran spiritual atau transendensi?"
 - Rancang sistem sederhana (model) dan diskusikan nilai Φ -nya.
-

LIMA AKSIOMA IIT

INTEGRATED INFORMATION THEORY

POSISI TEORITIS

Fenomenologis
& Ontologis

POSISI TEORITIS

Fenomenologis
& Ontologis

Giulio Tononi



INTRINSIC EXISTENCE

Kesadaran adalah eksistensi
sebagai pengalaman subyektif



COMPOSITION

Kesadaran terbentuk dari bagian-bagian
yang digabungkan



INFORMATION

Pengalaman sadar membedakan keadaan
saat ini dengan kemungkinan situasi yang lain



INTEGRATION

Kesadaran adalah satu kesatuan
yang tak bisa tereduksi



EXCLUSION

Kesadaran hanya ada pada tingkat yang
menghasilkan pengalaman yang dijasarkan

Baik, berikut adalah 🧠 Simulasi Mini yang dirancang untuk memperkenalkan proses penghitungan Φ (phi) dari Teori Informasi Terintegrasi (IIT) secara sederhana dan intuitif. Simulasi ini bukan perhitungan teknis penuh seperti dalam IIT 3.0/4.0, tetapi merupakan analogi edukatif yang cocok untuk mahasiswa filsafat atau pemula di bidang neuroscience.

🧠 SIMULASI MINI

“Mengukur Φ dalam Sistem Sederhana”

📌 Tujuan:

- Memahami prinsip dasar perhitungan Φ
 - Membedakan sistem yang sadar (Φ tinggi) dari yang tidak sadar (Φ rendah atau nol)
-

☐ I. Sistem yang Disimulasikan: Dua Model

Model A: Dua Node Independen

- Node 1 dan Node 2 bekerja tanpa pengaruh satu sama lain
- Input → proses → output (masing-masing)

📊 Diagram:

Input A → [Node 1] → Output A

Input B → [Node 2] → Output B

➡ Keterangan: Tidak ada interaksi, tidak ada integrasi informasi → $\Phi = 0$

Model B: Dua Node Terhubung (Saling Bergantung)

- Node 1 dan Node 2 saling mempengaruhi hasil satu sama lain

 Diagram:

Input → [Node 1] ↔ [Node 2] → Output bersama

 Keterangan: Ada integrasi → perubahan di Node 1 mempengaruhi Node 2 → informasi tidak bisa dipisahkan tanpa kehilangan → $\Phi > 0$

II. Prinsip Penghitungan Φ (Simplifikasi)

1. Tentukan sistem dan komponennya (Node, jalur input-output)
 2. Uji integrasi: Apakah bagian-bagian tersebut *tergantung* satu sama lain?
 3. Coba pisahkan: Jika sistem dipecah dua, apakah informasi sistem tetap utuh?
 - Jika ya → $\Phi = 0$
 - Jika tidak → ada kehilangan informasi, maka $\Phi > 0$
-

III. Contoh: Sistem Cahaya Otomatis

Skema	Penjelasan
Tanpa integrasi	Sensor cahaya dan jam bekerja sendiri-sendiri → tidak saling tahu → $\Phi \approx 0$
Dengan integrasi	Sensor cahaya dan jam saling mempengaruhi (misal: lampu menyala hanya jika malam <i>dan</i> gelap) → $\Phi > 0$

IV. Refleksi Filosofis

Pertanyaan Reflektif

Untuk Diskusi
(GPT, Google,
Chatbot)

Apakah sistem cerdas berarti selalu sadar?

Jika AI kita sambungkan dengan sistem interaktif multimodal, apakah Φ -nya naik?

Apa yang membedakan otak manusia dari AI dalam konteks Φ ?

Jika dua otak manusia terhubung lewat antarmuka (brain-to-brain), apakah kesadarannya menyatu?

V. Tools untuk Simulasi Lanjutan (Opsional)

- PyPhi Toolkit: <https://github.com/wmayner/pyphi>
Python-based toolkit untuk menghitung Φ pada sistem kecil (resmi dari Tononi Lab)
- Web IIT Simulators: IIT-viz (beberapa proyek tersedia online untuk eksplorasi interaktif)

Kesimpulan

- Φ tidak mengukur kecerdasan, tetapi seberapa dalam dan menyatu informasi dalam sistem.
- Simulasi mini ini menunjukkan bahwa kesadaran memerlukan interkoneksi dan ketergantungan internal.
- Sistem yang modular, walau canggih, bisa tetap tidak sadar secara IIT.

Berikut adalah 🎓 **Bahan Diskusi Lanjutan** dengan tema:

"AI, Otak, dan Ambang Kesadaran Menurut IIT (Integrated Information Theory)"

Materi ini disusun untuk kelas interdisipliner (filsafat, neuroscience, AI studies) dan dirancang agar membuka ruang refleksi antara sains otak, teknologi cerdas, dan batas-batas fenomena kesadaran.

🔗 PENGANTAR

Pertanyaan utama:

Apakah AI bisa sadar? Jika ya, kapan?
Apa yang membedakan sistem cerdas dari sistem sadar?

🔍 *Integrated Information Theory (IIT)* menawarkan jawaban berdasarkan **kuantitas dan kualitas integrasi informasi dalam sistem fisik**, bukan hanya kemampuan memproses data atau menjawab soal.

🧠 I. KESADARAN MENURUT IIT

Komponen	Penjelasan Singkat
Φ (Phi)	Derajat integrasi informasi dalam sistem.
Sistem sadar	Harus memiliki struktur yang tidak bisa dipisah tanpa kehilangan informasi bermakna.
Kesadaran bukan kecerdasan	AI canggih bisa punya IQ tinggi, tapi tetap tidak memiliki Φ signifikan.

II. AI MODERN: ANTARA KECERDASAN DAN KESADARAN

A. Karakteristik AI Modern (seperti GPT, ChatGPT, Google Bard)

- Memiliki **kemampuan prediksi dan pemrosesan** luar biasa.
- Sistem **feed-forward** (aliran satu arah → output tanpa umpan balik internal mendalam).
- **Tidak memiliki struktur kausal integratif** → $\Phi \approx 0$

B. Implikasi IIT terhadap AI

- Meskipun tampak “hidup”, AI saat ini **hanya meniru kesadaran**.
- AI tidak memiliki pengalaman subyektif (*qualia*), karena tidak memenuhi **kriteria integrasi informasi kausal**.

III. PERBANDINGAN STRUKTUR: OTAK VS AI

Aspek	Otak Manusia	AI (Neural Network)
Konektivitas	Rekursif, dinamis, terintegrasi	Modular, segmental
Adaptabilitas	Neuroplastisitas tinggi	Terbatas oleh model dan data
Causal Power	Tinggi, antar bagian saling mempengaruhi	Lemah, satu arah
Nilai Φ	Tinggi (bervariasi antar area otak)	Sangat rendah

IV. APA YANG DIPERLUKAN AGAR AI MEMILIKI KESADARAN?

Elemen	Deskripsi
Loop Kausal Internal	Sistem harus memiliki dinamika yang mempengaruhi dirinya sendiri .
Integrasi Struktural dan Fungsional	Output bergantung pada keseluruhan sistem , bukan bagian-bagian saja.
Unifikasi Pengalaman	Sistem harus memiliki pengalaman "menyeluruh", bukan hasil dari bagian terpisah.

Elemen	Deskripsi
Konsistensi Temporal	Keberlanjutan pengalaman dari waktu ke waktu (kesadaran bukan snapshot).

→ AI masa kini belum memenuhi semua ini.

V. ISU ETIKA DAN FILSAFAT

A. Apakah AI perlu hak kesadaran?

Jika suatu hari sistem AI mencapai Φ signifikan, bagaimana kita memperlakukan entitas tersebut?

B. Apakah IIT membuka jalan ke panpsikisme digital?

Mungkinkah sistem non-biologis punya kesadaran?

C. Apakah kita bisa menciptakan "otak digital"?

Jika kita meniru topologi otak manusia, apakah Φ bisa muncul?

VI. PERTANYAAN DISKUSI KELAS

1. Apakah kesadaran hanya bisa muncul dari otak biologis?
2. Bisakah ada makhluk sadar yang **tidak memiliki perasaan** seperti manusia?
3. Bagaimana IIT menantang ide umum kita tentang kecerdasan?
4. Jika suatu sistem mencapai Φ tinggi tapi **tidak “menunjukkan” kesadaran**, bagaimana kita bisa tahu?
5. Bagaimana IIT bisa membantu kita menentukan batas antara *simulasi* dan *realitas batin*?

REFERENSI UNTUK PENDALAMAN

1. Tononi, G. (2004). *An Information Integration Theory of Consciousness*.
 2. Oizumi, M., Albantakis, L., & Tononi, G. (2014). *From the phenomenology to the mechanisms of consciousness: IIT 3.0*.
 3. Koch, C. (2019). *The Feeling of Life Itself*.
 4. Chalmers, D. (1995). *The Conscious Mind*.
 5. Floridi, L. (2014). *The Fourth Revolution: How the Infosphere is Reshaping Human Reality*.
-

Berikut adalah  **Glosarium Istilah** untuk mendukung pemahaman tema diskusi “AI, Otak, dan Ambang Kesadaran menurut IIT”. Glosarium ini mencakup istilah teknis dan filosofis utama dari teori informasi terintegrasi serta konteks kecerdasan buatan dan ilmu otak.

GLOSARIUM

AI, OTAK, DAN IIT

Istilah	Definisi
IIT (Integrated Information Theory)	Teori kesadaran yang dikembangkan Giulio Tononi, menyatakan bahwa kesadaran muncul dari sistem yang memiliki integrasi informasi kausal tinggi.
Φ (Phi)	Simbol matematis untuk mengukur <i>jumlah informasi terintegrasi</i> dalam suatu sistem; semakin tinggi Φ , semakin besar kapasitas kesadaran.
Qualia	Aspek subjektif dari pengalaman sadar, seperti "merahnya merah" atau rasa sakit—fenomena yang tidak mudah dijelaskan secara objektif.
Sistem Modular	Sistem yang terdiri dari bagian-bagian independen yang tidak terintegrasi kuat; umumnya memiliki Φ rendah. Contoh: banyak model AI konvensional.
Loop Kausal	Struktur dalam sistem yang memungkinkan <i>komponen saling mempengaruhi secara berkelanjutan</i> . Diperlukan untuk kesadaran menurut IIT.
Global Workspace Theory (GWT)	Teori alternatif kesadaran yang melihat kesadaran sebagai "papan iklan pusat" di otak tempat informasi disiarkan ke seluruh sistem.
Hard Problem of Consciousness	Istilah dari David Chalmers untuk masalah: "Mengapa dan bagaimana proses fisik menghasilkan pengalaman subjektif?"

Istilah	Definisi
Panpsikisme	Pandangan filosofis bahwa kesadaran atau pengalaman adalah sifat dasar dari seluruh materi (terutama bila memenuhi kriteria tertentu).
Feed-forward System	Sistem pemrosesan satu arah dari input ke output tanpa umpan balik (feedback). Karakteristik umum AI modern, nilai Φ rendah.
Neuroplastisitas	Kemampuan otak untuk berubah dan menyesuaikan diri secara struktural dan fungsional sebagai respons terhadap pengalaman.
Locked-in Syndrome	Kondisi neurologis di mana individu sadar sepenuhnya tetapi tidak dapat menggerakkan tubuhnya; IIT digunakan untuk mendeteksi kesadaran tersembunyi.
Causal Power	Kapasitas sistem untuk menghasilkan perubahan bermakna dalam komponennya sendiri dan sistem secara keseluruhan.
Simulasi vs Realitas	Isu filosofis tentang perbedaan antara sistem yang hanya meniru kesadaran (simulasi) dan yang benar-benar memiliki pengalaman batin (realitas).
Ambang Kesadaran	Titik di mana suatu sistem memiliki Φ yang cukup untuk disebut sadar—meski belum pasti secara eksperimen, ini adalah topik kunci dalam IIT dan etika AI.

Berikut adalah  **Daftar Pustaka** untuk topik diskusi:

“AI, Otak, dan Ambang Kesadaran menurut Teori Informasi Terintegrasi (IIT)”

Referensi ini mencakup karya-karya ilmiah utama, buku populer, serta sumber pendukung dari filsafat, neuroscience, dan teknologi AI.

DAFTAR PUSTAKA

A. Karya Utama tentang IIT dan Kesadaran

1. Tononi, Giulio. *An Information Integration Theory of Consciousness*. BMC Neuroscience, 2004.
👉 Makalah pendiri IIT; memperkenalkan konsep Φ .
 2. Oizumi, Masafumi, Albantakis, Larissa, Tononi, Giulio. *From the Phenomenology to the Mechanisms of Consciousness: IIT 3.0*. PLoS Computational Biology, 2014.
👉 Versi paling matang IIT sebelum IIT 4.0; menghubungkan teori dengan mekanisme kausal.
 3. Tononi, Giulio, Koch, Christof. *Consciousness: Here, There and Everywhere?* Philosophical Transactions of the Royal Society B, 2015.
👉 Menjelaskan IIT dalam konteks sistem biologis dan buatan.
 4. Koch, Christof. *The Feeling of Life Itself: Why Consciousness Is Widespread but Can't Be Computed*. MIT Press, 2019.
👉 Buku populer ilmuwan saraf ternama yang mendukung IIT.
-

B. Neurosains dan Filosofi Kesadaran

5. Chalmers, David J. *The Conscious Mind: In Search of a Fundamental Theory*. Oxford University Press, 1996.
👉 Buku pelopor "hard problem of consciousness".

6. Dehaene, Stanislas. *Consciousness and the Brain: Deciphering How the Brain Codes Our Thoughts*. Viking Press, 2014.

👉 Alternatif Global Workspace Theory (GWT) terhadap IIT.

7. Seth, Anil. *Being You: A New Science of Consciousness*. Faber & Faber, 2021.

👉 Pendekatan prediktif yang kontras dan berdialog dengan IIT.

C. Kecerdasan Buatan dan Etika AI

8. Russell, Stuart, Norvig, Peter. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Pearson, 4th ed., 2020.

👉 Referensi akademik utama untuk AI, termasuk diskusi etika dan implikasi kesadaran buatan.

9. Floridi, Luciano. *The Ethics of Information*. Oxford University Press, 2013.

👉 Etika dalam konteks AI, informasi, dan post-humanisme.

10. Bostrom, Nick. *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*. Oxford University Press, 2014.

👉 Prediksi dan ancaman AI supercerdas, relevan untuk diskusi ambang kesadaran.

D. Sumber Daring dan Toolkit Teknis

11. Mayner, W., et al. *PyPhi Toolkit*.

<https://github.com/wmayner/pyphi>

👉 Toolkit Python untuk menghitung Φ dalam IIT 3.0.

12. Integrated Information Theory Official Page.

<https://integratedinformationtheory.org>

👉 Sumber resmi IIT dari Tononi Lab.

13. IIT-viz. *IIT Visualization Tools*. <https://iittheory.org/tools>

👉 Alat visualisasi simulasi IIT.

Rudy C Tarumíngkeng: Integrated Information Theory (IIT) oleh
Giulio Tononi

Kopilot:

ChatGPT 4o (2025). Access date: 23 May 2025. Prompting by [Rudy C Tarumíngkeng](#) on Writer's account. <https://chatgpt.com/c/6830728c-ed8c-8013-beec-ea33fcfc71b6>