

NEUROSAINS

KOGNITIF

Menjelajah otak : Daerah yang belum dijelajahi
dalam diri manusia

- Lili 2324090004
- Mutiara Kayla Safina 2324090124
- Yassar Ramadhan Hidayat 2324090145



TUJUAN

Meskipun lunak seperti tahu dan hanya berbobot ± 3 pon, otak memiliki kemampuan tak terbatas dalam memproses informasi. **Jutaan neuron** saling terhubung untuk menganalisis sinyal sensoris yang mendasari **persepsi, emosi, keputusan, hingga keterampilan fisik.**

Jadi, neuron-neuron ini kerja bareng waktu kita merasakan sesuatu (persepsi), mengatur emosi, mengambil keputusan, sampai ngelakuin gerakan fisik kayak jalan atau nulis.

Walaupun bentuk dan bagian-bagian otak udah diketahui, cara kerja setiap bagiannya masih terus diteliti. Ilmuwan lagi berusaha bikin “peta otak” buat tahu bagian mana yang aktif saat kita ngelakuin hal tertentu — kayak ngeliat, denger, mikir, atau ngomong.



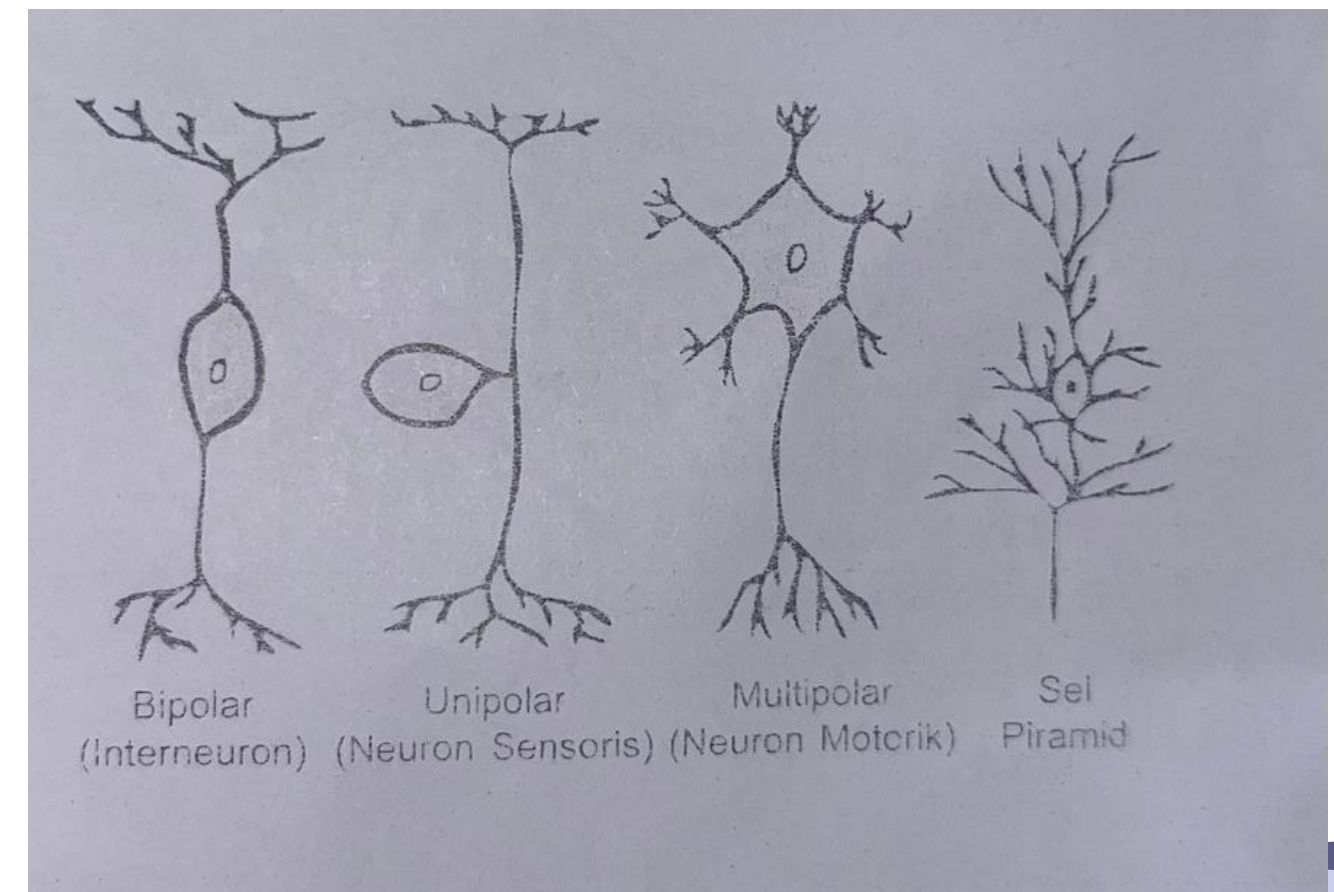
CATATAN PERJALANAN : ABAD 21 - ILMU OTAK

Filsuf René Descartes dikenal dengan teori dualisme pikiran-tubuh (dualism). Menurut pandangannya, realitas terdiri dari dua substansi yang terpisah dan berbeda:

- Tubuh: Benda fisik yang diatur oleh hukum alam (gravitasi, mekanika) dan dapat diamati.
- Pikiran: Zat non-fisik, tempat ide, kesadaran, dan emosi berada; tidak tunduk pada hukum alam.
- Interaksi Otomatis: Descartes menjelaskan tubuh dapat bergerak secara otomatis (refleks) tanpa keterlibatan pikiran.

SSP terdiri dari Otak dan Sumsum Tulang Belakang.

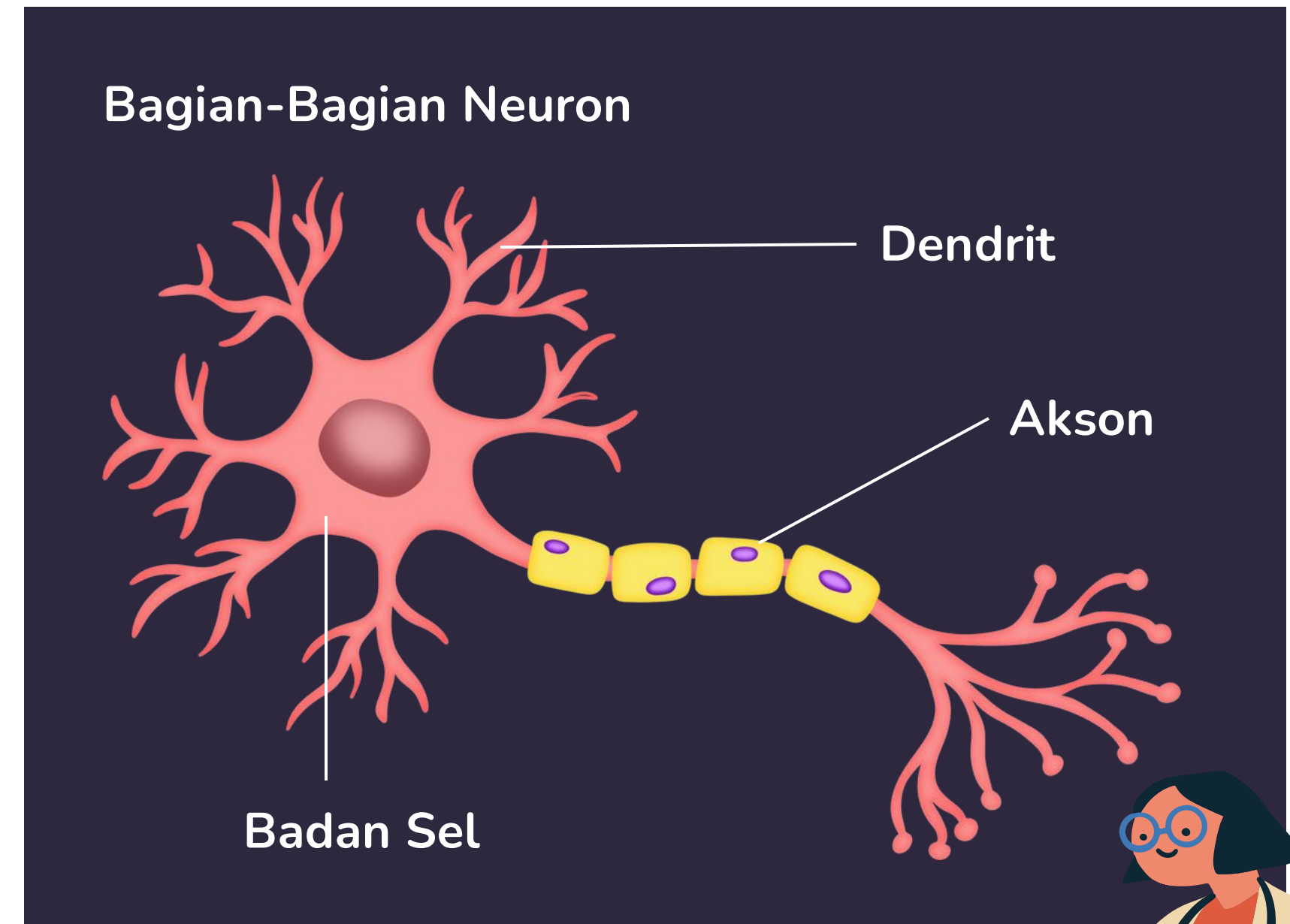
- Otak manusia mengandung ≈ 100 Miliar Neuron—setara jumlah bintang di galaksi kita.
- Neuron terhubung melalui ≈ 100 Triliun Sinapsis—koneksi yang lebih banyak dari sistem komunikasi buatan manusia di seluruh dunia.
- Kompleksitas: Keterhubungan ini membuat otak sangat rumit, melampaui kemampuan kita untuk memahaminya secara menyeluruh saat ini.



Struktur Neuron

Sistem Saraf pusat

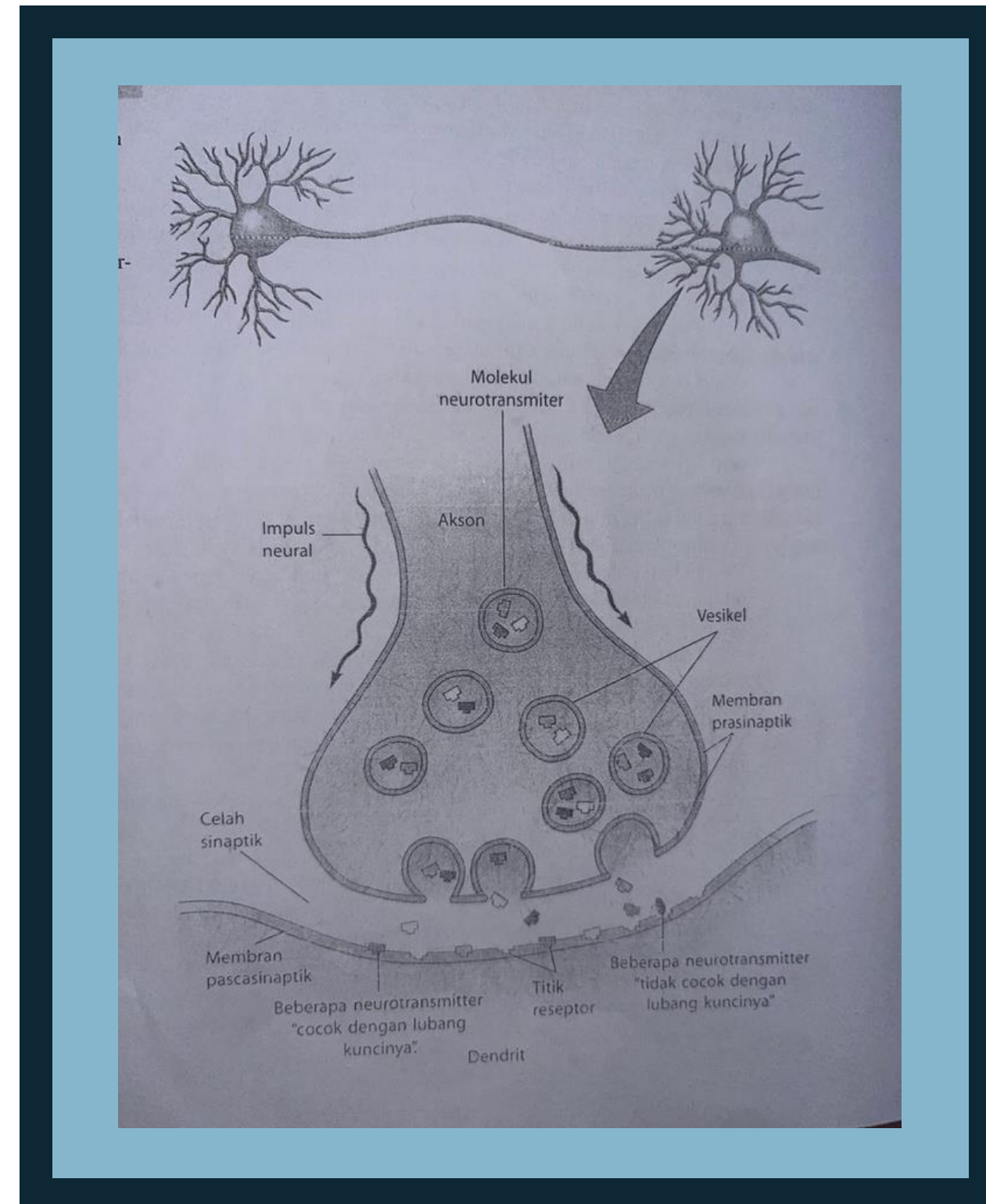
- Dendrit: Menerima sinyal impuls dari neuron lain. Bentuknya seperti cabang pohon.
- Tubuh Sel (Soma): Pusat metabolisme dan pemrosesan utama.
- Akson: Serabut panjang yang menghantarkan impuls keluar.
- Mielin (Myelin Sheath): Lapisan lemak yang membungkus akson, berfungsi sebagai insulator dan mempercepat transmisi impuls.
- Terminal Pra-Sinaptik: Ujung akson yang dekat dengan dendrit neuron lain (tempat sinapsis).



Transmisi sinaptik

Sinapsis: Mekanisme Transmisi Informasi

- Celah Sinaptik: Ruang mikro antar-neuron.
- Neurotransmitter: Zat kimia yang dilepaskan terminal pra-sinaptik ke celah sinaptik.
- Reseptor: Molekul pada dendrit pasca-sinaptik yang menangkap neurotransmitter.
- Fungsi: Mengubah pesan kimiawi menjadi pesan elektrik di neuron pasca-sinaptik.
- Efek: Dapat bersifat Eksitatori (mendorong neuron menembak) atau Inhibitori (menghambat neuron menembak).



Struktur dan Fungsi Otak Manusia

Perkembangan dan Plastisitas Otak

- Perkembangan Dini: Jaringan neural (sinapsis dan dendrit) tumbuh pesat sejak lahir hingga ≈ 2 tahun.
- Prinsip Dasar: Kemampuan belajar bergantung pada terbentuknya koneksi sinapsis baru, bukan hanya penambahan sel neuron.
- Plastisitas: Kemampuan otak untuk mengubah strukturnya (koneksi antar neuron) berdasarkan pengalaman.
- Neurogenesis: Pembentukan neuron baru (dulunya kontroversial, kini diketahui terjadi di area tertentu).

Struktur Otak

- Materi Abu-abu: Tempat neuron berkumpul → untuk berpikir dan menganalisis.
 - Materi Putih: Serabut saraf penghubung antarbagian otak →
untuk mengirim informasi.
- Dua Belahan Otak (Hemisfer):
- Kiri: logika, bahasa, analisis
 - Kanan: kreativitas, emosi, intuisi
- Keduanya selalu bekerja sama.
- Lipatan Otak (Gyrus & Sulcus):
Bikin permukaan otak luas — seperti halaman buku yang dilipat supaya bisa menampung lebih banyak “informasi”.

ANATOMI OTAK

Otak Manusia

Struktur: Massa lunak, terbagi dua belahan (hemisfer), dengan banyak lipatan (gyrus dan sulcus) untuk memperluas permukaan.

Fungsi Utama: Mengendalikan seluruh pikiran, sensasi, dan fungsi kognitif tinggi.

Empat Lobus: Dibagi berdasarkan letak geografis fungsional: Frontal, Temporal, Parietal, dan Oksipital.

Lobus - lobus di Korteks Serebral

- Lobus Frontal: Perencanaan, impuls, dan perilaku terorganisir.
- Lobus Temporal: Pemrosesan auditori, memori, dan bahasa.
- Lobus Parietal: Integrasi sensorik, navigasi spasial, dan manipulasi objek.
- Lobus Oksipital: Pemrosesan visual (Korteks Striat).

Area utama Motorik & Bahasa

- Korteks Motorik (Frontal): Mengendalikan gerakan sadar.
- Korteks Somatosensori (Parietal): Menerima sensasi sentuhan.
- Prinsip Kontralateral: Belahan kiri otak mengendalikan sisi kanan tubuh, dan sebaliknya.
- Area Broca (Frontal): Produksi ucapan (speech production).
- Area Wernicke (Temporal): Pemahaman bahasa (language comprehension).

Area Sensori-Motor

Area Sensori-Motor Primer

Terdiri dari dua bagian utama yang saling berdampingan di otak:

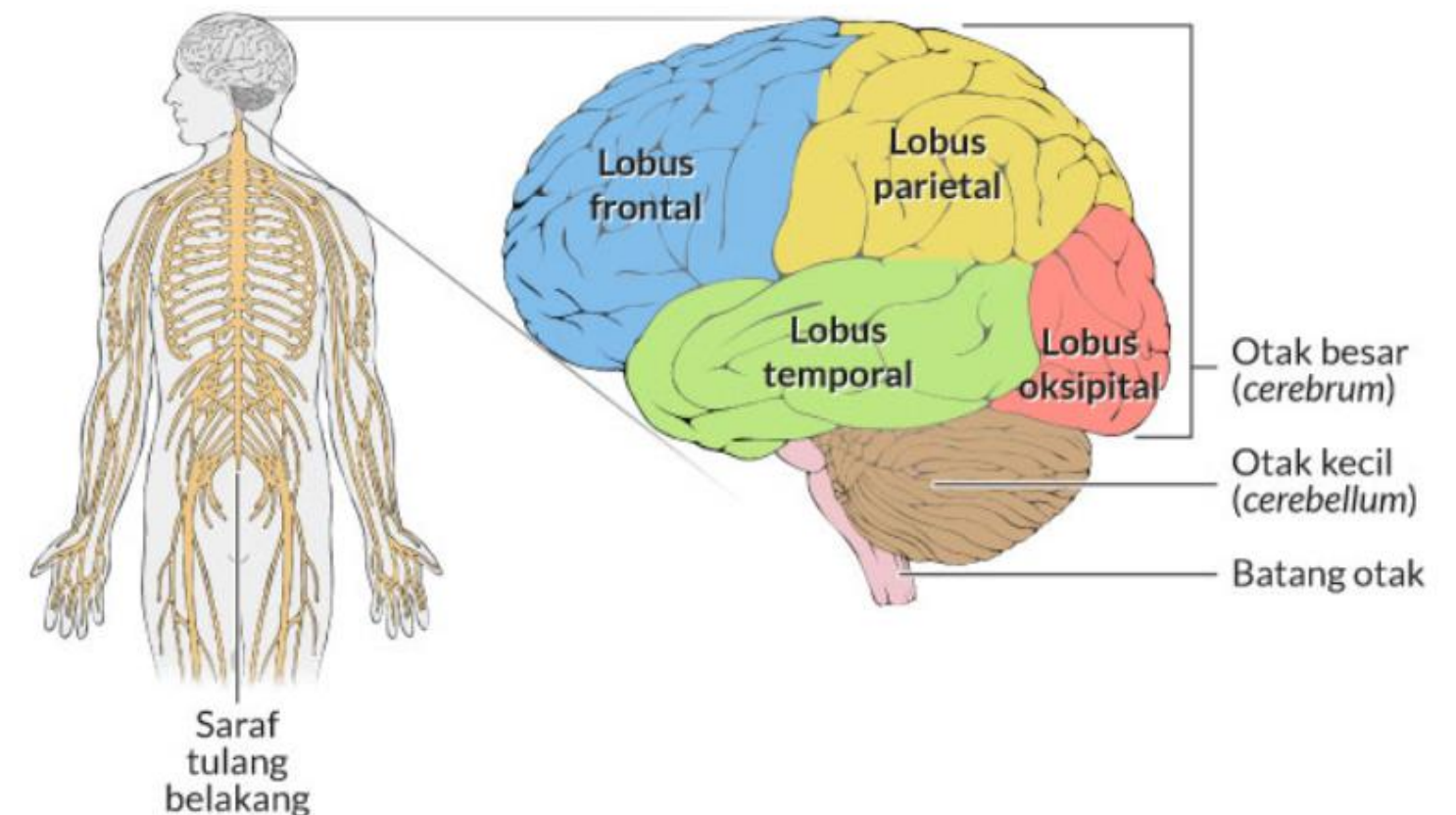
Korteks Motorik dan Korteks Somatosensori.

1 Korteks Motorik

- Lokasi: Lobus frontal, tepat di depan sulkus sentralis.
- Fungsi: Mengendalikan gerakan tubuh sadar (gerakan yang kita sengaja lakukan).
- Prinsip Kontralateral: Otak kiri mengatur sisi kanan tubuh, dan sebaliknya.
- Contoh: Saat kamu menggerakkan tangan kanan, sinyalnya berasal dari korteks motorik kiri.

2 Korteks Somatosensori

- Lokasi: Lobus parietal, tepat di belakang sulkus sentralis.
- Fungsi: Menerima dan memproses sensasi tubuh, seperti sentuhan, suhu, tekanan, dan rasa sakit.
- Prinsip Kontralateral: Otak kanan menerima sensasi dari sisi kiri tubuh, dan sebaliknya.
- Contoh: Saat kamu merasakan sentuhan di tangan kiri, informasi itu diproses di korteks somatosensori kanan.



Menemukan Fungsi Kortikal

Penelitian Awal dalam Lokalisasi Fungsi Kortikal

a. Pandangan Zaman Kuno

Pada masa kuno, banyak ilmuwan belum memahami peran otak. Aristoteles bahkan berpendapat bahwa pikiran dan emosi berasal dari jantung, bukan otak. Jadi, saat itu otak belum dianggap sebagai pusat kesadaran manusia.

b. Munculnya Frenologi

Berabad-abad kemudian, muncul frenologi, yang percaya bahwa kepribadian dan kemampuan manusia terletak pada bagian-bagian tertentu otak.

Para frenolog bahkan membaca tonjolan di kepala untuk menilai sifat seseorang.

Meskipun kini dianggap tidak ilmiah, frenologi menjadi awal penting munculnya ide lokalisasi fungsi otak, yaitu bahwa tiap area otak punya tugas tertentu.

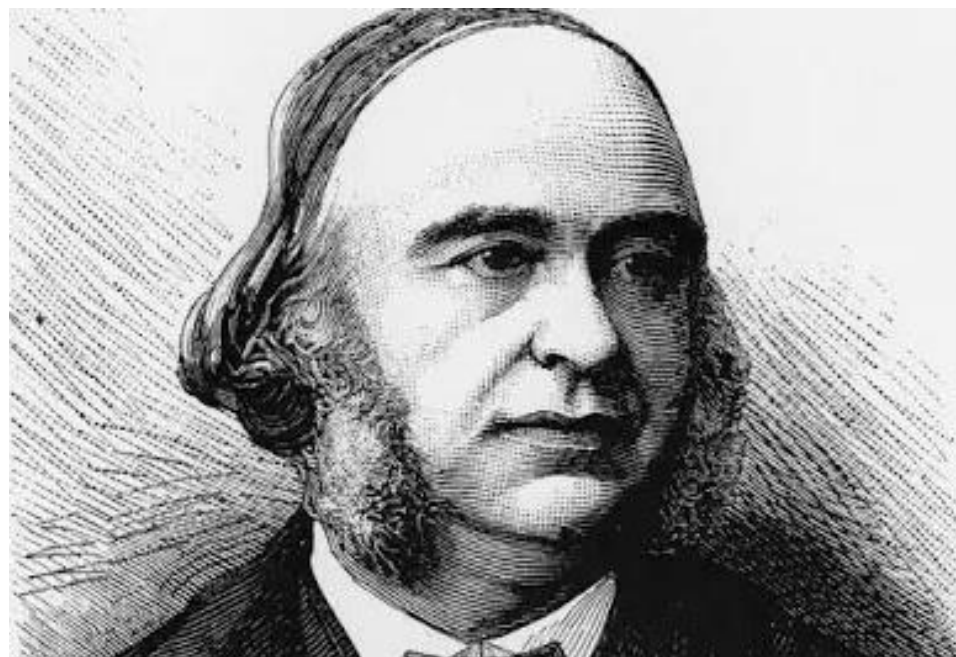
c. Kasus Phineas Gage dan Awal Psikosurgeri

Pada tahun 1800-an, Phineas Gage, seorang pekerja rel kereta, mengalami kecelakaan, batang logam menembus lobus frontal otaknya.

Setelah itu, kepribadiannya berubah drastis, dari sopan menjadi mudah marah dan tidak terkendali. Kasus ini menjadi bukti awal bahwa lobus frontal berperan dalam pengaturan emosi dan kepribadian.

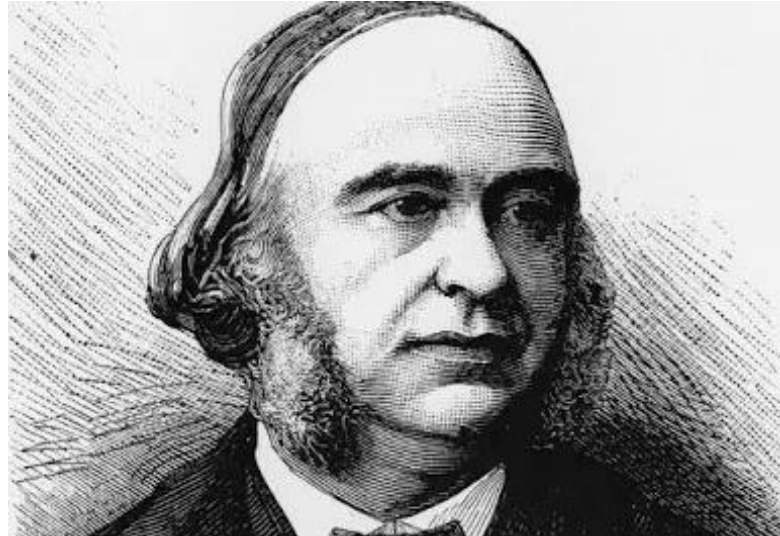
Penemuan ini menginspirasi Antonio Moniz meneliti bagian otak tersebut, yang kemudian melahirkan praktik psikosurgeri pada tahun 1930-an.

Metode ini dikembangkan oleh Walter Freeman dan dikenal sebagai lobotomi, yaitu operasi pada lobus frontal untuk mengubah perilaku pasien dengan gangguan mental berat.



Tokoh-Tokoh Penting dalam Lokalisasi Fungsi Otak





a. Pierre Paul Broca

Broca meneliti kasus aphasia (kehilangan kemampuan berbahasa akibat kerusakan otak).

Hasil penelitiannya menunjukkan adanya cedera pada area tertentu di otak, yang kini dikenal sebagai area Broca yang berperan penting dalam produksi bahasa.

b. Karl Wernicke

Pada tahun 1876, Karl Wernicke menemukan jenis aphasia lain, di mana pasien dapat berbicara, tetapi ucapannya tidak bermakna.

Dari temuannya, ia menyimpulkan bahwa fungsi mental tertentu terlokalisasi di area otak yang terkait dengan aktivitas perseptual dan motorik sederhana.



c. Kontribusi terhadap Psikologi Kognitif

Penelitian Broca dan Wernicke melahirkan konsep koneksionis, yaitu gagasan bahwa fungsi kognitif kompleks bergantung pada jaringan koneksi antarneuron.

Wernicke juga menyatakan bahwa beberapa fungsi otak diproses secara paralel di berbagai area, ide ini menjadi dasar penting bagi psikologi kognitif modern.

Perdebatan tentang Lokalisasi vs Distribusi Fungsi

a. Pierre F dan Teori Medan Agregat

Pierre Flourens menentang pandangan frenolog dan lobotomi.

Ia menemukan bahwa fungsi motorik dan sensorik tidak hanya berada di area tertentu, melainkan terdistribusi merata di seluruh otak.

Pandangan ini disebut teori medan agregat.

Teori Lokalisasi Fungsi (Jalan Tengah)

Teori lokalisasi fungsi menjadi kompromi antara pandangan frenologi dan teori medan agregat.

Menurut teori ini, beberapa atribut mental memang terlokalisasi di wilayah otak tertentu, seperti:

- Pengendalian respons motorik,
- Terminal sensorik,
- Penglihatan, dan
- Pemrosesan bahasa.

Namun, fungsi kognitif tingkat tinggi seperti berpikir dan memori melibatkan banyak area otak secara bersamaan.

Karl Lashley dan Teori Aksi Massa

Karl Lashley (Amerika, 1950) mengembangkan teori ini dengan meneliti hubungan cedera otak dan perilaku. Hasilnya, ia menemukan bahwa memori tidak tersimpan di satu lokasi tertentu, melainkan tersebar di seluruh otak.

Ia menyebut hal ini sebagai teori aksi massa, dan menyimpulkan bahwa otak bekerja dengan prinsip gabungan antara lokalisasi dan aksi massa.



Setelah para ilmuwan menemukan bahwa setiap bagian otak punya fungsi berbeda, penelitian pun berlanjut lebih dalam. kali ini berfokus pada dua belahan otak manusia, yaitu hemisfer kiri dan kanan.

Tujuannya untuk memahami, apakah kedua sisi otak ini bekerja sama atau memiliki tugas yang berbeda.

a. Penemuan Awal

Rujukan paling awal ditemukan di hieroglif Mesir Kuno (abad ke-7 SM) yang menunjukkan bahwa cedera pada satu sisi otak menyebabkan gangguan pada sisi tubuh yang berlawanan, fenomena ini disebut kontralateralis.

b. Pemotongan Korpus Kalosum

Pada tahun 1950-an, dokter melakukan operasi pemotongan corpus callosum pada pasien epilepsi.

Corpus callosum adalah jaringan saraf yang menghubungkan hemisfer kiri dan kanan, memungkinkan keduanya bertukar informasi.



Penelitian Belah-Otak (Split-Brain Research)

a. Roger Sperry dan Temuan Awal

Roger Sperry (1950-an) meneliti pasien belah-otak dan menemukan bahwa setiap hemisfer memiliki fungsi yang berbeda.

Hasil ini diperkuat oleh penelitian Gazzaniga, Bogen, dan Perry:

- Hemisfer kiri → bahasa, analisis, logika, dan klasifikasi.
- Hemisfer kanan → seni, musik, pemrosesan spasial, pengenalan arah, dan kemampuan visual.

b. Penelitian Lanjutan oleh Gazzaniga

Pada tahun 1983, Gazzaniga menemukan bahwa hemisfer kanan juga memiliki kemampuan linguistik dasar, terutama dalam pemahaman bahasa tertulis.

Penelitian ini menunjukkan bahwa fungsi otak bersifat fleksibel dan tidak sepenuhnya kaku, banyak fungsi otak tersebar di berbagai wilayah.

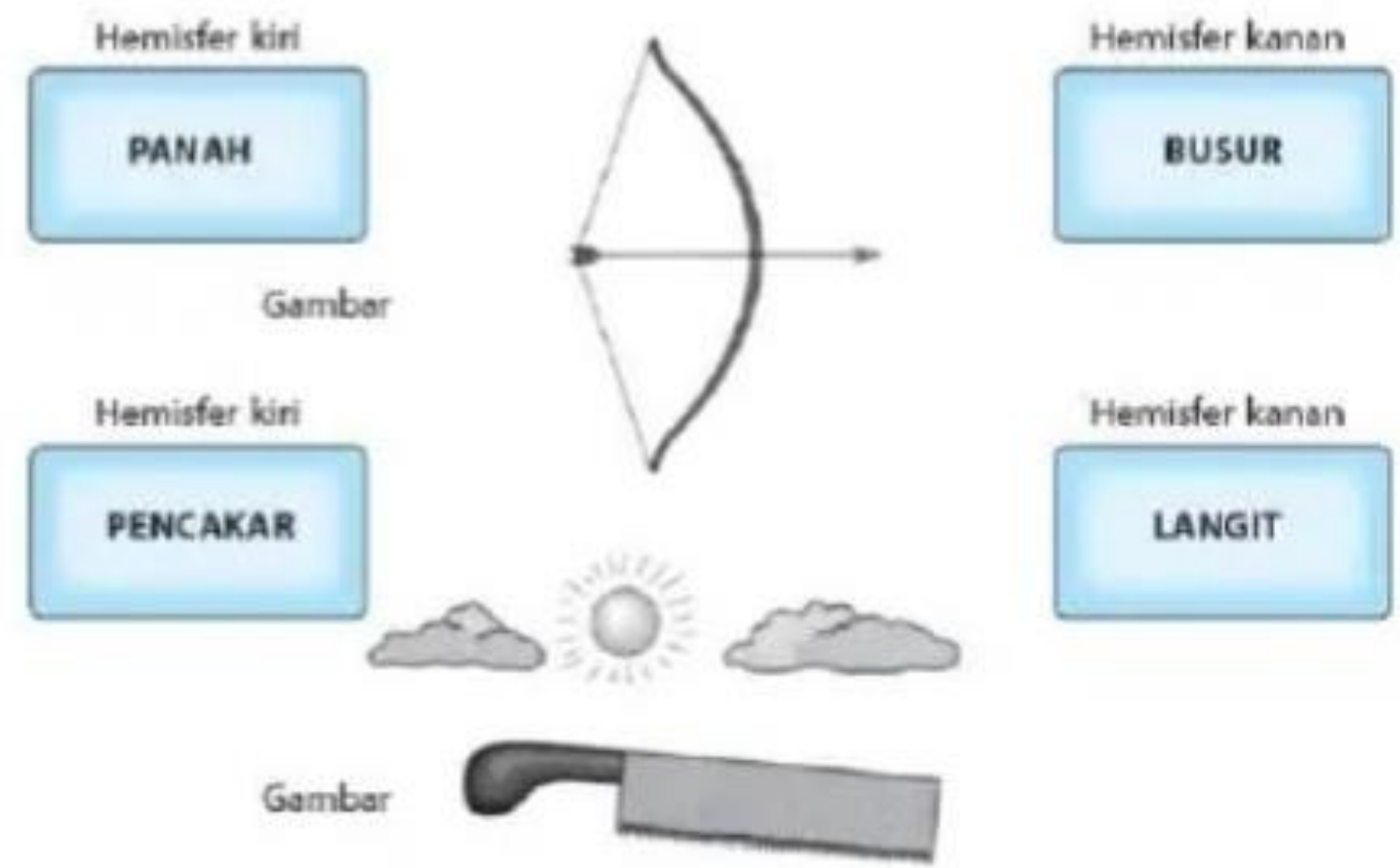
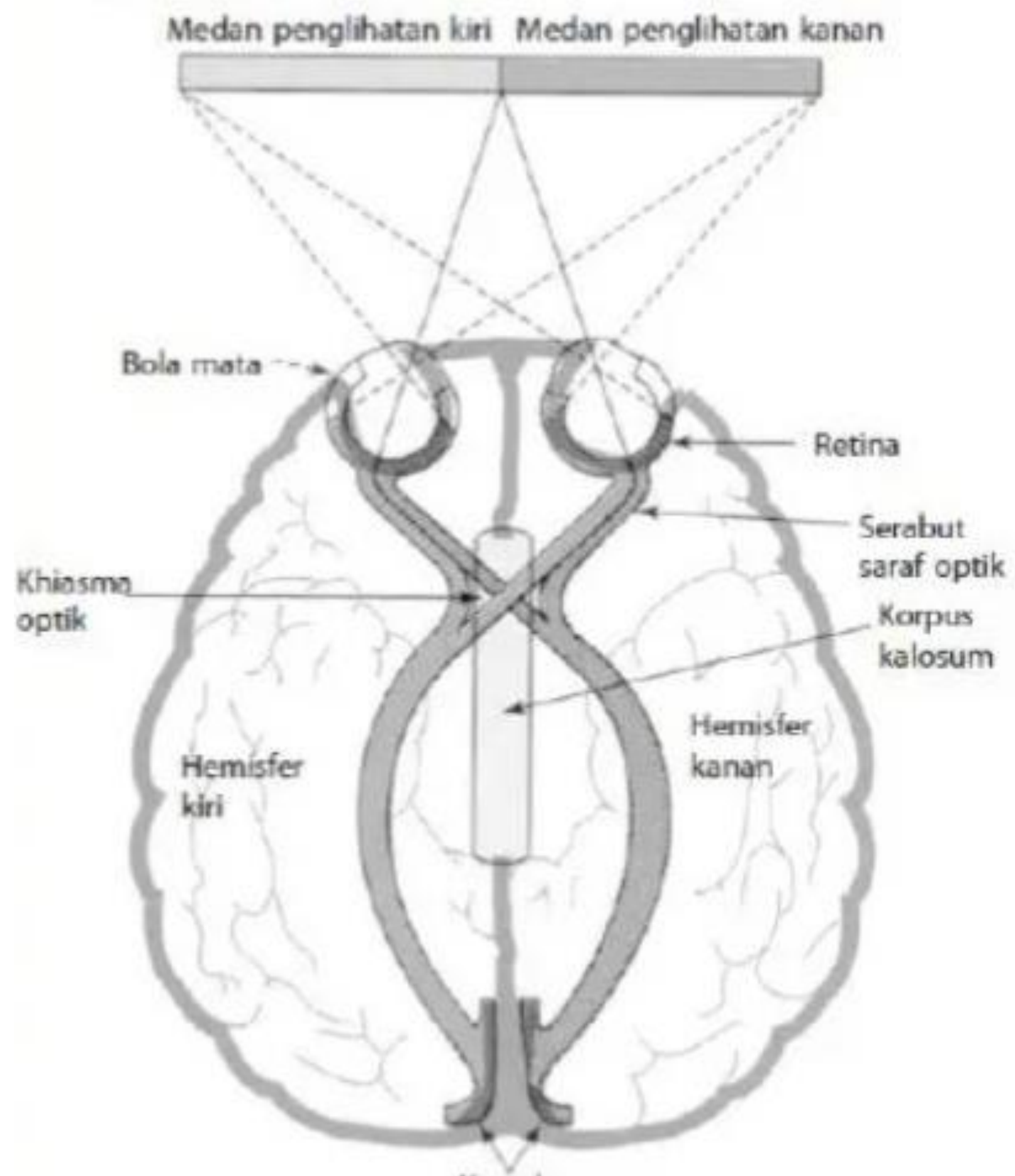
Jika corpus callosum dipotong, informasi dari satu sisi retina hanya diproses oleh hemisfer yang terkait, sehingga tidak bisa berpindah ke sisi lainnya.

c. Eksperimen “Busur dan Panah”

Dalam penelitian Gazzaniga, peserta dapat mengenali “busur” dan “panah” secara terpisah, tetapi tidak memahami konsep keduanya sebagai satu kesatuan.

Ini menunjukkan bahwa tanpa corpus callosum, kedua hemisfer tidak dapat berkomunikasi secara penuh, meskipun masih bisa memproses informasi sendiri-sendiri.

Penelitian Levy, Trevarthen, dan Sperry (1972) memperkuat hasil ini, setiap hemisfer mengenali citra terpisah dan memiliki spesialisasi fungsi yang tidak dapat ditransfer tanpa corpus callosum





Studi Kognitif Modern tentang Korpus Kalosum

Penelitian pada pria tidak kidal menunjukkan bahwa:

- Informasi awal diproses oleh satu hemisfer, lalu diakses oleh hemisfer lainnya.
- Hemisfer kiri lebih unggul dalam memproses kata dan huruf,
- Sedangkan hemisfer kanan unggul dalam pemrosesan spasial.

Pada manusia dengan koneksi otak utuh, kedua hemisfer bekerja secara kooperatif dan saling berkomunikasi secara intensif, membentuk sistem pemrosesan kognitif yang terpadu.

Neurosains Kognitif

Neurosains kognitif adalah cabang ilmu yang menggabungkan psikologi kognitif dengan neurosains (ilmu tentang sistem saraf dan otak).

Bidang ini berfokus untuk memahami bagaimana otak memungkinkan manusia berpikir, mengingat, berbahasa, memecahkan masalah, dan membuat keputusan.

Pada awalnya, penelitian otak berfokus pada hal-hal anatomi seperti lobotomi, frenologi, dan lokalisasi fungsi, namun kemudian berkembang menjadi lebih modern — meneliti hubungan antara proses mental (pikiran) dengan aktivitas fisiologis otak.

Neurosains kognitif mempelajari:

- Struktur otak yang terlibat dalam proses kognitif.
- Aktivitas neural yang terjadi saat berpikir, mengingat, atau merasakan.
- Hubungan sebab-akibat antara perubahan otak dengan perubahan perilaku.

📖 Richard Thompson (2000) menyebut neurosains kognitif sebagai “perkawinan alami antara neurosains dan ilmu kognitif”, karena keduanya tidak bisa dipisahkan dalam memahami otak dan pikiran manusia.

🎯 Tujuan utama:
Menjelaskan bagaimana struktur fisik otak menciptakan fungsi mental.
Mengidentifikasi unit pemrosesan informasi di otak.
Menentukan bagaimana unit-unit tersebut berinteraksi secara komputasional untuk menghasilkan perilaku.



PSIKOLOGI KOGNITIF DAN NEUROSAINS KOGNITIF

Psikologi kognitif dan neurosains kognitif memiliki hubungan yang sangat erat karena keduanya saling melengkapi.

PSIKOLOGI KOGNITIF

Meneliti proses mental internal seperti:

- perhatian,
- persepsi,
- bahasa,
- memori,
- berpikir dan penalaran.

Namun, psikologi kognitif hanya menjelaskan “bagaimana pikiran bekerja”, tanpa melihat di mana dan bagaimana proses itu terjadi di otak.



NEUROSAINS KOGNITIF

Meneliti mekanisme biologis di balik proses kognitif tersebut. Artinya, ia menjawab “bagaimana otak melaksanakan pikiran itu secara fisik.”

Kombinasi keduanya memungkinkan peneliti menjawab pertanyaan seperti:

- Bagaimana otak mengenali wajah?
- Di bagian otak mana bahasa diproses?
- Bagaimana memori disimpan dan diaktifkan kembali?

“Fungsi otak kita adalah menghasilkan perilaku yang sesuai dengan lingkungan kita.” – Cosmides & Tooby

- Dengan pendekatan gabungan ini, kita bisa memahami pikiran manusia secara lebih utuh: dari sisi mental dan sisi biologisnya.

ALASAN PENTINGNYA NEUROSAINS KOGNITIF

Beberapa alasan mengapa bidang ini sangat penting bagi perkembangan ilmu psikologi modern:

1. Menemukan bukti fisik dari pikiran.

- Neurosains kognitif membantu mencari jejak biologis dari proses seperti berpikir, mengingat, atau mengenal bahasa.
- Dengan teknologi pencitraan otak, kita dapat melihat area otak yang aktif ketika seseorang berbicara, melihat, atau mengingat.

1. Menghubungkan otak dan perilaku klinis.

- Membantu menjelaskan hubungan antara kerusakan otak (seperti akibat stroke, trauma, tumor) dengan gangguan perilaku atau kognitif.
- Misalnya: kerusakan pada lobus frontal dapat menyebabkan gangguan pengambilan keputusan.

1. Mengembangkan model fungsi otak.

- Para ilmuwan mencoba membuat model simulasi otak (misalnya neural network) untuk memahami bagaimana otak manusia memproses informasi dan belajar.

1. Peningkatan pemahaman psikologis dan medis.

- Neurosains membantu psikolog memahami penyebab biologis perilaku manusia, serta mengembangkan terapi untuk pasien dengan gangguan otak.



IMPORTANT!

TEKNOLOGI NEUROSAINS

Perkembangan pesat neurosains modern ditandai dengan kemunculan berbagai alat pencitraan otak (brain imaging tools). Teknologi ini memungkinkan ilmuwan untuk melihat aktivitas otak secara langsung tanpa operasi, baik dari segi struktur maupun fungsinya.



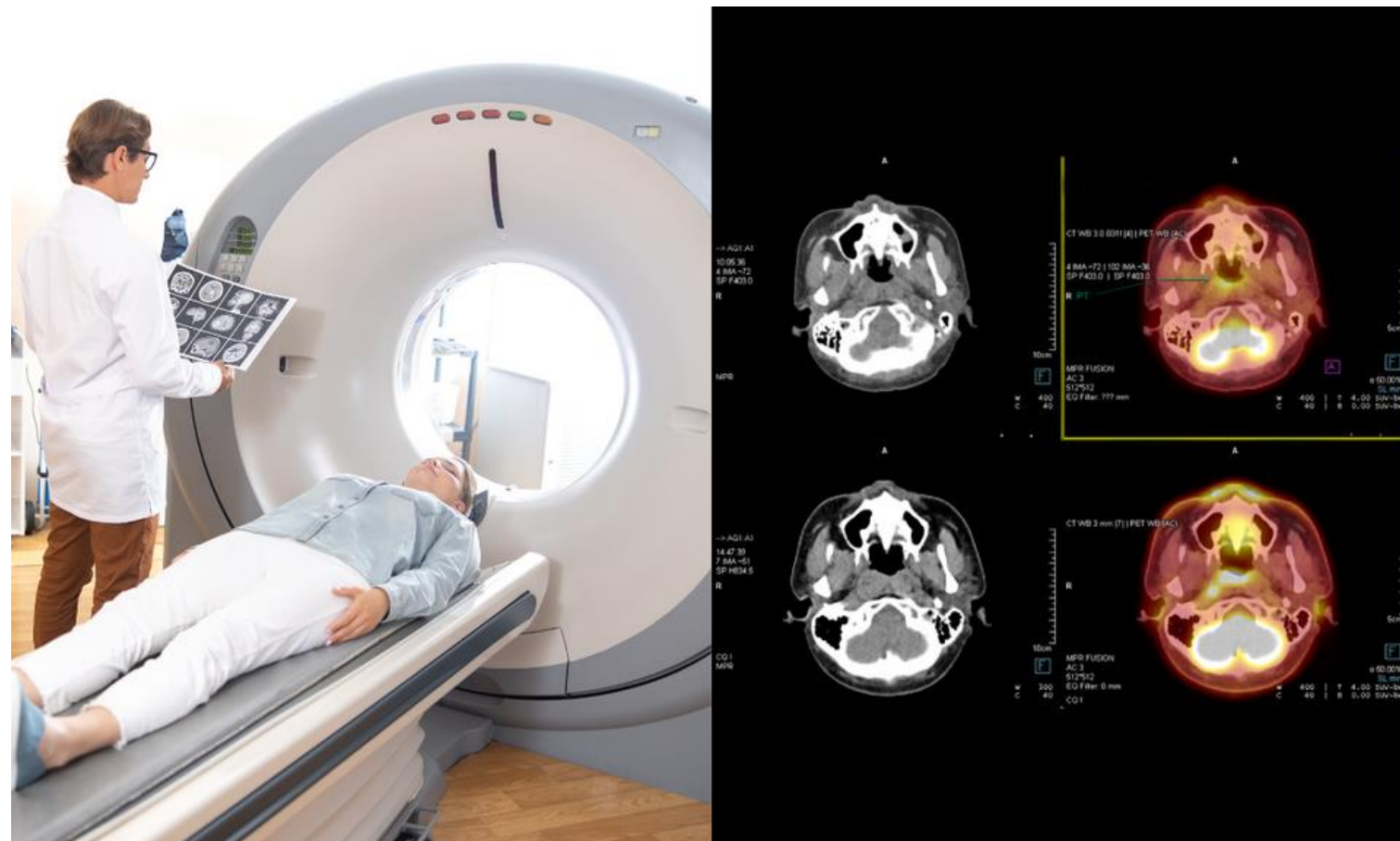
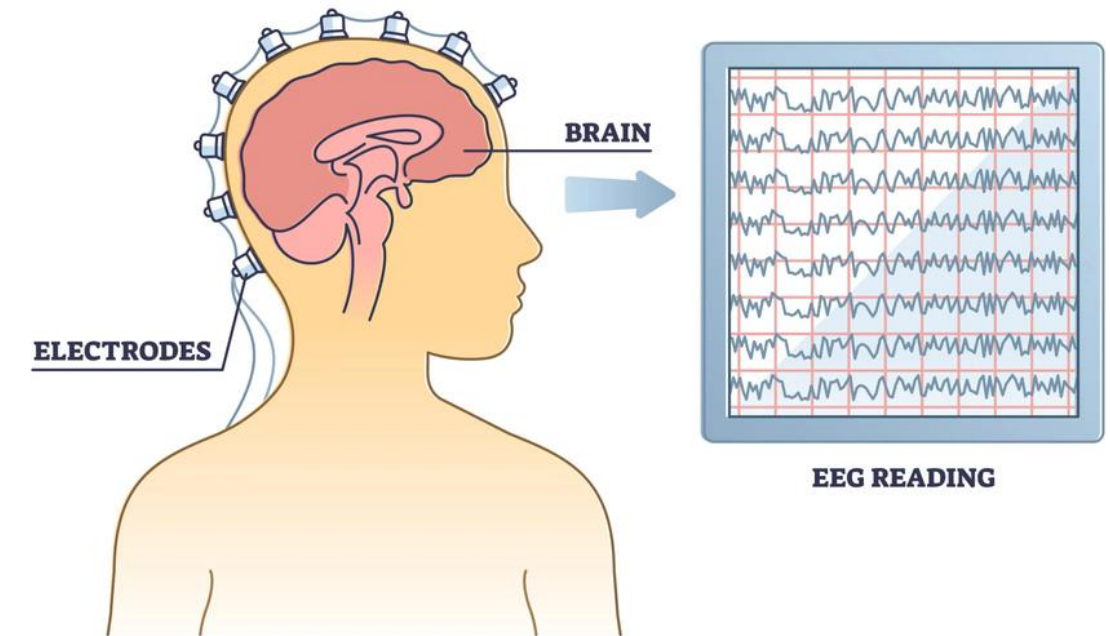
Alat	Fungsi Utama	Informasi yang Didapat
EEG (Electroencephalogram)	Merekam sinyal listrik otak melalui elektroda di kepala.	Aktivitas listrik otak waktu nyata (real-time).
CT Scan (Computed Tomography)	Menggunakan sinar-X untuk menampilkan irisan (slice) otak.	Struktur fisik otak dalam 3D.
PET (Positron Emission Tomography)	Mengukur aliran darah dan penggunaan glukosa.	Menunjukkan area otak yang aktif selama tugas tertentu.
MRI (Magnetic Resonance Imaging)	Menggunakan medan magnet untuk menampilkan struktur otak detail.	Struktur otak secara mendalam.
fMRI (Functional MRI)	Mengukur aktivitas otak berdasarkan perubahan aliran darah (BOLD signal).	Struktur + fungsi otak aktif.
MEG (Magnetoencephalography)	Mendeteksi medan magnet akibat aktivitas neuron.	Aktivitas otak dengan resolusi waktu sangat tinggi.
TMS (Transcranial Magnetic Stimulation)	Menstimulasi area otak dengan magnet untuk melihat efek perilaku.	Menguji hubungan sebab-akibat otak dan perilaku.
Micro CT	Versi CT resolusi tinggi untuk objek mikro.	Gambar 3D sangat detail dari struktur otak kecil.

PENJELASAN SINGKAT TIAP ALAT DAN FUNGSINYA

EEG (Electroencephalography)

- Merekam sinyal listrik dari neuron melalui elektroda di kulit kepala.
- Menunjukkan aktivitas otak secara real-time dengan kecepatan milidetik.
- Kelebihan: cepat dan non-invasif.
- Kekurangan: tidak menunjukkan lokasi yang sangat spesifik di otak.

ELECTROENCEPHALOGRAPHY



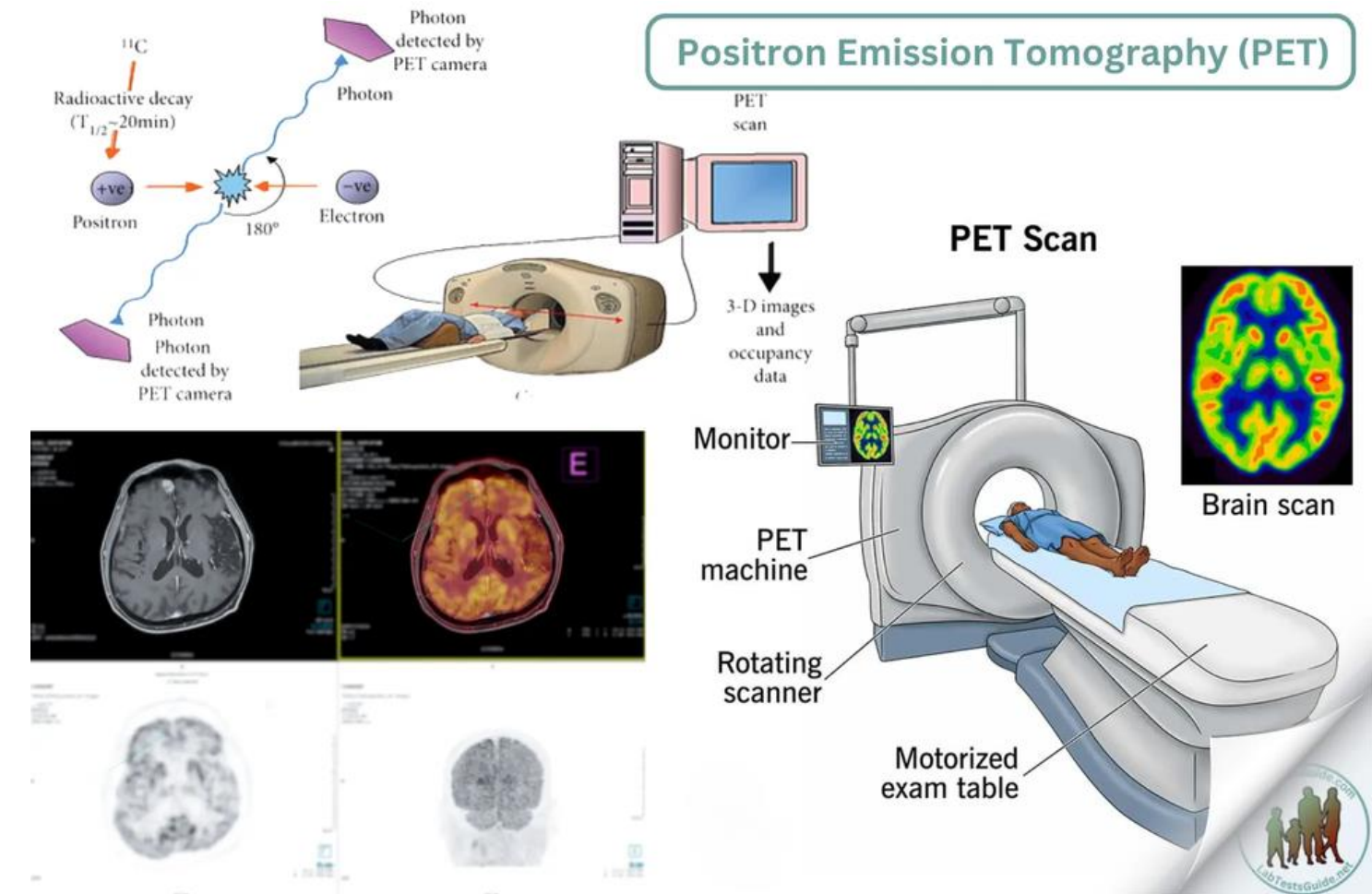
CT Scan (Computed Tomography)

- Menggunakan sinar-X untuk menghasilkan gambar struktur otak tiga dimensi (3D).
- Cocok untuk mendeteksi kerusakan jaringan otak akibat cedera atau penyakit.
- Memberi tampilan “slice” atau potongan otak.

PENJELASAN SINGKAT TIAP ALAT DAN FUNGSINYA

PET (Positron Emission Tomography)

- Menggunakan zat radioaktif (tracer) untuk mendeteksi aliran darah dan metabolisme glukosa di otak.
- Area otak yang aktif akan terlihat karena memerlukan lebih banyak aliran darah.
- Berguna untuk meneliti fungsi otak selama aktivitas kognitif seperti membaca, mengingat, atau melihat.



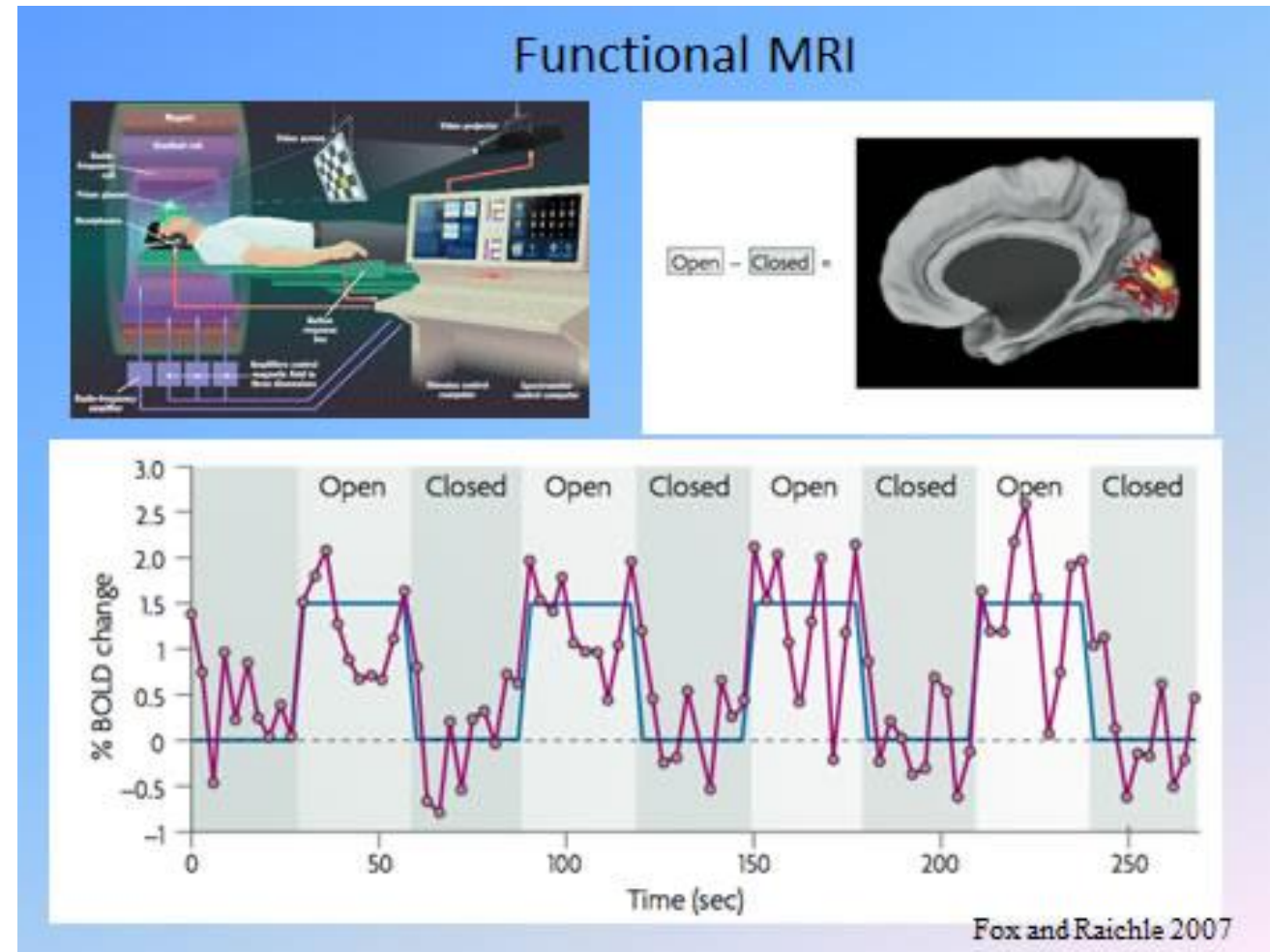
MRI (Magnetic Resonance Imaging)

- Menghasilkan gambar struktur otak yang sangat detail menggunakan medan magnet.
- Tidak berbahaya, karena tidak memakai radiasi.
- Digunakan untuk diagnosis medis dan penelitian struktur otak.

PENJELASAN SINGKAT TIAP ALAT DAN FUNGSIONYA

fMRI (Functional MRI)

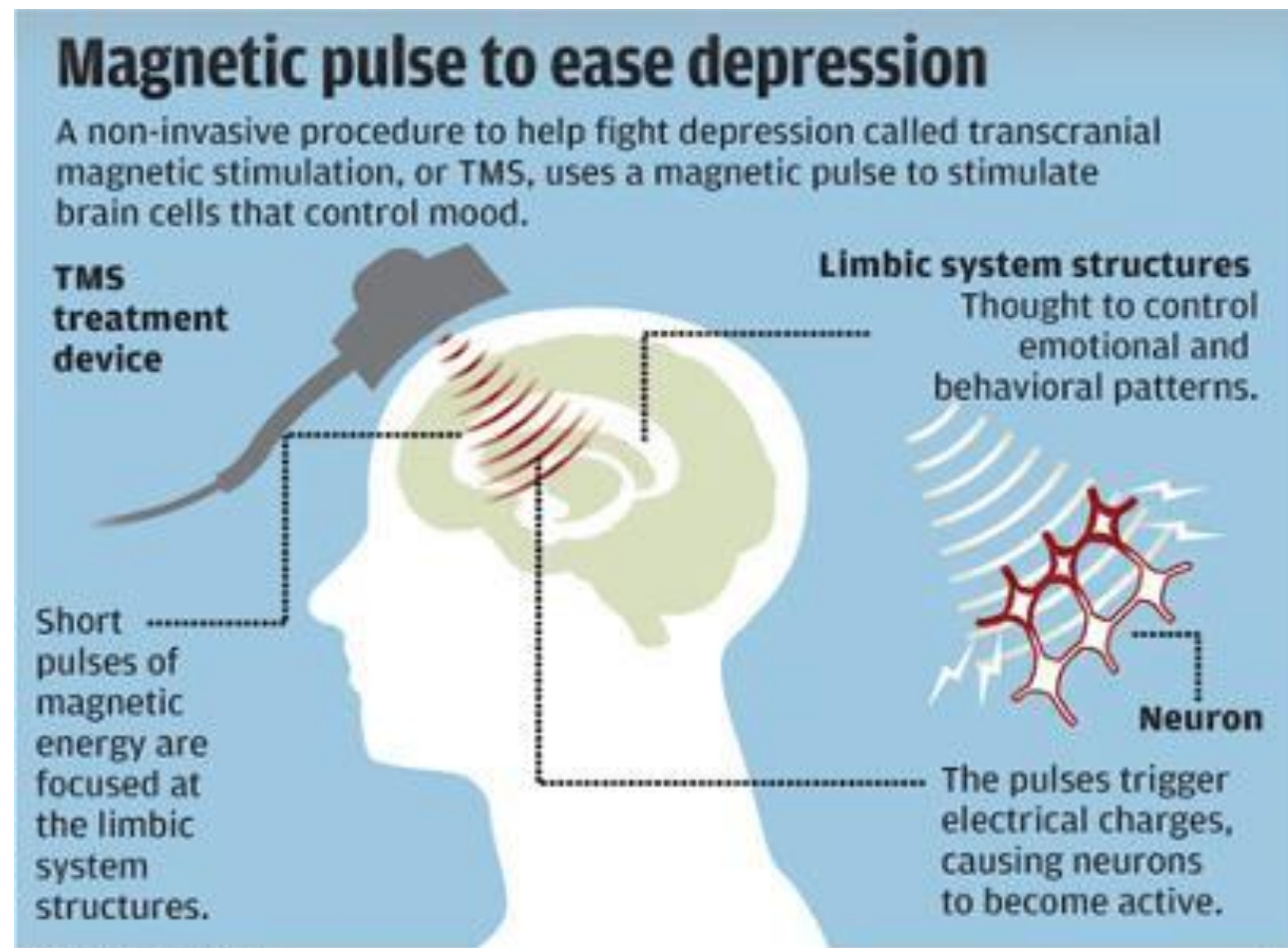
- Mengukur aktivitas otak dinamis berdasarkan perubahan aliran darah (BOLD signal).
- Dapat menampilkan area otak mana yang aktif saat seseorang berpikir atau melakukan tugas.
- Banyak digunakan dalam penelitian kognitif modern.



MEG (Magnetoencephalography)

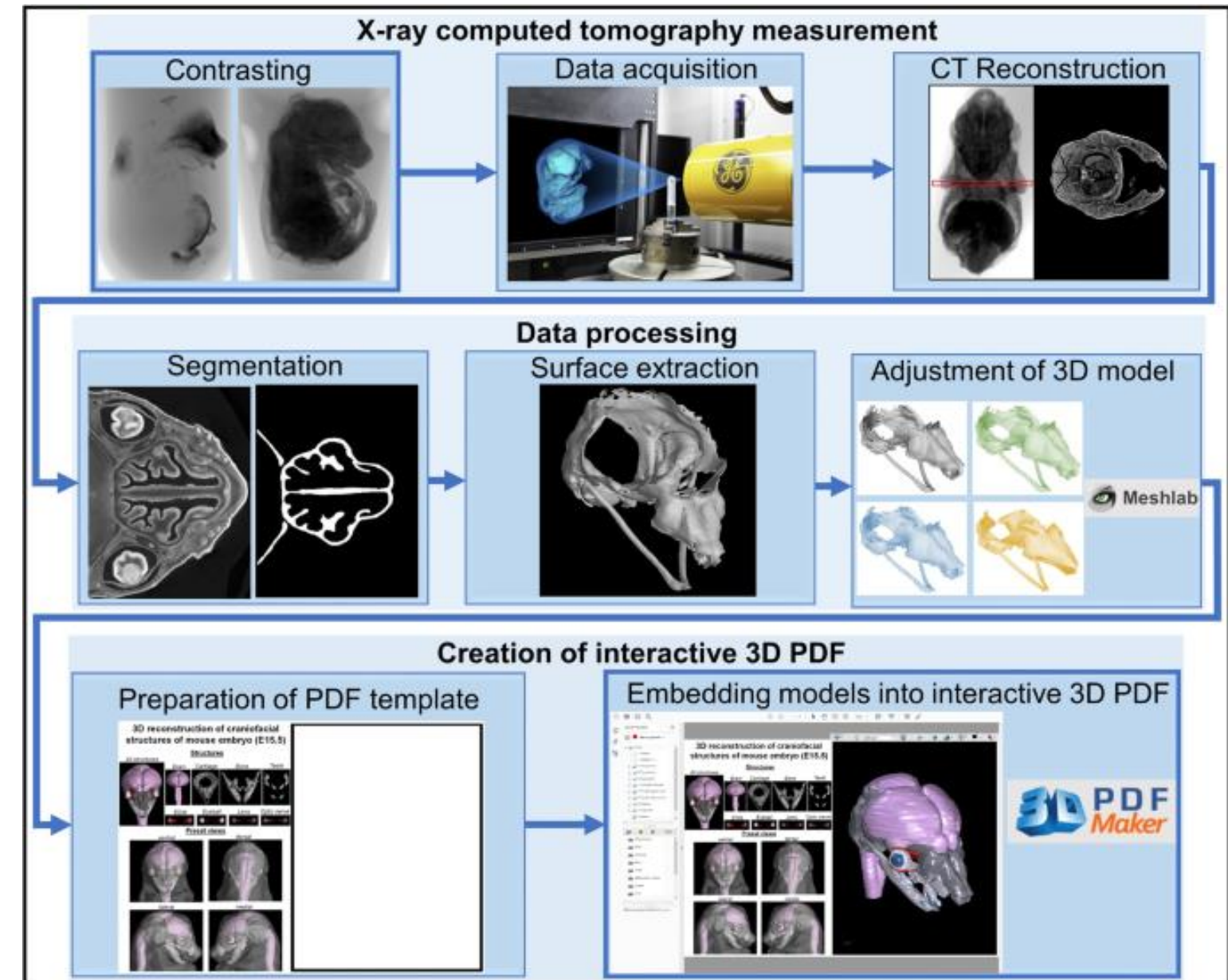
- Mendeteksi medan magnet lemah yang dihasilkan oleh aktivitas neuron.
- Memiliki akurasi waktu sangat tinggi (hingga milidetik).
- Dapat menunjukkan peta aktivitas otak secara lebih akurat dibanding EEG.

PENJELASAN SINGKAT TIAP ALAT DAN FUNGSINYA



MS (Transcranial Magnetic Stimulation)

- Menstimulasi area otak tertentu menggunakan medan magnet.
- Digunakan untuk mengetahui hubungan sebab-akibat antara bagian otak dan fungsi kognitif.
- Juga bermanfaat sebagai terapi depresi atau gangguan saraf tertentu.



Micro CT (X-ray Microtomography)

- Teknologi terbaru dari CT yang mampu memindai struktur mikroskopis otak.
- Menghasilkan gambar 3D dari objek sangat kecil (seperti akar gigi atau bagian neuron halus).
- Masih dalam tahap eksplorasi lanjutan.

Manfaat dan Arah Masa Depan Neurosains Kognitif

- Memberikan pemahaman mendalam tentang hubungan otak dan pikiran.
- Membantu pengembangan teknologi simulasi otak, seperti neural network dalam kecerdasan buatan.
- Menjadi dasar terapi medis untuk gangguan neurologis dan psikologis.
- Menjelaskan bagaimana manusia beradaptasi, belajar, dan berpikir secara biologis.
- Membuka arah penelitian baru tentang kesadaran (consciousness) dan pemrosesan informasi manusia.



💬 Cosmides & Tooby:

“Tugas neurosains kognitif adalah membongkar ulang otak—memisahkan unit-unit pemrosesan informasi, dan menentukan bagaimana unit-unit itu bekerja serta saling terhubung.”

Penelitian PET tentang Memori Episodik dan Semantik

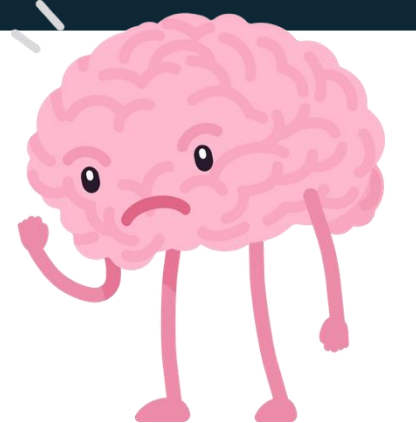
- Penelitian menggunakan alat PET (Positron Emission Tomography) dilakukan dengan menyuntikkan partikel radioaktif ke aliran darah partisipan.
- Alat ini mendeteksi aliran darah otak (rCBF – regional cerebral blood flow) untuk menunjukkan aktivitas otak pada wilayah tertentu saat seseorang melakukan tugas kognitif.

Hasil utama penelitian:

- Ketika partisipan diminta mengingat pengalaman pribadi (memori episodik) → terjadi aktivitas lebih besar di bagian depan (anterior) korteks serebral.
- Ketika diminta memikirkan hal-hal umum sehari-hari (memori semantik) → aktivitas meningkat di bagian belakang (posterior) korteks serebral.

Makna temuan:

- Memori episodik dan semantik melibatkan area otak yang berbeda.
- Ini mendukung teori adanya dua sistem memori (dual memory system) dalam psikologi kognitif.
- Data ini konsisten dengan studi klinis yang menunjukkan pasien dengan kerusakan otak tertentu kehilangan salah satu jenis memori (misalnya hanya episodik saja).



Penelitian PET tentang Pemrosesan Kata di Otak

Peneliti Steven Petersen dan timnya dari Universitas Washington (St. Louis) adalah pelopor penggunaan PET untuk memahami bagaimana otak memproses kata.

Mereka menemukan bahwa kata tidak diproses di satu titik tertentu di otak, melainkan melalui beberapa area otak yang saling bekerja sama (pemrosesan holistik).

Tahapan eksperimen PET tentang pemrosesan kata (oleh Posner & Petersen):

- 1.Tahap istirahat – partisipan tidak melakukan apa-apa.
- 2.Tahap membaca – muncul kata di layar, direspons dengan membaca.
- 3.Tahap mengucapkan – partisipan membaca kata dengan suara keras.
- 4.Tahap asosiasi – partisipan diminta menyebut kata lain yang berhubungan (contoh: “roti” → “makan”).

Hasil aktivitas otak di tiap tahap:

Aktivitas	Area Otak yang Aktif	Fungsi
Melihat kata	Oksipital (visual cortex)	Pengolahan visual huruf/kata.
Mendengar kata	Temporal superior cortex	Pengolahan suara & bahasa lisan.
Mengucapkan kata	Motor cortex (frontal area)	Mengontrol gerak & bicara.
Menghasilkan kata	Lobus frontal &	Proses berpikir, konsentrasi, memori, dan...



- 💬 Kesimpulan:
- 1.Proses bahasa melibatkan banyak area otak secara simultan.
 - 2.Tidak ada “pusat kata tunggal” di otak, melainkan jaringan kerja otak (neural network) yang kompleks.

Prinsip Adaptasi dalam Persepsi Visual dan Wajah

Sebelum munculnya teknologi pencitraan seperti PET atau fMRI, peneliti telah memahami cara kerja otak menggunakan metode adaptasi.

Konsep Adaptasi (Setelah Efek / Aftereffect)

Metode adaptasi menjelaskan bahwa:

- Neuron tertentu “disetel” untuk merespons stimulus spesifik (misalnya garis miring, warna, atau gerakan).
- Ketika neuron ini terpapar stimulus terus-menerus, ia akan menjadi penat (fatigued).
- Setelahnya, ketika melihat stimulus netral, neuron yang belum penat akan bereaksi lebih kuat, menyebabkan ilusi seolah stimulus berubah arah atau bentuk.

Contoh klasik (Gibson & Radner, 1937):

- Seseorang menatap garis miring selama beberapa waktu.
- Ketika kemudian melihat garis lurus, ia akan melihat garis itu seolah miring ke arah berlawanan.
- Fenomena ini disebut “tilt aftereffect.”

Penelitian lanjutan oleh Hubel & Wiesel (1968) menggunakan rekaman neuron tunggal pada kucing, dan menemukan:

- Ada sel-sel di korteks visual yang hanya merespons orientasi garis tertentu.
- Hal ini menunjukkan adanya spesialisasi neuron berdasarkan jenis stimulus.

Adaptasi terhadap Wajah (Face Adaptation)

Sebelumnya, ilmuwan menganggap adaptasi hanya berlaku pada stimulus sederhana (garis, warna, arah).

Namun, penelitian modern membuktikan bahwa adaptasi juga terjadi pada stimulus kompleks seperti wajah.

Penelitian oleh MacLin & Webster (2001):

- Menunjukkan bahwa neuron di otak bisa “lelah” setelah terus-menerus melihat wajah tertentu.
- Ketika kemudian melihat wajah gabungan, otak lebih mudah mengenali wajah lawan karena sel-sel pengenal wajah pertama sudah penat.

Penelitian lanjutan (Ng, Ciaramitaro, Anstis, Boynton & Fine, 2006):

- Adaptasi digunakan untuk meneliti selektivitas neuron terhadap jenis kelamin dan ras wajah.
- Hasilnya menunjukkan bahwa otak memiliki area khusus untuk memproses wajah berbeda (misalnya wajah pria vs wanita, atau antar ras).



Demonstrasi:

- Jika kamu menatap wajah George W. Bush beberapa menit, lalu melihat wajah gabungan antara Bush dan John Kerry, maka wajah di tengah akan tampak lebih mirip John Kerry.
- Ini terjadi karena neuron yang mengenali wajah Bush menjadi penat, sehingga neuron yang masih aktif (pengenal Kerry) mendominasi persepsi.

Terima Kasih

Semoga pemahaman kita tentang NEUROSAINS KOGNITIF yang luar biasa ini semakin meningkatkan kesadaran kita akan kompleksitas dan keajaiban tubuh manusia.

