

Neurosains Kognitif

Kelompok 2

1. Rizky Amalia Saputri (2424090017)
2. Muhammad Sadat (2424090070)



NEUROSAINS KOGNITIF: MENJELAJAH OTAK

Pengertian

Neurosains kognitif adalah pendekatan dalam psikologi kognitif yang memusatkan perhatian pada otak dan hubungan antara aktivitas otak dengan proses kognitif.

Mengapa otak menjadi objek penelitian?

Otak manusia:

- berukuran relatif kecil dibandingkan kompleksitas fungsinya
- terdiri atas jaringan neuron yang sangat kompleks
- menerima dan mengolah informasi sensoris
- menghasilkan persepsi, memori, pikiran, bahasa, kesadaran, emosi, dan perilaku
- masih menyimpan banyak misteri yang belum sepenuhnya dipahami.

Otak dapat dianalogikan sebagai “**wilayah yang belum sepenuhnya dijelajahi**”. Teknologi modern memungkinkan ilmuwan memetakan bagian otak yang terlibat dalam:

- pemrosesan visual,
- analisis makna/semantik,
- interpretasi auditori,
- memori,
- bahasa,
- dan fungsi kognitif lainnya.

Tokoh penting

Norbert Wiener (1894–1964) → pelopor sibernetika, yang menjelaskan sistem berdasarkan informasi, kontrol, komunikasi, dan feedback. Gagasannya membantu menghubungkan studi otak, pemrosesan informasi, dan sistem komputer dalam perkembangan ilmu kognitif.



Sejarah istilah “Neurosains Kognitif”

Istilah ***cognitive neuroscience*** muncul pada akhir 1970-an dalam percakapan Michael **Gazzaniga** dan **George Miller** ketika mereka berada di dalam taksi di New York.



Contoh Penelitian

Naqvi, Rudrauf, Damasio, & Bechara (2007) meneliti perokok yang mengalami stroke. Salah satu temuan menarik adalah kerusakan pada insula berkaitan dengan hilangnya hasrat merokok pada beberapa pasien. Dokumen menyebut penelitian tersebut melibatkan 20 subjek.



ISU PIKIRAN TUBUH

Bagaimana hubungan antara pikiran dan tubuh/otak?

René Descartes-filsuf Prancis abad ke-16

Descartes mencoba menjelaskan bagaimana tubuh dapat memberikan respons terhadap rangsangan.

Contoh: tangan terkena api

Ketika tangan seseorang berada dekat api:

panas → rangsangan pada tangan → informasi menuju otak → tubuh memberikan respons → tangan ditarik



Descartes menjelaskan mekanisme tersebut melalui konsep reflex arc/lengkung refleksi. Ia membayangkan adanya “filamen” yang menghubungkan tangan dengan otak.



Dualisme Pikiran-Tubuh

Perdebatan kemudian berkembang menjadi pertanyaan apakah pikiran dan tubuh merupakan dua hal berbeda, ataukah proses mental merupakan bagian dari aktivitas otak.



- dunia fisik mempunyai hukum-hukum fisik;
- tubuh mempunyai sistem neurologis;
- dunia psikologis terdiri dari memori, ide, kesan, citra, dan pengalaman mental;
- interaksi antara keduanya terlihat dalam kehidupan sehari-hari.

William James

- William James menggambarkan pikiran sebagai “**aliran kesadaran**” karena kondisi pikiran dapat berubah secara dinamis.
- Namun struktur anatomis dasar otak relatif stabil, sedangkan aktivitas neuron dan proses mental dapat berubah dengan cepat.

Aliran Kesadaran adalah Pikiran manusia terus berubah mengalir, dipengaruhi oleh pengalaman, lingkungan, dan keadaan saat itu.

Contoh

Seseorang kurang tidur → tubuh mengalami perubahan kondisi → konsentrasi saat ujian dapat menurun.

Sebaliknya

berpikir tentang sesuatu yang menimbulkan kecemasan → tubuh dapat menunjukkan respons fisiologis.

SISTEM SARAF PUSAT, NEURON & TRANSMISI

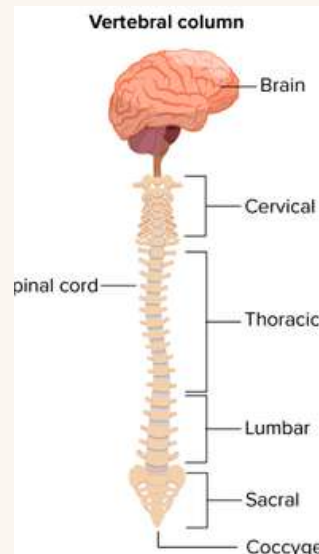
Sistem Saraf Pusat (CNS)

Sistem saraf pusat (Central Nervous System) adalah bagian dari sistem saraf yang mengatur, mengolah informasi, dan mengoordinasikan respons tubuh.

CNS terdiri dari:

1. Otak
2. Sumsum tulang belakang

Unsur dasar pembentuk sistem saraf adalah **neuron**, yaitu sel khusus yang menerima dan mengirimkan informasi.



Neuron

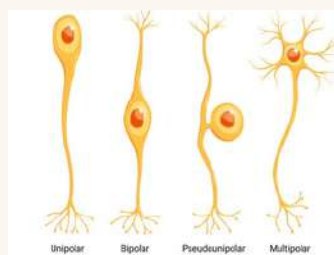
Unit Dasar Sistem Saraf

Unsur dasar pembentuk sistem saraf adalah neuron, yaitu sel khusus yang menerima dan mengirimkan informasi dalam bentuk impuls listrik.

Neuron memiliki berbagai jenis dengan fungsi yang berbeda.

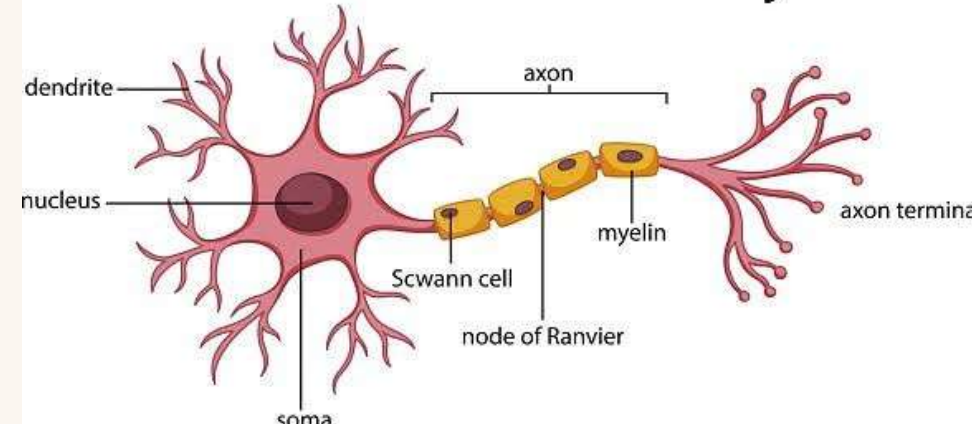
Jenis:

- Unipolar
- Bipolar
- Multipolar



Struktur Neuron

Neuron Anatomy



Bagian neuron

1. Dendrit
 - menerima impuls dari neuron lain;
 - bentuknya bercabang seperti pohon.
2. Tubuh sel/soma
 - menjaga kondisi dasar neuron;
 - menerima nutrisi;
 - membuang limbah.
3. Akson
 - membawa impuls dari tubuh sel menuju neuron lain.
4. Selubung mielin
 - merupakan lapisan berlemak;
 - berfungsi sebagai isolator;
 - mempercepat transmisi impuls.
5. Terminal prasinaptik
 - bagian akhir akson.
6. Sinapsis
 - tempat pertukaran informasi antar neuron

Neurotransmitter

Informasi kimiawi ditransmisikan melalui neurotransmitter. Lebih dari 100 senyawa diketahui atau diduga berfungsi sebagai neurotransmitter.

- **Eksitatoris**
Meningkatkan kemungkinan neuron menembak impuls.
- **Inhibitoris**
Menghambat penembakan neuron.

Contoh:

Asetilkolin (ACh) Berperan dalam proses belajar dan mengingat

Kecepatan Implus saraf

- akson kecil → sekitar **0,5 m/detik**;
- akson besar → dapat mencapai **120 m/detik**;
- neuron yang aktif dapat menembakkan hingga **1.000 impuls/detik**.

Teori Hebb

Donald O. Hebb (1949) mengembangkan gagasan yang menjadi dasar model koneksionis.

Sederhananya:

Neuron A aktif → merangsang neuron B → menghasilkan hasil adaptif → koneksi A-B diperkuat.

Jadi, pengetahuan tidak disimpan hanya dalam satu neuron, tetapi dalam **pola koneksi antarneuron**.



ANATOMI OTAK & KORTEKS SEREBRAL

Hemisfer

Dua hemisfer

- hemisfer kiri
- hemisfer kanan

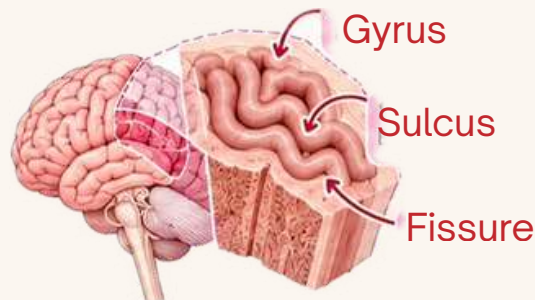


Keduanya dilapisi oleh korteks serebral.

Korteks Serebral

Korteks:

- berwarna abu-abu;
- mengandung banyak tubuh sel neuron;
- ketebalannya sekitar 1,5–5 mm;
- memiliki lipatan-lipatan.



Bagian yang menonjol disebut: **gyri/gyrus**

Bagian lekukan disebut: **sulci/sulcus**

Belahan/lekukan yang sangat dalam disebut: **fissure**.

Lipatan tersebut memperbesar luas permukaan korteks tanpa harus membuat tengkorak menjadi jauh lebih besar.

Fungsi Korteks

Korteks terlibat dalam:

- persepsi,
- bahasa,
- gerakan kompleks,
- berpikir,
- pemrosesan informasi,
- produksi bahasa,
- dan fungsi kognitif lainnya.

Namun fungsi kognitif tidak selalu berada pada satu titik, karena banyak fungsi melibatkan beberapa bagian otak.

Empat Lobus

1. Lobus Frontal

- pengendalian impuls;
- judgment;
- pemecahan masalah;
- pengendalian perilaku;
- organisasi perilaku kompleks.

2. Lobus Temporal

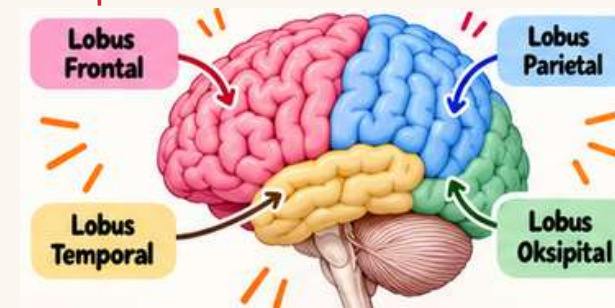
- pendengaran;
- pemrosesan auditori;
- pemrosesan bicara;
- pengenalan wajah.

3. Lobus Parietal

- mengintegrasikan informasi sensoris;
- manipulasi objek;
- pemrosesan visual-spasial.

4. Lobus Oksipital

- terutama berkaitan dengan pemrosesan visual.



Struktur penting Lain

- **Korpus kalosum:** menghubungkan hemisfer kiri dan kanan.
- **Hipotalamus:** suhu tubuh, makan, tidur, sistem endokrin.
- **Pituitary:** kelenjar utama sistem endokrin.
- **Talamus:** meneruskan informasi sensoris ke korteks.
- **Midbrain:** berkaitan dengan sistem aktivasi dan tidur/bangun.
- **Pons:** komunikasi korteks dengan serebelum.
- **Serebelum:** koordinasi gerakan dan keseimbangan.
- **Medulla:** detak jantung dan pernapasan.
- **Sumsum tulang belakang:** menghantarkan impuls antara otak dan tubuh serta mengendalikan refleks sederhana.

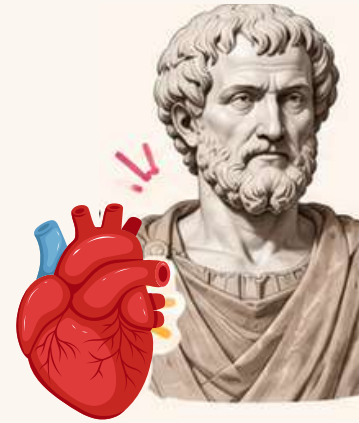


LOKALISASI FUNGSI: DARI FRENOLOGI KE PHINEAS GAGE

Apakah fungsi mental berada di lokasi tertentu dalam otak atau tersebar di seluruh otak?

Aristoteles

Filsuf Yunani kuno yang menghubungkan fungsi pikiran/persepsi dengan jantung, bukan otak.
"Sumber pikiran, persepsi, dan kehidupan mental berada di jantung."
- Aristoteles



Frenologi

- Frenologi berpendapat bahwa karakter, kepribadian, kecerdasan, emosi, dan bakat berkaitan dengan lokasi tertentu di otak.
- Frenologi kemudian mengklaim bahwa karakter seseorang dapat diketahui melalui tonjolan dan lekukan tengkorak.

Contoh:

Silas Hubbard mengaitkan suatu tonjolan tengkorak dengan *conjugal love* (cinta kasih suami-istri).



Mengapa frenologi ditolak?

Karena klaim tersebut tidak didukung oleh data ilmiah dan metodologi penelitian yang valid. Frenologi akhirnya dianggap sebagai **pseudosains**.

Kasus Phineas Gage

Phineas Gage adalah mandor proyek pembangunan rel kereta api.

Saat bekerja dengan bahan peledak, sebuah batang logam menembus:

rahang → bagian depan otak → keluar dari kepala.

Gage selamat.

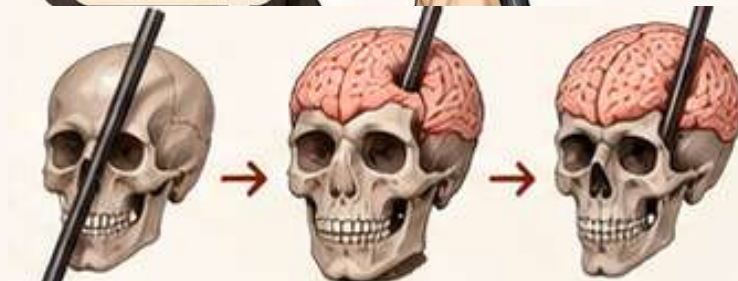
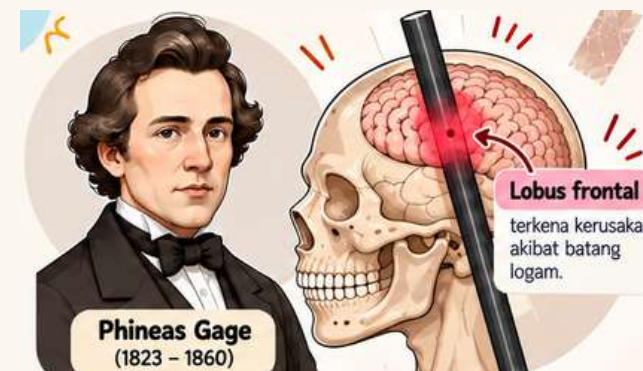
Sebelum kecelakaan:

- dikenal baik;
- jujur

Setelah kecelakaan:

- menurut orang-orang di sekitarnya, perilakunya berubah;
- menjadi lebih tidak sopan dan angkuh.

Kasus tersebut mendorong pemikiran bahwa **lobus frontal berkaitan dengan pengaturan perilaku dan temperamen**.



Pierre Flourens

- Menentang frenologi.
- Melakukan penelitian dengan merusak bagian otak tertentu.
- Menyimpulkan bahwa fungsi motorik dan sensorik tidak sepenuhnya berada pada satu lokasi.

Teori Medan Agregat

(Aggregate Field Theory)

- Otak dipandang sebagai sistem
- yang bekerja secara holistik,
- bukan sekumpulan titik yang
- bekerja sendiri-sendiri.

Fungsi mental melibatkan banyak bagian otak yang bekerja secara terintegrasi.



Lobotomi

Lobotomi adalah bentuk psychosurgery yang bertujuan mengubah perilaku dengan merusak bagian tertentu dari lobus frontal.



Sejarah lobotomi menunjukkan bahwa pemahaman tentang lokalisasi otak pernah diterapkan secara kontroversial dan menimbulkan banyak dampak negatif.

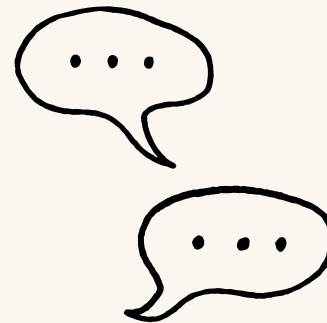
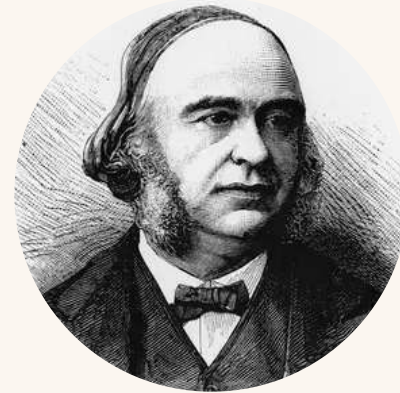
Tujuan awal

Mengurangi perilaku yang dianggap "bermasalah" (seperti agresivitas, gangguan emosi berat). Pernah digunakan pada beberapa gangguan psikiatri.

BROCA, WERNICKE, LASHLEY & KONEKSIONISME

Pierre Paul Broca

- Meneliti pasien yang mengalami aphasia, yaitu gangguan kemampuan menggunakan bahasa akibat kerusakan otak.
- Hasil pemeriksaan postmortem menunjukkan kerusakan pada area yang kemudian disebut Area Broca.
- Area tersebut berkaitan terutama dengan produksi bahasa.



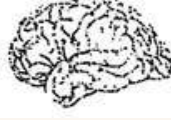
Aphasia Broca

- **bicara spontan → tidak lancar**
- **pemahaman → baik**

Bicara tersendat dan sulit merangkai kata.

Jenis-Jenis Aphasia

Area-area di otak yang terlibat dalam aphasia dan bahasa.

Simtomologi Bahasa dalam Aphasia		
JENIS APHASIA	KEMAMPUAN BERBICARA SPONTAN	KEMAMPUAN PEMAHAMAN
 Aphasia Broca	Tidak lancar	Baik
 Aphasia Wernicke	Lancar namun tidak bermakna	Buruk
 Aphasia Konduksi	Lancar	Baik
 Aphasia Global	Tidak lancar	Buruk
 Aphasia Subkortikel	Lancar maupun tidak lancar	Bervariasi

Koneksionisme

- Fungsi kognitif kompleks tidak cukup dijelaskan dengan satu lokasi, tetapi muncul melalui jaringan koneksi antarneuron.

Santiago Ramón y Cajal

- menunjukkan bahwa sistem saraf tersusun atas elemen-elemen yang berbeda, yaitu neuron.

Carl Wernicke



- Meneliti gangguan bahasa yang berbeda.
- Menemukan kerusakan pada area yang kemudian disebut Area Wernicke.
- Area tersebut berkaitan dengan pemahaman bahasa.

Aphasia Wernicke

- **bicara → lancar tetapi tidak bermakna**
- **pemahaman → buruk.**

Bicara lancar tetapi tidak bermakna (kata-kata keluar tanpa makna yang jelas).

Wernicke juga mengemukakan bahwa beberapa fungsi dapat diproses secara paralel pada bagian otak yang berbeda.

LASHLEY, AKSI MASSA & AREA SENSOR -MOTOR

Karl Lashley (1929)

- Membahas hubungan antara kerusakan otak dan pembelajaran dalam bukunya *Brain Mechanisms and Intelligence*.
- Eksperimen Lashley Menggunakan tikus yang dilatih menyelesaikan labirin.
- Kemudian mempelajari efek kerusakan bagian otak terhadap kemampuan tikus menyelesaikan tugas.



Hasil Eksperimen

Kerusakan kecil pada bagian tertentu tidak selalu menyebabkan penurunan besar kemampuan tikus.

Tidak menunjukkan satu area tunggal sebagai tempat penyimpanan pembelajaran.

- **Otak normal**

Tikus dapat menyelesaikan labirin dengan baik.

- **Kerusakan kecil**

Masih mampu menyelesaikan labirin.

- **Kerusakan lebih luas**

Terjadi penurunan kemampuan, tetapi tidak hilang sepenuhnya.

- Karl Lashley meneliti hubungan antara kerusakan otak dan kemampuan belajar menggunakan tikus.
- Ia mengembangkan teori aksi massa (mass action), yaitu memori dan pembelajaran tidak hanya berada pada satu bagian otak, tetapi tersebar di berbagai bagian otak.
- Otak memiliki lokalisasi fungsi, terutama untuk fungsi tertentu seperti motorik dan sensorik.
- Namun, fungsi kompleks seperti berpikir, belajar, dan memori melibatkan banyak area otak dan bekerja secara paralel.
- Redundansi memungkinkan bagian otak lain membantu mengambil alih fungsi ketika suatu bagian mengalami kerusakan.
- Jadi, otak bekerja dengan kombinasi lokalisasi dan aksi massa, bukan hanya berdasarkan satu prinsip saja.

Teori Aksi Massa (Mass Action Theory)

Memori dipandang sebagai sesuatu yang terdistribusi, bukan tersimpan dalam satu neuron atau satu titik tertentu

Area Sensori-Motor pada Otak

Informasi sensorik dan motorik juga menunjukkan **kontralateralitas**.

(Area motorik dan sensorik di satu hemisfer mengendalikan dan menerima informasi dari sisi tubuh yang berlawanan.)

Contoh:

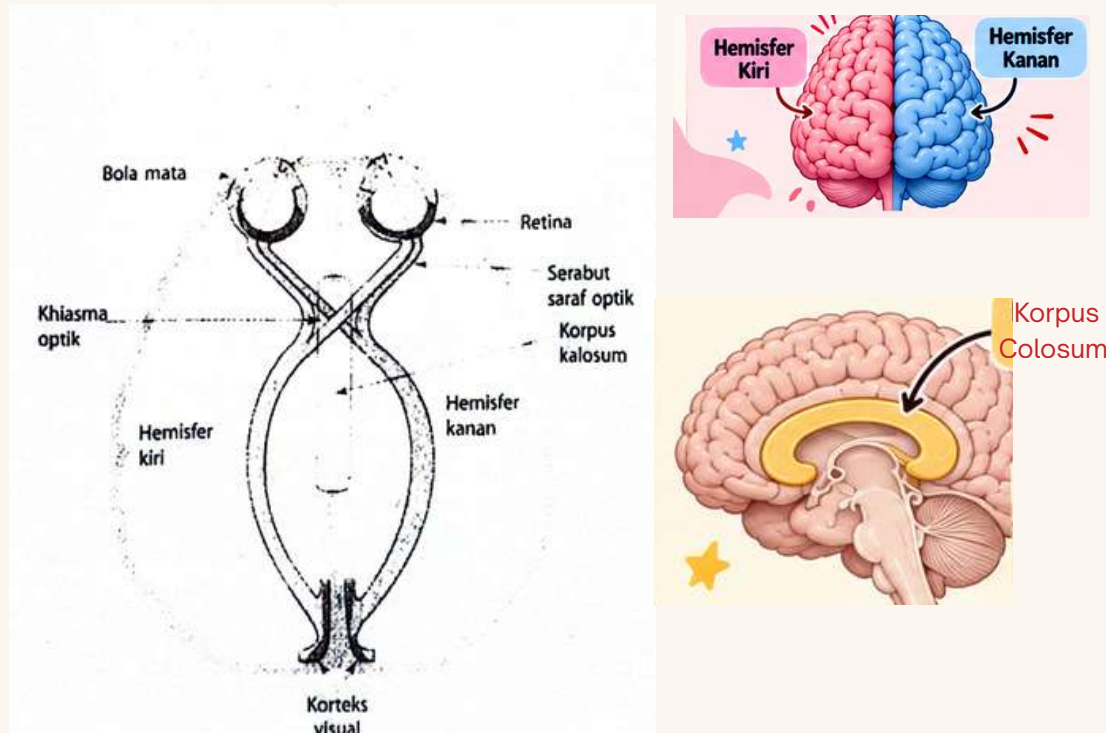
- area motorik otak kiri mengendalikan gerakan tangan kanan;
- area sensorik otak kiri dapat menerima informasi dari sisi tubuh kanan;
- demikian pula sebaliknya.

Bagian tubuh dengan fungsi sensorik yang sangat kaya, seperti lidah, memperoleh area yang relatif besar dalam korteks sensorik.

DUA HEMISFER & PENELITIAN SPLIT-BRAIN

Dua Bagian Otak

Otak memiliki dua bagian dan Setiap bagian berukuran sebesar kepalan tangan orang dewasa, dikenal sebagai hemisfer kiri dan kanan.



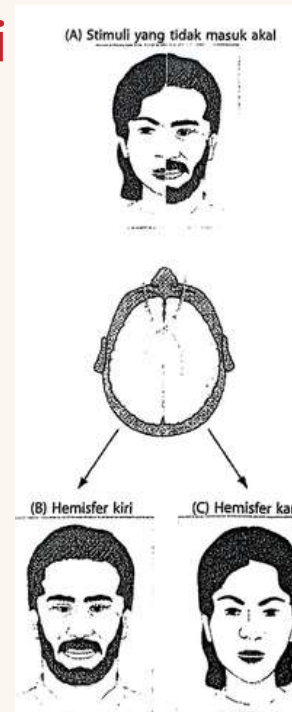
Otak terbagi menjadi dua bagian:

- Hemisfer kiri
- Hemisfer kanan

Keduanya dihubungkan oleh korpus kalosum, yaitu kumpulan serabut saraf yang memungkinkan pertukaran informasi antara kedua hemisfer.

Penelitian Myers & Sperry (1953)

Subjek: kucing
Korpus kalosum dipotong untuk mempelajari apakah kedua hemisfer dapat bekerja secara terpisah.



Hasil:

- Kedua hemisfer dapat memproses informasi secara relatif terpisah.
- Keduanya juga dapat belajar dan mengingat informasi tanpa sepenuhnya bergantung pada hemisfer lainnya.

Penelitian ini menjadi dasar penting dalam penelitian split-brain.

Gazzaniga, Bogen & Sperry (1965)

Subjek: manusia dengan korpus kalosum yang telah dipotong

Eksperimen benda

Benda diberikan ke tangan kanan

→ informasi terutama menuju hemisfer kiri

→ benda dapat disebutkan namanya

Benda diberikan ke tangan kiri

→ informasi terutama menuju hemisfer kanan

→ benda dapat dikenali/ditunjuk, tetapi sulit disebutkan namanya

Eksperimen Visual Field

Stimulus ditampilkan sangat singkat pada:
Medan penglihatan kanan
→ Hemisfer kiri
Medan penglihatan kiri
→ Hemisfer kanan

Peneliti kemudian mengukur waktu reaksi untuk mengetahui perbedaan pemrosesan kedua hemisfer.

Hasil umum:

- Hemisfer kiri → lebih unggul dalam pemrosesan kata/huruf
- Hemisfer kanan → lebih unggul dalam pemrosesan visual-spasial

Karena proses berlangsung sangat cepat, perbedaan sekitar 50 milidetik dapat menjadi informasi yang bermakna dalam eksperimen.

NEUROSAINS KOGNITIF & TEKNOLOGI PENELITIAN OTAK

Mengapa Psikologi Kognitif & Neurosains Digabungkan?

- Mencari bukti fisik proses mental → bahasa, persepsi, berpikir, dan memori.
- Menghubungkan otak dengan proses kognitif → mengetahui bagaimana aktivitas otak menghasilkan pikiran dan perilaku.
- Memahami kerusakan otak → cedera/stroke → perubahan otak → perubahan perilaku.
- Memahami pemrosesan terdistribusi → proses kognitif melibatkan jaringan beberapa area otak.
- Mengembangkan model komputer → Rosenblatt (1957): Perceptron, model awal jaringan neural.
- Memanfaatkan teknologi otak → EEG, CT, PET, MRI, dan fMRI membantu melihat struktur dan aktivitas otak.



TABEL 2.2

Peralatan Para Ilmuwan Neurosains.

Akronim	Nama	Alat	Informasi yang Direkam	Tampilan	Informasi yang Didapat
EEG	Electroencephalogram	Elektroda-elektroda di kulit kepala	Sinyal-sinyal elektrik (aktivitas neural)	Grafik	Waktu yang dibutuhkan untuk memproses stimuli
CT	Computed Axial Tomography	Pemindai X-ray	Kepadatan jaringan	Tampilan 3D	Struktur otak
PET	Positron Emission Tomography	Pemindai radioaktif	Aliran darah serebral regional (penggunaan glukosa)	Tampilan 3D yang diberi kode-kode berwarna	Fungsi otak
MRI	Magnetic Resonance Imaging	Pemindai elektromagnetik	Kepadatan atom-atom hidrogen	Tampilan 3D	Struktur otak
fMRI	Functional Magnetic Resonance Imaging	Pemindai elektromagnetik	Kepadatan atom-atom hidrogen	Tampilan-tampilan 3D	Struktur dan fungsi otak
MEG	Magnetoencephalography	Pemindai elektromagnetik	Medan-medan magnetik (dari aktivitas sel saraf)	Tampilan 3D	Fungsi otak
TMS	Transcranial Magnetic Stimulation	Tongkat yang menembakkan muatan magnetik	Aktivitas neural	Digabungkan dengan EEG atau MEG	Fungsi otak: subjek penelitian melaporkan pengalaman selama pengetesan
Micro CT	X-ray micro tomography	Pemindai X-ray	Kepadatan material	Tampilan 3D	Struktur objek-objek yang sangat kecil

PET, MEMORI, PEMROSESAN KATA & ADAPTASI NEURAL

PET & Memori — Endel Tulving (1989)

Memori episodik

- mengingat pengalaman/peristiwa pribadi
- aktivitas lebih besar di korteks anterior

Memori semantik

- mengingat fakta/pengetahuan umum
- aktivitas lebih besar di korteks posterior

Kesimpulan: jenis memori melibatkan pola aktivitas otak yang berbeda.

Adaptasi Wajah

MacLin & Webster (2001)

- menunjukkan adaptasi dapat digunakan untuk mempelajari pengenalan

Ng, Ciaramitaro, Anstis, Boynton & Fine (2006)

- meneliti selektivitas neural terhadap karakteristik wajah.

Contoh:

Melihat wajah A terus-menerus → wajah campuran A+B dapat tampak lebih mirip B.

PET & Pemrosesan Kata — Petersen dkk. (1988)

Melihat kata → Korteks oksipital

Mendengar kata → Korteks temporal

Mengucapkan kata → Korteks motorik

Menghasilkan kata terkait → Area asosiasi

Kesimpulan: pemrosesan bahasa melibatkan beberapa area otak, bukan satu titik saja.

Adaptasi Neural

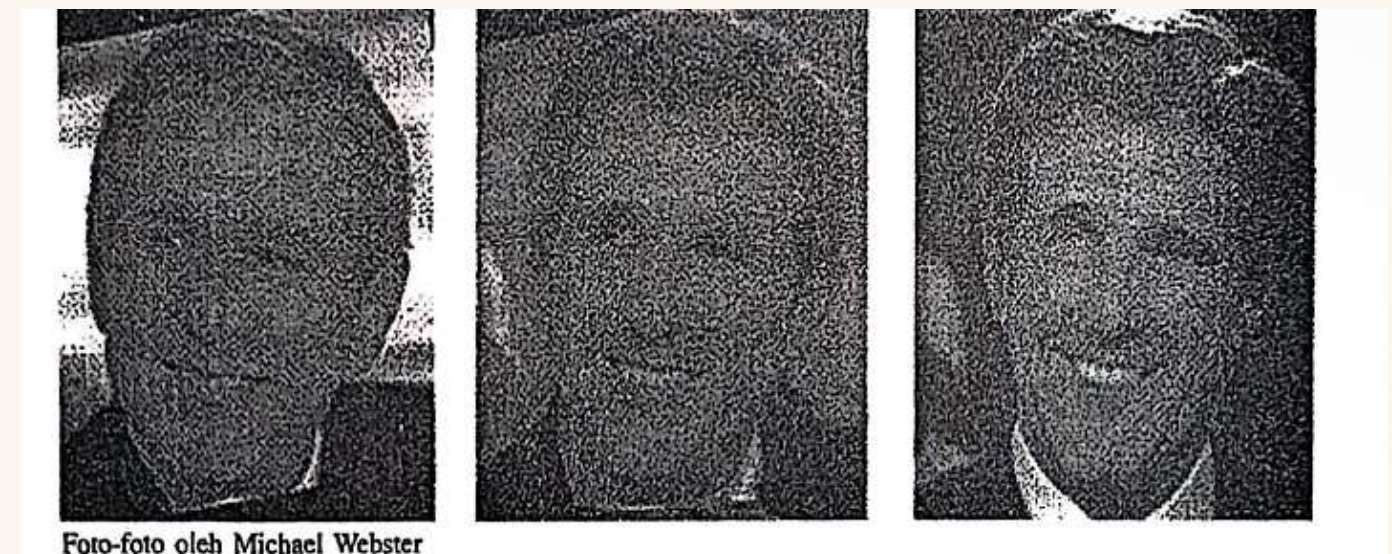
Gibson & Radner (1937)

- melihat garis miring terus-menerus dapat membuat garis berikutnya tampak miring berlawanan.

Hubel & Wiesel (1968)

- menemukan neuron visual yang selektif terhadap orientasi garis tertentu.

Adaptasi neural = respons neuron terhadap stimulus berulang menjadi berkurang.



Terima Kasih

Sumber Buku:

PSIKOLOGI KOGNITIF

EDISI KEDELAPAN

ROBERT L. SOLSO

OTTO H. MACLIN

MAKIMBERLY MACLIN

