



MODUL 12  
Neurosains  
(SFS310)

Materi 12  
Mirror Neuron System

Disusun Oleh  
1. Kesit Ivanali, S.Ft, M.Biomed

UNIVERSITAS ESA UNGGUL  
2018

## TOPIK / MATERI PEMBELAJARAN

### A. Pendahuluan

Mirror Neuron System (MNS) memandang bahwa gerakan motorik secara fungsional dapat dihasilkan secara lebih baik yang diawali dari suatu proses imitasi gerakan dan imajinasi gerakan yang dilakukan sebelumnya dan hal ini akan menimbulkan rangsangan pada bagian atau pusat motorik pada kortek terstimulasi atau terangsang untuk menghasilkan suatu gerakan fungsional yang diinginkan (Iacoboni dan Gallese, 2009; Rizzolatti, 2011). Sebuah penelitian tentang MNS yang dilakukan oleh Marijnissen (2011) dilakukan terhadap 171 sampel yang dibagi beberapa kelompok dalam merespon suatu gerakan yang diobservasi terlebih dahulu (imitasi) sebelum melakukan kembali eksekusi aksi gerakan tersebut memberikan sebuah hasil yang baik. Kelompok yang melakukan proses observasi penuh hasilnya lebih dari 97% dapat menunjukkan aktivitas yang sesuai dengan apa yang telah diobservasi tersebut. Kelompok yang melakukan eksekusi gerakan di saat sedang mengobservasi hasilnya sejumlah 60,75% dapat menunjukkan aktivitas yang sesuai. Kelompok yang hanya melakukan sedikit observasi hasilnya hanya 38,6% dapat menunjukkan aktivitas gerakan yang sesuai. Kelompok kontrol tanpa observasi hanya 4,6% dapat melakukan aktivitas gerakan yang sesuai dengan tujuan. Namun sayangnya pada penelitian tersebut tidak spesifik menjelaskan kondisi sampel yang diteliti dan aktivitas apa yang diteliti.

### B. Kompetensi Dasar

Mengetahui tentang anatomi dari mirror neuron system

### C. Kemampuan Akhir yang Diharapkan

Mahasiswa mampu memahami konsep dasar keilmuan bidang Neurosains dalam hal:

- a. Definisi Mirror Neuron System
- b. Proses Mirror Neuron System

## D. Kegiatan Belajar 1

### 1. Definisi Mirror Neuron System

*Mirror neurons* didefinisikan sebagai suatu properti yang mana ia akan aktif bergejolak sepanjang suatu eksekusi dan observasi terhadap suatu aksi yang spesifik. Meskipun dalam sepuluh tahun belakangan ini baru ada bukti dasar atas percobaan yang dilakukan pada monyet, sampai saat ini ia menjadi dasar (*evidence*) secara tidak langsung bagi manusia dan akhirnya memberikan bukti kritis elektrofisiologi secara langsung bahwa manusia memiliki "*mirror neurons*". Penelitian tambahan menunjukkan bahwa MNS pada manusia melampaui korteks premotor ventral dan lobus parietal inferior yang secara tradisional terkait dengan sistem ini. Menariknya, penelitian lain juga melaporkan bukti bahwa adanya eksistensi keberadaan "anti" *mirror neurons*, yang mungkin akan membantu kita memahami bagaimana otak kita dapat melakukan simulasi motorik tanpa menggerakkan tubuh kita, dan bagaimana kita bisa membedakan tindakan kita sendiri dari yang kita amati. Kesimpulannya, setelah periode dimana ada modus yang mengklaim bahwa sebenarnya tidak ada bukti *mirror neurons* pada manusia, membawa kita dua lompatan lebih lanjut dalam kita memahami sistem ini, kita sekarang tahu bahwa manusia memiliki *mirror neurons*, dan kita juga tahu bahwa *mirror neurons* tidak terbatas pada premotor dan korteks parietal inferior saja. Kita juga melihat bahwa *neuron* tertentu tampaknya memiliki properti "anti *mirror*". Dalam kombinasi dengan *mirror neurons*, ia bisa membantu otak melakukan simulasi batin terhadap tindakan orang lainnya sementara pada saat yang sama memblokir output motorik terbuka secara selektif dan disambigu melakukan tindakan.



Gambar 1 : Imitasi gerak sesuai dengan yang dilihat, diperhatikan objeknya

Sumber :

<https://www.slideshare.net/phinojkabraham/mirror-neuron-system-in-neuro-rehabilitation>

Penelitian lain tentang pelatihan MNS yang dilakukan oleh Salama (2011) menjelaskan bahwa penelitian yang dilakukan terhadap dua puluh lima sampel dan penilaian dilakukan dengan menggunakan *The Functional Magnetic Resonance Imaging* (MRI) menunjukkan bahwa terjadi aktivitas otak sejumlah 50% dibagian otak tertentu disaat mereka melakukan observasi gerakan sebelum eksekusi gerakan tersebut. Namun sayangnya penelitian ini pun masih dirasa kurang dapat mengukur kemampuan fungsional AGA bagi subjek yang diteliti.

Menurut Buccino (2006) menjelaskan bahwa tangan merupakan bagian yang sangat penting digunakan oleh manusia. Imitasi gerakan sering dianggap sebagai dasar dalam menuntaskan tugas kognitif. Terdapat *evidence* yang jelas bahwa imitasi merupakan bagian yang dikembangkan pada manusia. Imitasi gerakan menyiratkan observasi motorik, citra motorik dan aktualisasi pelaksanaan gerakan. Pada saat jeda selama imitasi gerakan maka terjadi hubungan dengan pembentukan dan konsolidasi pola motorik baru. Terdapat juga *evidence* yang berkembang bahwa

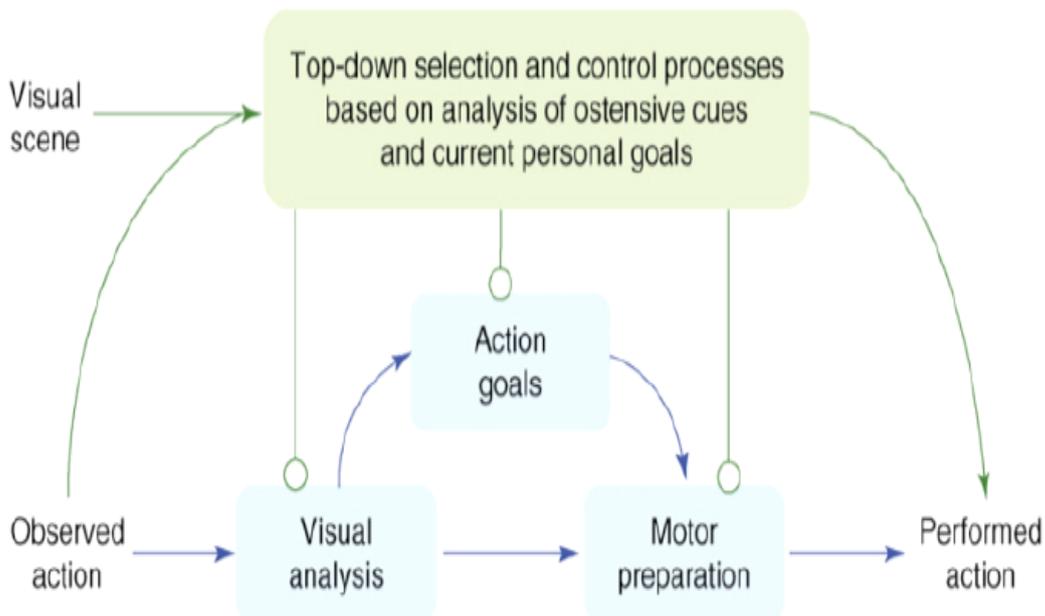
pengalaman dari stimulasi sehari-hari untuk berlatih intensif dapat menyebabkan neuron yang ada merubah konektifitas sinaptik dan membentuk organisasi reseptif yang baru. Yang telah diamati dalam sistem somatosensori dengan stimulasi saraf perifer, sehingga proses penyembuhan pada pasien stroke tergantung pada pendekatan yang dilakukan dan pengaruh lingkungan dan rangsangan pelatihan khusus yang dilakukan. Pilihan waktu intervensi juga penting, sehingga apakah waktu yang berbeda memberikan pengalaman tersendiri dalam proses pemulihan. Pada setelah stroke awalnya, lingkungan homeostatik pada area infark terjadi proses trofik pertumbuhan pemancar reseptor dan hal ini dapat mendukung pembentukan sinapsis atau peningkatan arborization dendritik dan proses ini berperan dalam proses awal peningkatan kemampuan fungsional secara proporsional.

Masih menurut Buccino (2006) juga menjelaskan bahwa imitasi motorik berperan pada proses pembelajaran motorik dan gerakan tangan pada pasien pasca stroke. Imitasi motorik merupakan suatu fungsi kognitif yang kompleks termasuk didalamnya observasi gerakan, imajinasi gerakan, dan eksekusi gerakan. Secara individual, observasi gerakan dan imajinasi gerakan dapat meningkatkan rangsangan pada jalur kortikospinal dan pola ini berintegrasi dengan input sensorik yang akan disimpan sebagai pola motorik untuk menghasilkan gerakan yang diperlukan. Maka proses imajinasi gerakan merupakan hal yang penting dalam proses peningkatan kemampuan fungsional motorik pada pasien stroke dan untuk mengarahkan pada proses peningkatan kemampuan fungsional secara alamiah dan berhubungan dengan proses remediasi dan kompensasi tindakan pada pemulihannya. Karena dianggap lebih efisien dalam mencapai hasil secara fungsional.

Menurut Iacoboni dan Mazziotta (2007) menjelaskan bahwa aktivasi *neuron* premotor selama pengamatan sederhana terhadap suatu tindakan adalah bagian fitur yang menarik dalam pemulihan fungsi motorik. Adanya gangguan motorik kronis dapat dilihat dalam sebagian besar pasien yang mengalami stroke. Secara umum observasi terhadap suatu gerakan menjadi suatu bentuk latihan yang digunakan sebagai dasar. Dalam sebuah penelitian dilakukan perbandingan antara dua kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Pada kelompok eksperimen dilakukan observasi terhadap gerakan dengan mengamati video sehari-hari terhadap aktivitas lengan tangan sedangkan pada kelompok kontrol tidak dilakukan. Hasilnya menunjukkan bahwa pada kelompok eksperimen terjadi perbaikan fungsi motorik yang

signifikan. Pada kelompok kontrol tidak menunjukkan perubahan yang substansial. Penelitian tersebut merupakan satu-satunya studi empiris yang pernah dilakukan tentang pengaruh observasi gerakan dalam suatu program peningkatan kemampuan fungsional.

Tentang pelatihan MNS Iacoboni (2009) menjelaskan bahwa imitasi merupakan hal yang sudah melekat dan terjadi otomatis pada manusia, model psikologis dari imitasi mengasumsikan suatu yang tumpang tindih atau adanya *link* asosiasi yang kuat antara persepsi dan tindakan yang didukung oleh *mirror neuron*, sirkuit inti *neuron* dari imitasi terdiri dari area visual yang lebih tinggi (bagian posterior dari sulkus temporal superior) dan oleh frontoparietal MNS, empati diimplementasikan oleh simulasi dari keadaan mental orang lain, jaringan yang berskala besar untuk empati terdiri dari MNS, insula dan sistem limbik, *mirror neuron* dipilih karena memberikan keuntungan adaptif intersubjektifitas.



Gambar 2 : Skema representasi proses imitasi (Asten, 2009)

Menurut Gallese (2009) menjelaskan bahwa *mirror neurons* merupakan *neuron* premotor yang dapat aktif apabila sebuah aksi tindakan dijalankan dan apabila mengobservasi apa yang dilakukan oleh orang lain. *Neuron* dengan sifat yang serupa juga ditemukan dalam sektor korteks parietal posterior. Seperti pada primata, motor neuron yang sama yang terjadi ketika ia menggenggam kacang juga diaktifkan ketika primata tersebut mengamati individu lain melakukan tindakan yang sama. Aksi pengamatan menyebabkan pada si

pengamat mengaktifkan mekanisme saraf yang sama secara otomatis yang dipicu oleh pelaksanaan tindakan tersebut. Yang baru dari temuan ini adalah fakta bahwa untuk pertama kalinya mekanisme saraf memungkinkan pemetaan langsung antara deskripsi visual dari aksi tindakan dan pelaksanaannya yang telah diidentifikasi. Sistem pemetaan ini memberikan solusi yang ketat untuk masalah menerjemahkan hasil analisis visual dari gerakan yang diamati. MNS pada manusia secara langsung terlibat pada proses imitasi gerakan yang simpel, imitasi pembelajaran pada keterampilan yang kompleks, pada persepsi dari komunikasi tindakan, dan deteksi pada niat atau rencana tindakan. Arsitektur *neurofunctional* dari pelaksanaan struktur tindakan sistem premotor dan tindakan persepsi, imitasi dan imajinasi dengan hubungan saraf efektor motorik dan atau daerah korteks sensori. Ketika suatu aksi dijalankan atau diimitasi, jalur kortiko-spinal diaktifkan, dan menyebabkan eksitasi otot dan gerakan berikutnya. Ketika suatu tindakan diamati dan dibayangkan, maka eksekusi yang sebenarnya sedang dihambat. Jaringan motorik kortikal diaktifkan meskipun tidak semua komponen, kemungkinan besar, tidak dengan intensitas yang sama tetapi tindakan tidak diproduksi, itu hanya sebuah simulasi.

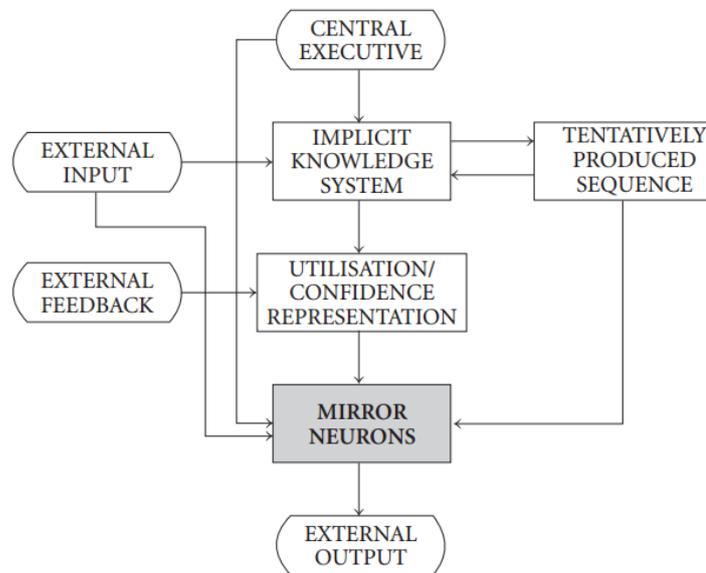


Figure 1. High level representation of model mirror system.

Menurut Heyes (2009) menerangkan bahwa secara empiris *mirror neurons* dan kontra *mirror neurons* berkontribusi pada fungsi sosial kognisi, termasuk pemahaman aksi, prediksi aksi, imitasi, pengolahan bahasa dan pembentukan mental. Tantangannya menemukan apa yang mereka lakukan dan bagaimana mereka melakukannya, sebagai ciri yang diperankan oleh *mirror neurons* di sistem pendukung sosialitas manusia yang kompleks.

Mengenai gangguan pada MNS Cattaneo dan Rizzolatti (2009) menjelaskan bahwa sindrom atau disfungsi dari MNS secara klinis didasarkan pada gangguan perkembangan dari sistem saraf. Memang, disfungsi dari MNS dewasa ini dihipotesiskan pada gangguan spektrum autisme. Gangguan spektrum autisme adalah yang paling mungkin karena merupakan gangguan *polygenetic* yang dinyatakan sebagai penurunan arsitektur materi abu-abu dan koneksi kortikokortikal intrahemisfer. Secara klinis, beberapa defisit fungsional yang khas dengan gangguan spektrum autisme seperti defisit imitasi, empati emosional, dan kehendak berhubungan dengan orang lain, memiliki kedekatan yang jelas dengan fungsi MNS. Aspek lain yang relevan secara klinis dengan *mirror system* adalah rehabilitasi pada ekstremitas atas pada pasien pascastroke. Dewasa ini, beberapa pendekatan untuk pemulihan stroke telah dirancang dengan menggunakan teknik yang menginduksi plastisitas kortikal secara jangka panjang. Data plastisitas disebabkan oleh karena observasi gerakan atau tindakan memberikan dasar konseptual untuk aplikasi tindakan protokol observasi pada pemulihan stroke. Data awal menunjukkan bahwa pendekatan ini mungkin menghasilkan hasil klinis yang signifikan.

Pelatihan *mirror neurons* pernah diteliti oleh seorang profesor fisiologi manusia, Rizzolatti (2011) yang menjelaskan bahwa *mirror neurons* seperti setiap kali kita melakukan tindakan dengan tujuan. Misalnya mengambil sebuah gelas untuk minum. Bahkan lebih luar biasa, ketika kita menonton orang lain melakukan tindakan yang sama, maka "*neuron*" kita akan menyala atau bergejolak, kita akan memiliki "salinan dari tindakan di dalam diri kita" dan hal ini memungkinkan anda untuk memahami apa yang orang lain lakukan secara implisit, dimana otak kita mencerminkan perilaku mereka. Fungsi *mirror neurons* berbeda dengan neuron motorik, yang akan aktif setiap kali kita menggerakkan otot, terlepas dari tindakan yang dilakukan. *Mirror neurons* aktif bukan karena adanya gerakan, akan tetapi karena tujuan dari gerakan-gerakan secara keseluruhan. Namun masih banyak yang harus

ditemukan tentang peran *mirror neurons* dalam memungkinkan manusia untuk memahami satu sama lain dan *mirror neurons* dimungkinkan telah mendorong pembentukan bahasa manusia, karena ia memungkinkan dua orang berbagi pemahaman dari satu kegiatan. Sebagai contoh, kita masih akan tahu secara implisit apa yang orang lain lakukan ketika mereka minum air, bahkan jika kita tidak punya kata untuk menggambarkan perilaku mereka. Menemukan kata-kata sederhana bagi mereka merupakan langkah awal terhadap komunikasi verbal.

Pada pelatihan MNS pasien akan dirangsang untuk melakukan gerakan fungsional tertentu sesuai dengan apa yang telah diobservasi sebelumnya oleh pasien. Observasi gerakan dilakukan oleh pasien dalam rangka proses imitasi yang kemudian pasien akan menjadikannya sebagai suatu memori gerakan yang tersimpan di kortek yang akan mengaktifkan saraf pada jalur kortikospinal dan gerakan fungsional yang akan dilakukan tersebut terlebih dahulu diimajinasikan oleh pasien agar dapat merangsang proses plastisitas otak pada pusat motorik dan merangsang timbulnya gerakan yang lebih tepat dan sesuai dengan gerakan yang sudah di observasi sebelumnya dan hal ini dianggap dapat membantu proses pembelajaran sensorik dan motorik pasien pasca stroke dalam rangka melakukan upaya neurorehabilitasi atau neurorestorasi untuk pemulihan fisik dan meningkatkan kemampuan fungsional AGA yang mengalami kelemahan dan keterbatasan gerak akibat stroke yang dialaminya.

Pada pelatihan MNS

- a. posisi fisioterapis berada didepan berhadapan langsung dengan pasien
- b. pasien diminta untuk mengobservasi gerakan (proses imitasi) dan memperhatikan aktivitas fungsional AGA yang dilakukan oleh fisioterapi yang berada persis di depan pasien
- c. pasien diminta untuk melakukan imajinasi visual dan menjelaskan apa dan bagaimana gerakan dan aktifitas fungsional yang dilihat atau yang diobservasi
- d. pasien diminta untuk meniru (imitasi) dan melakukan pengulangan gerakan dan aktifitas fungsional tersebut secara seksama dan perlahan
- e. pasien dikoreksi dan diedukasi oleh fisioterapis jika ada gerakan yang salah dan

tidak sesuai dengan apa yang diobservasi dan dijelaskan sebelumnya

- f. dosis pelatihan diberikan dengan frekuensi latihan 1-3 kali kunjungan dalam seminggu, intensitas latihan 5-10 kali pengulangan gerakan, selama durasi latihan 30-60 menit

Menurut Salama (2011), kegiatan observasi sebelum eksekusi gerakan dapat meningkatkan aktivitas otak yang berdampak pada keterampilan tangan walaupun pada laporan ini masih perlu dilakukan penelitian lanjutan agar dapat diaplikasikan pada pasien dalam rangka pemulihan fisik dan kemampuan fungsional anggota gerak. Namun jika menelaah fungsi dari MNS terutama pada pasien stroke akan memberikan bukti lebih lanjut dan mengkonfirmasi asumsi-asumsi sebelumnya bahwa kegiatan observasi bisa dimanfaatkan sebagai suatu pendekatan dalam aplikasi klinis (Salama, 2011).

Hal serupa juga pernah sebelumnya diungkapkan oleh Ertelt dkk. (2007) yang menyatakan bahwa adanya kemungkinan kegiatan observasi digunakan sebagai alat rehabilitatif dalam studi empirik yang dilakukan pada kelompok pasien yang mengalami kelemahan motorik akibat stroke dan dapat dikombinasikan dengan pelatihan aktif. Berdasarkan penemuannya maka diusulkan bahwa kegiatan observasi mengarah pada peningkatan kemampuan fungsional AGA pasien yang dihasilkan dari kondisi pelatihan fisik yang mengaktivasi MNS pada pasien.

Seperti yang telah dijelaskan oleh Iacoboni dan Mazziotta (2007) bahwa secara umum observasi terhadap suatu gerakan menjadi suatu bentuk latihan yang digunakan sebagai dasar. Hasilnya menunjukkan bahwa pada kelompok eksperimen terjadi perbaikan fungsi motorik yang signifikan. Pada kelompok kontrol tidak menunjukkan perubahan yang substansial. Penelitian tersebut merupakan satu-satunya studi empiris yang pernah dilakukan tentang pengaruh observasi gerakan dalam suatu program peningkatan kemampuan fungsional.

Pandangan serupa juga pernah sebelumnya disampaikan oleh Buccino dkk. (2004) bahwa MNS dapat merespon persepsi dari spesies lain atau orang lain. Namun MNS tidak menanggapi persepsi secara langsung tetapi lebih mengambil fitur secara umum dari orang lain. Diperkirakan bahwa MNS memberi respon dalam tindakan yang dilakukan selama masa observasi (Buccino dkk., 2004)

Sejalan juga seperti yang telah disampaikan oleh Gallese (2009) menjelaskan bahwa kegiatan observasi dapat mengaktifkan secara otomatis mekanisme saraf yang sama yang dipicu oleh pelaksanaan gerakan. Mekanisme saraf tersebut memungkinkan terjadinya pemetaan secara langsung antara deskripsi visual dari suatu kegiatan motorik dengan identifikasi pelaksanaan kegiatan motoriknya. Sehingga sistem pemetaan memberikan solusi untuk masalah interpretasi hasil analisis visual dari prinsip gerakan yang diamati.

Sesuai dengan apa yang telah sebelumnya disampaikan oleh Hallett (2006) menjelaskan bahwa bagian korteks motorik berfungsi lebih dari sekedar pelaksana perintah motorik melainkan ia juga dimungkinkan dapat terlibat dengan aspek yang berbeda dari pembelajaran motorik. Korteks motorik dapat menunjukkan plastisitas yang cukup, dan kedua rangsangan yang ditujukan kepada otot di sejumlah wilayah atau kepada tugas tertentu yang dapat meluas pemetaannya atau menyusut tergantung pada jumlah penggunaannya. Namun ada juga peningkatan jangka pendek aktifitas korteks motorik ketika mempelajari tugas-tugas baru.

Seperti dalam buku Learning and Instruction karangan Gredler, riset pada manusia mengindikasikan bahwa otak manusia memiliki lebih dari satu sistem neuron yang khusus memahami tindakan orang lain dan niat serta emosi mereka.

Pertama, neuron cermin diaktifkan oleh pengamatan dan pelaksanaan tindakan, tetapi tidak oleh pengamatan objek saja. Kedua, studi mengindikasikan bahwa neuron cermin menyala saat merespon baik melalui tindakan maupun suara. Ketiga, neuron cermin diaktifkan baik oleh video yang memperlihatkan tindakan maupun video yang memperlihatkan suatu "niat" akan melakukan sesuatu. Keempat, studi mengindikasikan aktivasi neuron cermin terlihat saat subjek melihat tayangan klip video orang yang mengekspresikan rasa senang atau tidak senang, atau mengekspresikan emosi apapun yang mereka rasakan.

Dalam kehidupan sehari-hari, secara tidak sadar kita telah melakukan seperti pada riset diatas. Misalnya saja pengalaman saya belajar memasak. Seperti pada riset pertama, ketika saya belajar mengiris bawang secara benar, saya tidak hanya mengamati bawang dan pisau yang saat itu akan saya gunakan sebagai objek, tetapi saya melihat dan mengamati bagaimana ibu saya mengiris bawang yang selanjutnya

saya tiru. Kedua, misalnya saat saya hendak menggoreng sesuatu, saya belajar bagaimana menggoreng yang benar tidak hanya melalui pengamatan saya kepada tindakan, tetapi juga melalui suara. Ketika saya hendak menggoreng sesuatu, apabila muncul suara ibu saya mengatakan, "apinya kebesaran", maka saat itu neuron cermin menyala dan menimbulkan respon, misalnya saya mengecilkan apinya. Ketiga, ketika saya belajar memasak, aktivasi neuron cermin juga terjadi ketika melihat suatu tayangan video. Saya sering menonton acara memasak yang disiarkan di televisi. Melalui video tersebut, saya belajar memahami dan meniru bagaimana cara memasak yang benar. Hal ini juga berhubungan dengan riset yang keempat. Ketika tayangan video dari televisi menayangkan ekspresi yang ditimbulkan oleh model dalam video, hal itu juga membuat aktivasi neuron cermin terjadi. Misalnya ketika masakan telah selesai, ekspresi yang ditimbulkan oleh model dalam video juga memancing saya dalam menilai masakan tersebut. Walaupun saya tidak dapat secara langsung merasakan masakan tersebut, ketika saya melihat ekspresi senang yang ditunjukkan oleh model, saya merasa bahwa masakan tersebut enak.

Neuron cermin, banyak yang mengatakan, adalah apa yang membuat kita manusia. Mereka adalah sel-sel di otak bahwa api tidak hanya ketika kita melakukan tindakan tertentu, tetapi juga saat kita menonton orang lain melakukan tindakan yang sama.

Ahli saraf percaya ini "mirroring" adalah mekanisme dengan mana kita dapat "membaca" pikiran orang lain dan berempati dengan mereka. Ini bagaimana kita "merasa" sakit seseorang, bagaimana kita membedakan meringis dari senyum, seringai dari tersenyum.

Masalahnya, tidak ada bukti bahwa neuron cermin ada - hanya kecurigaan dan bukti tidak langsung. Sekarang, pelaporan dalam edisi April jurnal *Current Biology*, Dr Itzhak Fried, seorang profesor UCLA bedah saraf dan psikiatri dan ilmu biobehavioral, Roy Mukamel, postdoctoral fellow di lab Goreng, dan rekan-rekan mereka untuk pertama kalinya membuat langsung rekaman neuron cermin dalam otak manusia.

Para peneliti mencatat kedua sel tunggal dan beberapa aktivitas sel, tidak hanya di daerah motorik otak di mana neuron cermin dianggap ada tetapi juga di daerah yang terlibat dalam visi dan dalam memori.

Selanjutnya, mereka menunjukkan bahwa subset spesifik dari sel cermin peningkatan aktivitas mereka selama eksekusi dari suatu tindakan, tetapi penurunan aktivitas mereka ketika tindakan hanya sedang diamati.

"Kami berhipotesis bahwa penurunan aktivitas dari sel-sel ketika mengamati tindakan mungkin untuk menghambat pengamat secara otomatis melakukan tindakan yang sama," kata Mukamel, penulis utama studi tersebut. "Selanjutnya, ini bagian dari neuron cermin dapat membantu kita membedakan tindakan orang lain dari tindakan kita sendiri."

Para peneliti menarik data mereka langsung dari otak dari 21 pasien yang sedang dirawat di Ronald Reagan UCLA Medical Center untuk epilepsi intractable. Para pasien telah ditanamkan dengan kedalaman elektroda intrakranial untuk mengidentifikasi fokus kejang-kejang untuk perawatan bedah potensial. Lokasi elektroda hanya berdasarkan kriteria klinis; para peneliti, dengan persetujuan pasien, menggunakan elektroda yang sama untuk "kuda-kudaan" penelitian mereka.

Percobaan meliputi tiga bagian: ekspresi wajah, memegang dan eksperimen kontrol. Kegiatan dari total 1.177 neuron di 21 pasien tercatat sebagai pasien baik diamati dan dilakukan tindakan dan gerak tubuh memegang wajah. Pada fase pengamatan, pasien diamati berbagai tindakan disajikan pada komputer laptop. Pada tahap kegiatan, subjek diminta untuk melakukan tindakan berdasarkan kata visual yang disajikan. Dalam tugas kontrol, kata-kata yang sama disajikan dan pasien diminta untuk tidak melaksanakan tindakan.

Para peneliti menemukan bahwa neuron dipecat atau menunjukkan aktivitas mereka yang terbesar kedua ketika individu melakukan tugas dan ketika mereka mengamati tugas. Neuron cermin membuat tanggapan terletak di korteks frontal medial dan korteks medial temporal, dua sistem saraf mana respon mirroring pada tingkat sel tunggal sebelumnya belum pernah direkam, bahkan tidak pada monyet.

Ini temuan baru menunjukkan bahwa neuron cermin yang terletak di daerah yang lebih dari otak manusia daripada yang diperkirakan sebelumnya. Mengingat bahwa area otak yang berbeda mengimplementasikan fungsi yang berbeda - dalam hal ini, korteks frontal medial untuk seleksi gerakan dan korteks temporal medial untuk memori - temuan tersebut juga menunjukkan bahwa neuron cermin menyediakan mirroring kompleks dan kaya dari tindakan orang lain.

Karena neuron cermin api baik ketika seorang individu melakukan tindakan dan ketika satu jam tangan

individu lain melakukan tindakan yang sama, itu pikiran ini "mirroring" adalah mekanisme saraf dimana tindakan, niat dan emosi orang lain dapat secara otomatis dipahami.

"Studi ini menunjukkan bahwa distribusi dari sel-sel yang unik menghubungkan aktivitas diri dengan orang lain adalah lebih luas daripada yang diyakini sebelumnya," kata Goreng, penulis senior studi dan direktur Program Bedah Epilepsi UCLA.

"Ini juga diduga bahwa disfungsi dari sel-sel ini cermin mungkin terlibat dalam gangguan seperti autisme, dimana tanda-tanda klinis dapat mencakup kesulitan dengan komunikasi verbal dan nonverbal, imitasi dan empati memiliki orang lain," kata Mukamel. "Jadi mendapatkan pemahaman yang lebih baik dari sistem neuron cermin dapat membantu menyusun strategi untuk pengobatan gangguan ini."

## DAFTAR PUSTAKA

- Asten, T.V. 2009. "The Mirror Neuron System and its Role in Learning" (*tesis*). Utrecht: Utrecht University.
- Buccino, G., Solodkin, A., Small, S.L. 2006. *Functions of The Mirror Neuron System: Implications for Neurorehabilitation*. Italy: University of Parma. p. 58-61
- Gallese, V. 2009. *Mirror Neurons, Embodied Simulation, and the Neural Basis of Social Identification*. Italy : University of Parma. p. 520-523
- Iacoboni, M. 2009. *Imitation, Empathy, and Mirror Neurons*. California : Brain Research Institute. p. 667
- Iacoboni, M., Mazziotta, J.C. 2007. *Mirror Neuron System: Basic Findings and Clinical Applications*. Los Angeles : Brain Research Institute. p. 216-217
- Keysers, C., Gazzola, V. 2010. *Social Neuroscience: Mirror Neurons Recorded in Humans*. Amsterdam : University of Groningen. p. 1-2
- Marijnissen, M. 2011. "Sparse Restricted Boltzman Machines as a Model of The Mirror Neuron System" (*tesis*). Radboud: University of Nijmegen
- Meidian A.C., Sutjana DP, Irfan M, Studi P, Fisiologi Olahraga M. PELATIHAN *MIRROR NEURON SYSTEM* TIDAK BERBEDA DENGAN PELATIHAN *CONSTRAINT INDUCED MOVEMENT THERAPY* DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN FUNGSIONAL ANGGOTA GERAK ATAS PASIEN STROKE Fisioterapi Vol 13 Nomor 2, 2013: 95-108