

MAGNETIC RESONANCE IMAGING (MRI)

Magnetic Resonance Imaging (MRI) adalah metode diagnostik dengan pemindaian yang menggunakan pemaparan medan magnet dan frekuensi radio gelombang elektromagnetik pada atom-atom hidrogen di dalam tubuh. MRI pertama kali dipergunakan secara *invivo* pada tahun 1975 ahli radiologi Paul Lauterbur, yang menggunakan teknik proyeksi mirip dengan yang digunakan dalam *computed tomography*. Pada tahun 1977, fisikawan Inggris Peter Mansfield mengembangkan teknik pencitraan *echo-planar* yang beberapa tahun kemudian dapat menghasilkan gambar berkualitas video. Terobosan-terobosan tersebut memungkinkan dibuatnya mesin MRI yang handal, yang mulai memasuki pasar pada tahun 1980-an. Atas kepeloporan mereka, Paul Lauterbur dan Peter Mansfield dianugerahi hadiah Nobel di bidang kedokteran pada tahun 2003.

Sampai saat ini berbagai teknik MRI dari yang konvensional sampai yang mutakhir telah berkembang seiring dengan penggunaan medan magnet yang juga semakin tinggi. Berdasarkan kekuatan magnet yang dimilikinya MRI terdiri dari:

- a. MRI Tesla ultra tinggi (Ultra High Field) memiliki kekuatan 4 – 7 T
- b. MRI Tesla tinggi (High Field Tesla) memiliki kekuatan 1,5 – 3 T
- c. MRI Tesla sedang (Medium Field Tesla) memiliki kekuatan 0,5 – 1.4 T
- d. MRI Tesla rendah (Low Field Tesla) memiliki kekuatan 0,2 – 0.4 T
- e. MRI Tesla sangat rendah (Ultra Low Field Tesla) memiliki kekuatan di bawah 0,2

Ultra high field masih dalam tahap uji coba penggunaan, belum dianjurkan untuk manusia. Magnetic Resonance Imaging (MRI) yang digunakan untuk kepentingan pemeriksaan diagnosis menggunakan medan magnet berkekuatan antara low tesla sampai high tesla (1 tesla = 10.000 Gauss). Sebagai perbandingan, kekuatan medan magnet bumi sekitar 0.5 gauss dan daya magnet pintu kulkas memiliki kekuatan sekitar 100 gauss.

Prinsip dasar MRI

Prinsip kerja alat MRI berdasarkan struktur atom yang dimiliki oleh suatu benda. Setiap atom terdiri nukleus di bagian sentral yang dibentuk oleh proton dan neutron, serta oleh elektron yang berorbit di sekitar nukleus tersebut. Seperti diketahui tubuh manusia hampir seluruhnya terdiri dari atom-atom hidrogen. Setiap atom hidrogen memiliki proton di intinya yang berputar seperti gasing pada sumbunya. Putaran ini menghasilkan magnet yang sangat lemah. Dalam kondisi

normal, setiap proton hidrogen memiliki kutub magnet dengan arah berbeda-beda (random). Ketika memasuki medan magnet MRI yang sangat kuat (*gantry*), kutub-kutub magnet proton hidrogen menjadi selaras, seperti pasir besi yang berbaris rapi ketika didekati batang magnet. Demikian juga arah *spinning* dan *precessing* akan sejajar dengan arah medan magnet. Saat diberikan frekuensi radio, maka atom H akan mengabsorpsi energi dari frekuensi radio tersebut. Akibatnya dengan bertambahnya energi, atom H akan mengalami pembelokan, sedangkan besarnya pembelokan arah, dipengaruhi oleh besar dan lamanya energi radio frekuensi yang diberikan. Sewaktu radio frekuensi dihentikan maka atom H akan sejajar kembali dengan arah medan magnet. Pada saat kembali inilah, atom H akan memancarkan energi (emisi) yang dimilikinya. Kemudian energi yang berupa sinyal tersebut dideteksi dengan detektor yang khusus dan diperkuat. Selanjutnya komputer akan mengolah dan merekonstruksi citra berdasarkan sinyal yang diperoleh dari berbagai irisan. Variasi lokasi dan kekuatan sinyal akan memberikan detail gambar yang berbeda. Misalnya, karakteristik gelombang radio yang dihasilkan oleh tulang berbeda dengan darah, atau jaringan lunak. Semakin banyak jumlah air dalam jaringan tubuh, semakin tinggi kandungan atom hidrogennya, semakin cerah pula hasilnya pada gambar MRI.

Instrumen pesawat MRI

Secara garis besar instrumen pesawat MRI terdiri dari:

- a. Sistem magnet yang berfungsi membentuk medan magnet. Agar dapat mengoperasikan MRI dengan baik, kita perlu mengetahui tentang : tipe magnet, efek medan magnet, *magnet shielding* ; *shimming coil* pesawat MRI tersebut ;
- b. Sistem pencitraan berfungsi membentuk citra yang terdiri dari tiga buah kumparan koil, yaitu :
 1. Gradien koil X, untuk membuat citra potongan sagittal.
 2. Gradien koil Y, untuk membuat citra potongan koronal.
 3. Gradien koil Z untuk membuat citra potongan aksial .Bila gradien koil X, Y dan Z bekerja secara bersamaan maka akan terbentuk potongan oblik;
- c. Sistem frekuensi radio berfungsi membangkitkan dan memberikan radio frekuensi serta mendeteksi sinyal ;
- d. Sistem komputer berfungsi untuk membangkitkan sekuens pulsa, mengontrol semua komponen alat MRI dan menyimpan memori beberapa citra;
- e. Sistem pencetakan citra (printer), berfungsinya untuk mencetak gambar pada *dry film* khusus untuk MR.



Gambar 1. Pesawat MRI yang tersedia diRSUD Ulin

Bagaimana proses pemindaian dilakukan

Pemindaian MRI umumnya dilakukan pada posisi berbaring di dalam sebuah tabung besar yang berbentuk seperti donat (*gantry*). Saat ini sudah ada mesin MRI yang memiliki model gantry terbuka (*open gantry*). Pesawat MRI kemudian memancarkan medan magnet berkekuatan puluhan ribu kali magnet bumi ke bagian tubuh yang akan diperiksa. Lama pemindaian MRI bervariasi, tergantung pada kondisi dan bagian tubuh yang dipelajari. Secara umum, MRI membutuhkan sekitar 30 menit (lebih lama dari rata-rata pemindaian dengan CT). MRI menghasilkan kebisingan yang cukup keras sehingga di ruang pemeriksaan disediakan penyumbat telinga atau *earplug* untuk menurunkan suara ke tingkat yang dapat ditoleransi. MRI cocok untuk semua orang, termasuk ibu hamil dan anak-anak. Namun, MRI mungkin bukan pilihan bagi yang menggunakan perangkat elektronik atau logam di dalam tubuh. Medan magnet yang kuat dapat membuat alat tersebut rusak. Sebaliknya, gerakan alat-alat tersebut dalam medan magnet juga dapat merusak mesin MRI yang sangat mahal.

Persiapan pemeriksaan MRI

Pada pemeriksaan MRI perlu diperhatikan bahwa alat-alat seperti tabung oksigen, alat resusitasi, kursi roda, dan brankar besi lain-lain yang bersifat feromagnetik tidak boleh dibawa ke ruang MRI. Untuk keselamatan, pasien diharuskan memakai baju pemeriksaan dan menanggalkan benda-benda feromagnetik, seperti : jam tangan, kacamata, kunci, uang logam, perhiasan jepit rambut, gigi palsu, behel, dan alat bantu dengar. Selain itu, peralatan yang sering disimpan dalam kantung seperti handphone, kartu kredit, kartu ATM dan kartu elektronik lain juga harus disingkirkan karena bisa rusak oleh medan magnet. Skrining dan pemberian informasi kepada pasien dilakukan dengan cara mewawancarai pasien, sekaligus untuk melakukan

pemeriksaan identitas pasien seperti nama, usia dan lain-lain, merencanakan pengaturan posisi tidur pasien sesuai dengan obyek yang akan diperiksa serta untuk mengetahui apakah ada sesuatu yang membahayakan pasien bila dilakukan pemeriksaan MRI, misalnya: pemakaian alat pacu jantung (*pacemaker*), defibrillator, implan koklea, pompa insulin, katup jantung buatan, dan *aneurysme clip*, neurostimulator, maupun prosthetic lain yang bersifat ferromagnetic.

Transfer pasien menuju ruangan MRI, khususnya pasien yang tidak dapat berjalan (*non ambulatory*) lebih kompleks dibandingkan pemeriksaan imaging lainnya. Hal ini karena medan magnet pesawat MRI selalu dalam keadaan “on” sehingga setiap saat dapat terjadi risiko kecelakaan, dimana benda-benda feromagnetik dapat tertarik dan kemungkinan mengenai pasien atau personil lainnya. Bila memiliki fobia terhadap ruangan yang sempit dan tertutup (agorafobia/klaustrofobia), dapat diberikan konseling yang sebaik-baiknya terlebih dulu atau kalau perlu diberikan obat penenang.

Pemeriksaan MRI tertentu memerlukan penyuntikan agen kontras khusus (paramagnetik) ke pembuluh darah atau sendi. Agen pengontras ini berfungsi untuk memperjelas perubahan patologis di dalam bagian tubuh yang dipelajari. Agen pengontras untuk MRI tidak mengandung yodium (*iodine*) dan tidak memiliki kesamaan kimiawi dengan agen kontras untuk CT scan atau rontgen biasa. Upaya untuk kenyamanan pasien diberikan, antara lain dengan penggunaan Earplugs bagi pasien untuk mengurangi kebisingan, penggunaan penyangga lutut / tungkai , pemberian selimut bagi pasien, pemberian tutup kepala. Selama pemeriksaan MRI untuk anak kecil atau bayi, sebaiknya ada keluarganya yang menunggu di dalam ruang pemeriksaan.

Penggunaan MRI untuk diagnosis

Pemindaian dengan MRI menghasilkan informasi yang rinci mengenai konfigurasi, struktur dan komposisi bagian tubuh yang dipelajari. Hal tersebut sangat membantu ahli radiologi untuk memberikan *expertise* yang akurat sehingga dokter dapat memberikan penanganan yang tepat. Pemeriksaan MRI bertujuan mengetahui karakteristik morfologik (lokasi, ukuran, bentuk, perluasan dan lain lain dari keadaan patologis. Tujuan tersebut dapat diperoleh dengan menilai salah satu atau kombinasi gambar penampang tubuh akial, sagittal, koronal atau oblik tergantung pada letak organ dan kemungkinan patologinya.

Adapun jenis pemeriksaan MRI sesuai dengan organ yang akan dilihat, yaitu :

1. Pemeriksaan kepala untuk melihat kelainan pada : kelenjar pituitary, lobang telinga dalam , rongga mata , sinus ;

2. Pemeriksaan otak untuk mendeteksi : stroke / infark, gambaran fungsi otak, pendarahan, infeksi; tumor, kelainan bawaan, kelainan pembuluh darah seperti aneurisma, angioma, proses degenerasi, atrofi;
 3. Pemeriksaan tulang belakang untuk melihat proses Degenerasi (HNP), tumor, infeksi, trauma, kelainan bawaan.
 4. Pemeriksaan Muskuloskeletal untuk organ : lutut, bahu , siku, pergelangan tangan, pergelangan kaki , kaki , untuk mendeteksi robekan tulang rawan, tendon, ligamen, tumor, infeksi/abses dan lain lain ;
 5. Pemeriksaan Abdomen untuk melihat hati , ginjal, kantong dan saluran empedu, pankreas, limpa, organ ginekologis, prostat, buli-buli. MR pada pemeriksaan abdomen tergantung ketersediaan coil, dengan menggunakan sekuens tertentu dapat dilakukan MRCP untuk menilai sistem bilier.
 6. Pemeriksaan Thorax untuk melihat : paru, jantung. Pada organ dengan kadar air rendah seperti paru, MRI memberikan hasil yang kurang bagus. Untuk pemeriksaan di bagian tersebut, *computed tomography* memberikan hasil yang lebih baik daripada MRI.
- Jenis khusus MRI yang disebut *functional magnetic resonance imaging* (fMRI) dapat menunjukkan kerja otak secara langsung. Setiap kali Anda memegang atau melihat sesuatu, wilayah otak tertentu akan aktif. Penggunaan fMRI sangat penting untuk mengetahui fungsi otak apa yang terpengaruh oleh tumor, pembedahan, stroke, dan lainnya.
- Kelebihan MRI Dibandingkan dengan CT Scan Ada beberapa kelebihan MRI dibandingkan dengan pemeriksaan CT Scan yaitu :

1. MRI lebih unggul untuk mendeteksi beberapa kelainan pada jaringan lunak seperti otak, sumsum tulang serta muskuloskeletal.
2. Mampu memberi gambaran detail anatomi dengan lebih jelas.
3. Mampu melakukan pemeriksaan fungsional seperti pemeriksaan difusi, perfusi dan spektroskopi yang tidak dapat dilakukan dengan CT Scan.
4. Mampu membuat gambaran potongan melintang, tegak, dan miring tanpa merubah posisi pasien.
5. MRI tidak menggunakan radiasi pengion.

Efek samping

MRI tidak menggunakan sinar X yang berpotensi bahaya sehingga dapat diulang sesering yang diperlukan tanpa menimbulkan risiko. Tidak ada efek samping MRI yang berbahaya.

Penggunaan bahan kontras pada sebagian kecil orang dapat menyebabkan reaksi alergi, namun sangat jarang yang menyebabkan komplikasi berbahaya.

Simpulan

Pemanfatan MRI untuk memeriksa bagian dalam tubuh sangat efektif karena memiliki kemampuan membuat citra potongan koronal, sagital, aksial tanpa banyak memanipulasi tubuh pasien dan diagnosa dapat ditegakkan dengan lebih detail dan akurat. Pesawat MRI menggunakan efek medan magnet dalam membuat citra potongan tubuh, sehingga tidak menimbulkan efek radiasi pengion seperti penggunaan pesawat sinar X. Gambaran yang dihasilkan oleh pesawat MRI tergantung pada kekuatan medan magnet pesawat MRI, ketersediaan coil, serta pemilihan parameternya.