

# PEMANFAATAN *MAGNETIC RESONANCE IMAGING* (MRI) SEBAGAI SARANA DIAGNOSA PASIEN

Mulyono Notosiswoyo, Susy Suswati\*\*

## Abstrak

*Magnetic Resonance Imaging (MRI) adalah suatu teknik penggambaran penampang tubuh berdasarkan prinsip resonansi magnetik inti atom hidrogen. Teknik penggambaran MRI relatif kompleks karena gambaran yang dihasilkan tergantung pada banyak parameter. Alat tersebut memiliki kemampuan membuat gambaran potongan coronal, sagital, aksial dan oblik tanpa banyak memanipulasi tubuh pasien. Bila pemilihan parameternya tepat, kualitas gambaran detail tubuh manusia akan tampak jelas, sehingga anatomi dan patologi jaringan tubuh dapat dievaluasi secara teliti. Untuk itu perlu dipahami hal-hal yang berkaitan dengan prosedur teknik MRI dan tindakan penyelamatan bila terjadi keadaan darurat.*

## Pendahuluan.

**M**agnetic Resonance Imaging (MRI) adalah suatu alat kedokteran di bidang pemeriksaan diagnostik radiologi, yang menghasilkan rekaman gambar potongan penampang tubuh / organ manusia dengan menggunakan medan magnet berkekuatan antara 0,064 – 1,5 tesla (1 tesla = 1000 Gauss) dan resonansi getaran terhadap inti atom hidrogen.<sup>1</sup>

Beberapa faktor kelebihan yang dimilikinya, terutama kemampuannya membuat potongan koronal, sagital, aksial dan oblik tanpa banyak memanipulasi posisi tubuh pasien sehingga sangat sesuai untuk diagnostik jaringan lunak.

Teknik penggambaran MRI relatif kompleks karena gambaran yang dihasilkan tergantung pada banyak parameter. Bila pemilihan parameter tersebut tepat, kualitas gambar MRI dapat memberikan gambaran detail tubuh manusia dengan perbedaan yang kontras, sehingga anatomi dan patologi jaringan tubuh dapat dievaluasi secara teliti.

Untuk menghasilkan gambaran MRI dengan kualitas yang optimal sebagai alat diagnostik, maka harus memperhitungkan hal-hal yang berkaitan dengan teknik penggambaran MRI, antara lain : a. Persiapan pasien serta teknik pemeriksaan pasien yang baik ; b. Kontras yang sesuai dengan tujuan pemeriksaanya ;

c. Artefak pada gambar, dan cara mengatasinya ; d. Tindakan penyelamatan terhadap keadaan darurat.

Selanjutnya MRI bila ditinjau dari tipenya terdiri dari : a. MRI yang memiliki kerangka terbuka (*open gantry*) dengan ruang yang luas dan b. MRI yang memiliki kerangka (*gantry*) biasa yang berlorong sempit. Sedangkan bila ditinjau dari kekuatan magnetnya terdiri dari ; a. MRI Tesla tinggi (*High Field Tesla*) memiliki kekuatan di atas 1 – 1,5 T ; b. MRI Tesla sedang (*Medium Field Tesla*) memiliki kekuatan 0,5 – T ; c. MRI Tesla rendah (*Low Field Tesla*) memiliki kekuatan di bawah 0,5 T. Sebaiknya suatu rumah sakit memilih MRI yang memiliki tesla tinggi karena alat tersebut dapat digunakan untuk teknik *Fast Scan* yaitu suatu teknik yang memungkinkan 1 gambar irisan penampang dibuat dalam hitungan detik, sehingga kita dapat membuat banyak irisan penampang yang bervariasi dalam waktu yang sangat singkat. Dengan banyaknya variasi gambar membuat suatu lesi menjadi lebih spesifik.

## Perkembangan MRI.

Pada tahun 1946, Felix Bloch dan Purcell mengemukakan teori, bahwa inti atom bersifat sebagai magnet kecil, dan inti atom membuat

\* Puslitbang Pembrantasan Penyakit Badan Litbangkes

\*\* Dosen Poltekkes Jurusan ATRO

---

sebagai magnet kecil, dan inti atom membuat *spinning* dan *precessing*. Dari hasil penemuan kedua orang diatas kemudian lahirlah alat *Nuclear Magnetic Resonance (NMR) Spectrometer*, yang penggunaannya terbatas pada kimia saja.<sup>2</sup>

Setelah lebih dari sepuluh tahun Raymond Damadian bekerja dengan alat *NMR Spectrometer*, maka pada tahun 1971 ia menggunakan alat tersebut untuk pemeriksaan pasien. Pada tahun 1979, *The University of Nottingham Group* memproduksi gambaran potongan coronal dan sagittal (disamping potongan aksial) dengan NMR.<sup>2</sup> Selanjutnya karena kekaburan istilah yang digunakan untuk alat NMR dan di bagian apa sebaiknya NMR diletakkan, maka atas saran dari *AMERICAN COLLEGE of RADIO-LOGI* (1984), NMR dirubah menjadi *Magnetic Resonance Imaging (MRI)* dan diletakkan di bagian Radiologi.

### Prinsip Dasar MRI

Struktur atom hidrogen dalam tubuh manusia saat diluar medan magnet mempunyai arah yang acak dan tidak membentuk keseimbangan. Kemudian saat diletakkan dalam alat MRI (*gantry*), maka atom H akan sejajar dengan arah medan 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 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.<sup>3</sup>

### Instrumen MRI

Secara garis besar instrumen 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* dari 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, fungsinya untuk mencetak gambar pada film rontgen atau untuk menyimpan citra.<sup>3</sup>

### Aplikasi Klinik Pemeriksaan MRI

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, misalnya: 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 *Musculo-skeletal* 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. 6. Pemeriksaan Thorax untuk melihat: paru-paru, jantung.<sup>4</sup>

### 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.

### **Penatalaksanaan Pasien dan Teknik Pemeriksaan**

Pada pemeriksaan MRI perlu diperhatikan bahwa alat-alat seperti tabung oksigen, alat resusitasi, kursi roda, dll yang bersifat *feromagnetik* tidak boleh dibawa ke ruang MRI. Untuk keselamatan, pasien diharuskan memakai baju pemeriksaan dan menanggalkan benda-benda feromagnetik, seperti : jam tangan, kunci, perhiasan jepit rambut, gigi palsu dan lainnya.

Screening dan pemberian informasi kepada pasien dilakukan dengan cara mewawancarai pasien, untuk mengetahui apakah ada sesuatu yang membahayakan pasien bila dilakukan pemeriksaan MRI, misalnya: pasien menggunakan alat pacu jantung, logam dalam tubuh pasien seperti IUD, sendi palsu, neurostimulator, dan klip aneurisma serebral, dan lain-lain.

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 resiko kecelakaan, dimana benda-benda feromagnetik dapat tertarik dan kemungkinan mengenai pasien atau personil lainnya. Salah satu upaya untuk mengatasi hal tersebut, meja pemeriksaan MRI dibuat mobile, dengan tujuan : pasien dapat dipindahkan ke meja MRI di luar ruang pemeriksaan dan dapat segera dibawa ke luar ruangan MRI bila terjadi hal-hal emergensi. Selain itu meja cadangan pemeriksaan perlu disediakan, agar dapat mempercepat penanganan pasien berikutnya sebelum pemeriksaan pasien sebelumnya selesai. 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.

Untuk persiapan pelaksanaan pemeriksaan perlu dilakukan beberapa hal berikut.<sup>5</sup> Persiapan console yaitu memprogram identitas pasien seperti nama, usia dan lain-lain, mengatur posisi

tidur pasien sesuai dengan obyek yang akan diperiksa. Memilih jenis koil yang akan digunakan untuk pemeriksaan, misalnya untuk pemeriksaan kepala digunakan *Head coil*, untuk pemeriksaan tangan, kaki dan tulang belakang digunakan *Surface coil*. Memilih parameter yang tepat, misalnya untuk citra anatomi dipilih parameter yang *Repetition Time* dan *Echo Time* pendek, sehingga pencitraan jaringan dengan konsentrasi hidrogen tinggi akan berwarna hitam. Untuk citra *pathologis* dipilih parameter yang *Repetition Time* dan *Echo Time* panjang, sehingga misalnya untuk gambaran cairan serebro spinalis dengan konsentrasi hidrogen tinggi akan tampak berwarna putih. Untuk kontras citra antara, dipilih parameter yang *time repetition* panjang dan *time echo* pendek sehingga gambaran jaringan dengan konsentrasi hidrogen tinggi akan tampak berwarna abu-abu.<sup>5</sup>

Untuk mendapatkan hasil gambar yang optimal, perlu penentuan *center magnet (land marking patient)* sehingga *coil* dan bagian tubuh yang diamati harus sedekat mungkin ke *center magnet*, misalnya pemeriksaan MRI kepala, pusat magnet pada hidung.

Untuk menentukan bagian tubuh dibuat *Scan Scout* (panduan pengamatan), dengan parameter, ketebalan irisan dan jarak antar irisan serta format gambaran tertentu. Ini merupakan gambaran 3 dimensi dari sejumlah sinar yang telah diserap. Setelah tergambar scan scout pada TV monitor, maka dibuat pengamatan-pengamatan berikutnya sesuai dengan kebutuhan.

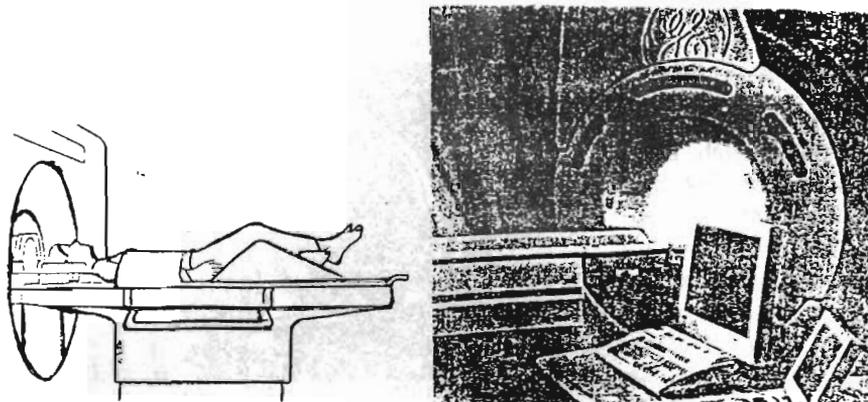
Pemeriksaan MRI yang menggunakan kontras media, hanya pada kasus-kasus tertentu saja. Salah satu kontras media untuk pemeriksaan MRI adalah *Gadolinium DTPA* yang disuntikan intra vena dengan dosis 0,0 ml / kg berat badan.

### **Artefak pada MRI dan Upaya Mengatasinya**

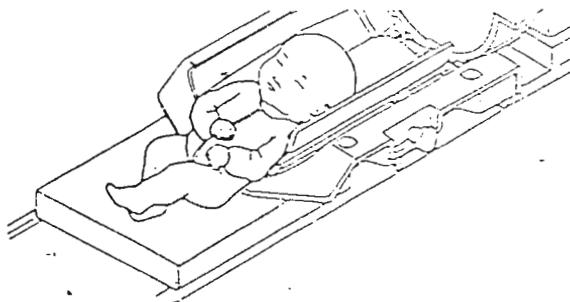
Artefak adalah kesalahan yang terjadi pada gambar yang menurut jenisnya dapat terdiri dari : kesalahan geometrik, kesalahan algoritma, kesalahan pengukuran attenuasi. Sedangkan menurut penyebabnya terdiri dari : a. Artefak yang disebabkan oleh pergerakan fisiologi, karena gerakan jantung gerakan pernafasan, gerakan darah dan cairan cerebrospinal, gerakan yang terjadi secara tidak periodik seperti gerakan menelan, berkedip dan lain-lain. b. Artefak yang terjadi karena perubahan kimia dan

---

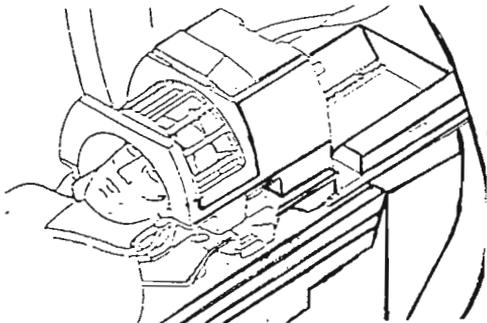
**Gambar 1. Pesawat MRI beserta Meja Pemeriksaannya.**



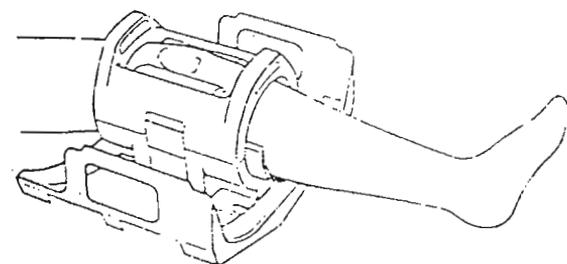
**Gambar 2. Gambar Alat untuk Pemeriksaan Anak-anak**



**Gambar 3. Gambar Alat untuk Pemeriksaan Kepala (Headcoil)**



**Gambar 4. Gambar Alat untuk Pemeriksaan Extremitas**



---

Contoh Gambaran yang Dihasilkan dari Pemeriksaan Pasien dengan Pesawat MRI

Gambar 5. Gambaran Otak



Gambar 6. Gambaran Kepala



Gambar 7. Gambaran Leher



Gambar 8. Gambaran Tulang Belakang



Gambar 9. Gambaran Rongga Abdomen



Gambar 10. Gambaran Muskuloskeletal pada Sendi Lutut



pengaruh magnet. c. Artefak yang terjadi karena letak gambaran tidak pada tempat yang seharusnya. d. Artefak yang terjadi akibat dari data pada gambaran yang tidak lengkap. f. Artefak sistem penampilan yang terjadi misalnya karena perubahan bentuk gambaran akibat faktor kesalahan geometri, kebocoran dari tabir radio-frekuensi.<sup>6</sup>

Akibat adanya artefak – artefak tersebut pada gambaran akan tampak : gambaran kabur, terjadi kesalahan geometri, tidak ada gambaran, gambaran tidak bersih, terdapat garis-garis dibawah gambaran, gambaran bergaris garis miring, gambaran tidak beraturan.

Upaya untuk mengatasi artefak pada gambaran MRI, antara lain dilakukan dengan cara : waktu pemotretan dibuat secepat mungkin memeriksa keutuhan tabir pelindung radio frekuensi, menanggalkan benda-benda yang bersifat ferromagnetic bila memungkinkan, perlu kerja sama yang baik dengan pasien.

#### **Tindakan yang Perlu Dilakukan Bila Terjadi Kecelakaan**

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam kaitannya dengan kecelakaan selama pemeriksaan MRI. Bila terjadi keadaan gawat pada pasien, segera menghentikan pemeriksaan dengan menekan tombol *ABORT*, pasien segera dikeluarkan dari pesawat MRI dengan menarik meja pemeriksaan dan segera berikan pertolongan dan apabila tindakan selanjutnya memerlukan alat medis yang bersifat ferromagnetik harus dilakukan di luar ruang pemeriksaan.

Seandainya terjadi kebocoran Helium, yang ditandai dengan bunyi alarm dari sensor oksigen, tekanlah *EMERGENCY SWITCH* dan segera membawa pasien ke luar ruang pemeriksaan serta buka pintu ruang pemeriksaan agar terjadi pertukaran udara, karena pada saat itu ruang pemeriksaan kekurangan oksigen.

Apabila terjadi pemadaman (*Quenching*), yaitu hilangnya sifat medan magnet yang kuat pada gentry (bagian dari pesawat MRI) secara tiba-tiba, tindakan yang perlu dilakukan buka pintu ruangan lebar-lebar agar terjadi pertukaran udara dan pasien segera di bawa keluar ruangan pemeriksaan. Hal perlu dilakukan karena *Quenching* menyebabkan terjadinya penguapan helium, sehingga ruang pemeriksaan MRI tercemar gas Helium.

Selama pemeriksaan MRI untuk anak kecil atau bayi, sebaiknya ada keluarganya yang menunggu di dalam ruang pemeriksaan.

#### **Kesimpulan**

Pemanfaatan 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 ketepatan pemilihan parameternya. Dalam pengoperasiannya dapat terjadi kecelakaan yang bisa membahayakan pasien, petugas serta lingkungannya. Mengingat biaya pemeriksaan MRI bagi seorang pasien cukup mahal dan efek sampingnya, ( terutama efek latennya) yang belum diketahui maka perlu pertimbangan yang matang sebelum pasien dikirim untuk pemeriksaan MRI.

Penelitian perlu dilakukan untuk mengetahui ada / tidaknya efek samping bagi pasien, petugas maupun lingkungannya (terutama efek latennya ), mengingat kekuatan medan magnetnya cukup tinggi. Perlu tindakan pencegahan kecelakaan dalam pemeriksaan MRI.

#### **Kepustakaan**

1. Stark, David D. *Magnetic Resonance Imaging*. The CV Mosby Company. Toronto, 1988.
2. Smityh, Francis W, *NMR Historical Aspects in Modern Neuroradiological*.
3. Barry R. Friedman, et al. *Principles of MRI*. Mc Graw Hill Information Service Company, New York , 1988
4. Edelman, Robert R, et. El. *Clinical Magnetic Resonance Imaging*. WB. Saunders Co. Toronto. 1990.
5. Susy Suswaty, *Prosedure Teknik Penggambaran MRI*, Makalah yang disampaikan pada Pelatihan Dosen APRO Depkes . Jakarta , 1992.
6. Toshiaki Miyachi, *Artifacts in Clinical MRI*. Journal of The Japan Association of Radiological Technologists, Tokyo 104. Japan, 1998