

BAB III

METODA PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian terhadap pemakaian MRI dilakukan di Rumah Sakit Umum Pusat “Dr. Cipto Mangunkusumo” Jakarta, pada bulan November 1998 sedangkan pengukuran densitas film dilakukan di ATRO DepKes RI Semarang.

3.2. Alat

Alat MRI yang digunakan *MR Max Plus* buatan *General Electric USA*, yang dilengkapi dengan sistem *software* dan *hardware* serta menggunakan sistem magnet superkonduktor yang mampu memberikan medan magnet yang besar sehingga mendapatkan citra yang baik (Gambar 3.1).



Gambar 3.1. MRI Max Plus (Anonim, 1990)

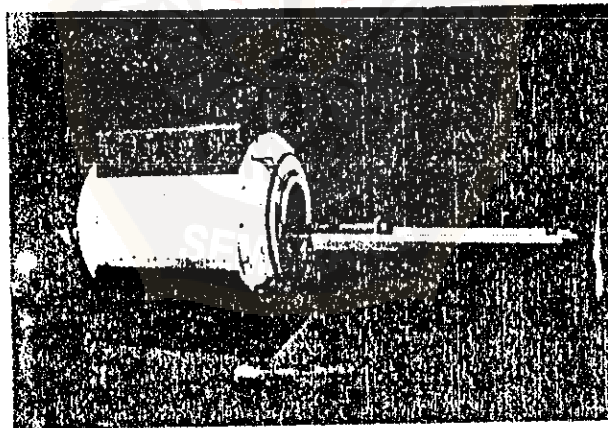
3.2.1. Konfigurasi Pesawat MRI

Konfigurasi pesawat MRI yang digunakan pada dasarnya terdiri dari:

- a. *Gantry*
- b. Meja pemeriksaan
- c. Kumparan Gradien
- d. Kumparan Frekuensi Radio

a. *Gantry*

Gantry merupakan magnet utama untuk membangkitkan medan magnet statis, di dalamnya terdapat kumparan untuk mengirim dan menerima sinyal frekuensi tinggi. Bagian utama dari sistem MR Max Plus ini adalah sebuah magnet superkonduktor dengan kekuatan 0,5 tesla (Gambar 3.2).



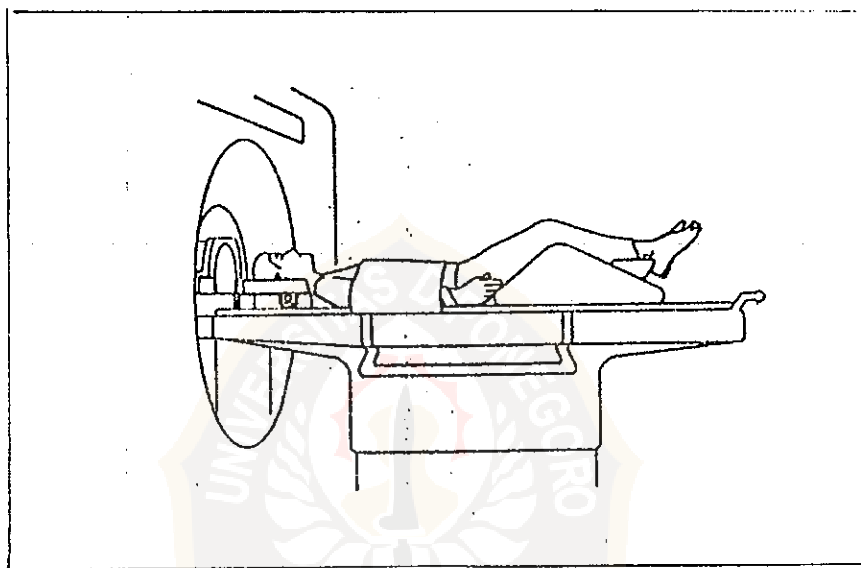
Gambar 3.2. Magnet Superkonduktor (Anonim, 1990)

Untuk mempertahankan superkonduktifitas magnet, sistem magnet di dinginkan dengan cairan helium, yang berangsur-angsur menguap dan keluar

melalui lubang udara ke dalam ruangan. Tingkat helium dimonitor oleh kabinet SC (*Scanning Control*) dan hal ini harus dicek secara teratur.

b. Meja Pemeriksaan

Meja pemeriksaan merupakan tempat mengatur posisi pasien untuk melaksanakan pemeriksaan yang terlihat pada Gambar 3.3.



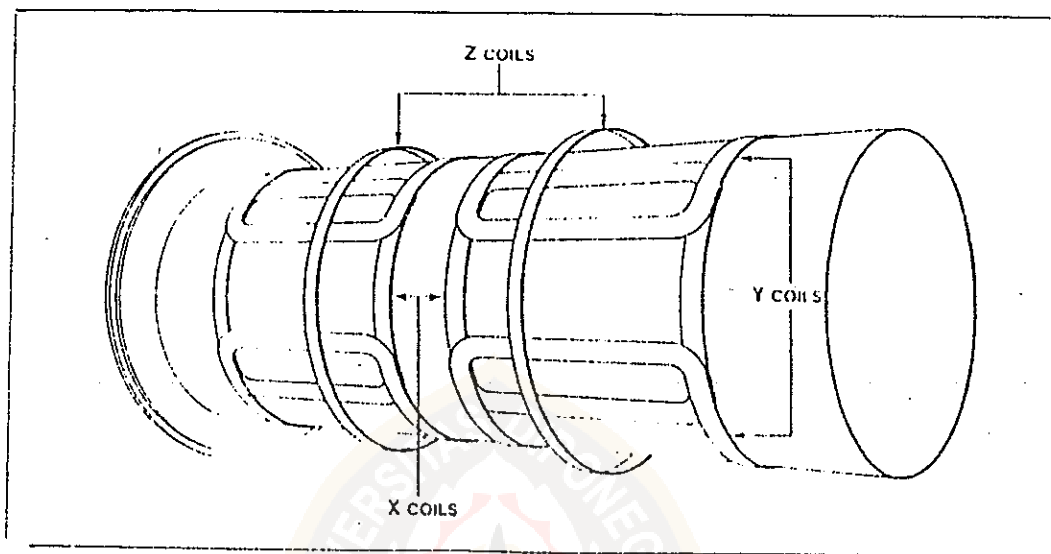
Gambar 3.3. Posisi Pasien pada Meja Pemeriksaan
(Anonim, 1990)

Meja pemeriksaan ini dapat digerakkan naik-turun dan mundur sesuai dengan kebutuhan dan terbuat dari bahan-bahan yang tidak bersifat magnet.

c. Kumparan Gradien

Selain magnet utama, di dalam *gantry* terdapat juga magnet yang digunakan untuk membangkitkan medan magnet gradien. Magnet gradien tersebut menggunakan kumparan gradien untuk membangkitkan medan magnetnya. Kumparan tersebut ada tiga pasang kumparan gradien, yakni gradien X, Y dan Z.

Dengan mengkombinasikan gradien X, Y dan Z, akan menghasilkan vektor medan magnet gradien sehingga dapat memiliki lokasi bidang penggambaran yang dikehendaki, seperti *sagital*, *coronal*, *axial* maupun *oblique* seperti terlihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Gradien Sumbu X, Y dan Z (Anonim, 1990)

d. Kumparan Frekuensi Radio

Merupakan suatu antena yang berfungsi untuk mengirim sinyal RF ke dalam tubuh dan akan menerima kembali sinyal tersebut dari dalam tubuh. Frekuensi yang digunakan tergantung pada kuat medan magnet, untuk MR Max Plus digunakan RF dengan frekuensi 21,3 Mhz.

3.2.2. Generator Consule dan Peralatan Pengarsipan

a. Operator Consule

Melalui unit *operator consule* seorang operator mengatur setiap parameter pencitraan dan memilih jaringan tubuh yang akan diScan. Unit ini terdiri dari:

Monitor, Keyboard dan Keypads, Tracball (pengontrol kursor), Panel Scan, Intercon dan Indikator Later status (lihat Gambar 3.5).



Gambar 3.5. *Operator Consule* (Anonim, 1990)

Citra dari pasien yang diScan ditampilkan pada layar monitor. Selain itu citra yang ditampilkan pada monitor dapat direproduksi ke film yang dibuat oleh *MR Max Camera*.

b. Peralatan Pengarsipan

Kemampuan penyimpanan *MR Max* dapat diperbesar dengan penambahan *drive* kaset magnetik atau piringan optik magnetik. *Drive* kaset magnetik akan menyimpan 512 *image* (citra) per-kaset, tergantung ukuran kasetnya. Sedangkan penyimpanan pada *drive* piringan optik mendekati 36.000 *image*. Kedua alat ini dikontrol dari komputer untuk pengoperasian.

3.2.3. Lemari Pengontrol Elektronik

Lemari-lemari pengontrol terdiri dari 4 lemari (*cabinets*) yang berisi peralatan elektronik yang digunakan untuk mengontrol peralatan pencitraan, yaitu:

- a. *Table Magnetic electronics (TME)*.
- b. *System transformation (SXFMR)*.
- c. *Scanning Controller (SC)*.
- d. *Gradient Power Supply (GPS)*.

Nama setiap cabinet terletak di sebelah kanan atas. Tiga dari kabinet tersebut mempunyai indikator petunjuk di bagian atas panel dan biasa disebut bagian penunjukan pelayanan GE.

a. *TME*

TME atau pengontrol elektronik meja magnet berguna untuk menggerakkan meja *scanning* melalui sistem pompa hidraulik. *TME* ini juga mengontrol *coil* tubuh yang berada di dalam magnet.

b. *SXFMR*

SXFMR atau sistem alat pengubah, kerjanya menyesuaikan suplai tenaga yang datang dari setiap komponen pada sistem *MR Max*. Pengukur pada bagian atas *cabinet* menunjukkan tegangan dan Ampere yang dibawa arus.

c. *SC*

SC atau pengontrol *Scanning* (pencitraan) merupakan peralatan elektronik yang bertanggung jawab terhadap peralatan RF dan intruksi gradien yang diberikan pada sistem. Pada bagian depan panel ada suatu lampu petunjuk yang

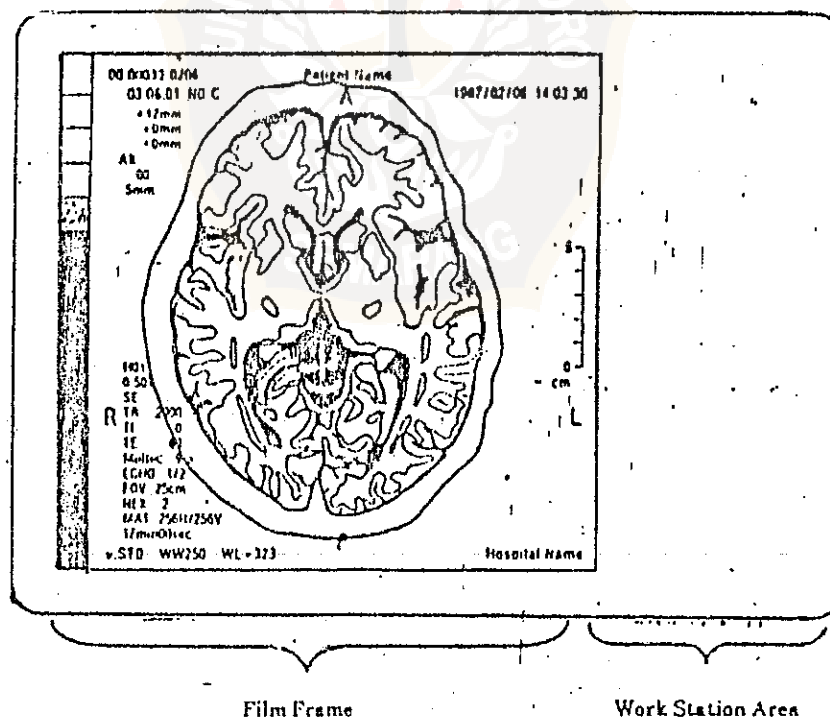
disebut "*RF overload*". Jika lampu ini menyala, maka harus diperbaiki melalui pelayanan penunjuk GE. Pada *cabinet* ini pula monitor tingkat helium berada.

d. GPS

GPS atau sumber tenaga gradien, gunanya memberikan tenaga pada kumparan-kumparan gradien di dalam magnet. Pada bagian kanan kabinet ini terdapat 4 lampu indikator atau penunjuk. Jika salah satu lampu menyala, berarti harus diperbaiki melalui pelayanan penunjuk *GE*.

3.2.4. Layar Citra

Layar citra dibagi dalam dua daerah, yaitu: "*film frame*" atau bingkai film yang menempati sebagian besar layar dan "*work station area*" (daerah kerja). Daerah bingkai film digunakan untuk menampilkan citra utama dan seluruh fungsi analisis.



Gambar 3.6. Tampilan Citra (Anonim, 1990)

Karena status citra sebagai fungsi analisis akan mempunyai arti yang penting, maka daerah layar difilmkan. Supaya kita bisa berdialog dengan komputer, maka diberikan suatu tempat yaitu daerah kerja.

Menu dan *prompt* muncul dalam daerah ini pada layar. Pada daerah kerja, kita dapat menampilkan informasi untuk mengetahui lokasi mana yang sedang dicitra. Adapun informasi yang terkandung di dalam tampilan citra di atas dapat dijelaskan sebagai berikut di bawah ini (Anonim, 1990):

Patient Name	: Nama Pasien
1987/02/06	: Tanggal Pencitraan
14 : 03 :30	: Waktu pencitraan
00 : 00033. 0206	: Kedudukan, Nomor Sandi, Identifikasi Pasien
03.06 :01 No.C	: Seri, Akusisi, dan Nomor Citra
+ 12 mm	: Lokasi Bidang Scan Axial
+ 0 mm	: Lokasi Bidang Scan Coronal
+ 0 mm	: Lokasi Bidang Scan Sagital
AX	: Bidang Scan
00°	: Sudut Kemiringan
5 mm	: Ketebalan Irisan
H 01	: Jenis Coil
0.501	: Kuat Medan Magnet
SE	: Metoda Pencitraan
TR	: Waktu Pengulangan
TI	: Waktu Inversi
TE	: Waktu Echo
Multi 9	: Jumlah Potongan dalam Akusisi
Echo: 1/2	: Jumlah Echo dalam Akusisi
FOV	: Medan Pandang
NEX	: Jumlah Exitasi
MAT	: Ukuran Matriks
17 min 00 sec	: Panjang waktu Scan untuk Akusisi
Gamma: STD	: Menunjukkan Kurva Gamma Arus
WW 250	: Lebar Window
WL +323	: Tingkat Window
Hospital Name	: Nama Rumah Sakit

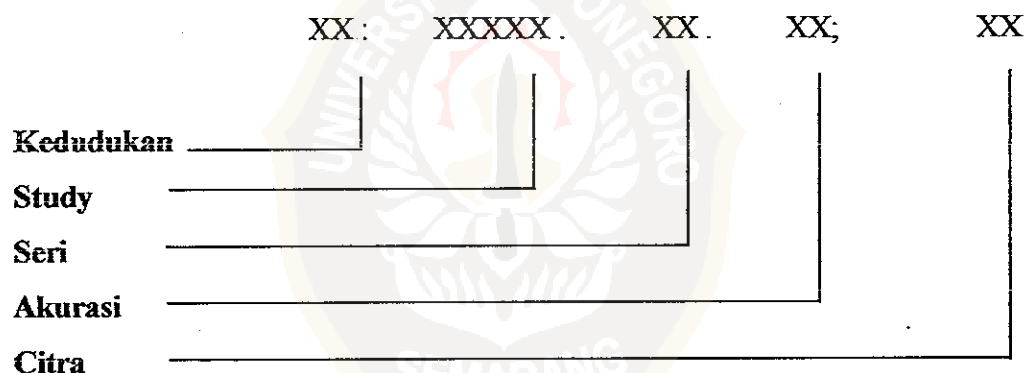
3.2.5. Densitometer

Densitometer dengan merek Curix 60 AGFA digunakan untuk mengukur densitas film hasil pencitraan MRI guna mengetahui kekontrasan secara kuantitatif.

3.3. Cara Kerja

3.3.1. Persiapan Pemeriksaan MRI

Sebelum dilakukan proses pencitraan, pasien diidentifikasi terlebih dahulu dengan MRI. *MR Max Plus* mempunyai 5 tingkat pengidentifikasi citra yang secara berurutan yang dapat diterangkan sebagai berikut (*System Operation Manual, 1990*):



Kedudukan atau *station* (01-99), menampilkan sistem scan yang akan diperoleh. Contohnya jika tempat kita mempunyai 2 buah sistem MR Max Plus dan kita bekerja pada sistem yang kedua, maka nomor sistem akan menunjukkan angka 2.

Study (00001-99998), penomorannya diberikan secara otomatis oleh komputer setiap kali dimulai pemeriksaan terhadap pasien baru. Ketika pasien memasuki ruang Scan nomor *study* tidak berubah. Penekanan tombol (*New*

Patient) pada *keyboard* kemudian akan menginisialkan *study* baru yang akan menyebabkan menu identifikasi pasien ditampilkan di layar, yaitu:

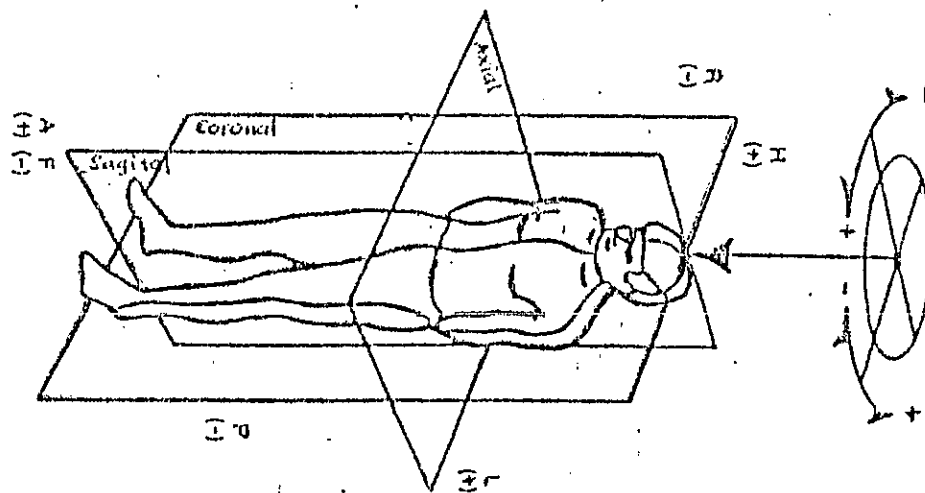
Nama :
 Umur :
 Jenis Kelamin :
 Jenis Pemeriksaan :
 Nomor Pemeriksaan :

Seri (01-89), penomoran ini juga diberikan secara otomatis oleh komputer pada saat menetapkan suatu akuisisi baru yang mempunyai kondisi Scan yang berbeda dengan akuisisi sebelumnya.

Akuisisi (01-99), nomor ini mempresentasikan lokasi suatu Scan dalam suatu seri. Setiap kali seri berubah, nomor akuisisi mulai lagi.

Citra (01-64), penomorannya diberikan secara otomatis oleh komputer untuk setiap *echo* dalam suatu *akuisisi*. Nomor maksimum dari citra di dalam suatu citra adalah 200.

Setelah kita mengidentifikasi pasien, kemudian kita memilih bidang scan. Bidang scan dapat dipilih dalam tiga bidang yang saling tegak lurus yang terdiri dari bidang *axial*, *coronal* dan *sagital*. Bidang *axial* memotong tubuh dari atas ke bawah, bidang *coronal* memotong tubuh dari depan ke belakang dan bidang *sagital* memotong tubuh dari kiri ke kanan. Untuk lebih jelasnya arah bidang potong (irisan) ini dapat dilihat pada Gambar 3.7.



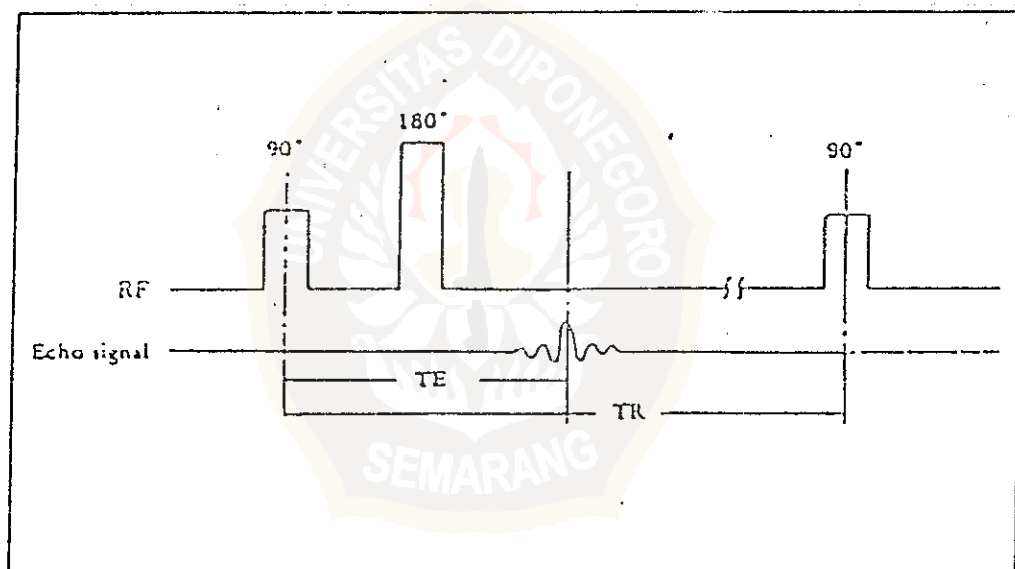
Gambar 3.7. Bidang Irisan (Bushong, 1988)

1. Bagian atas disebut bagian kepala dan dilambangkan dengan **H** (*Head*), yang nilainya bergerak positif dari arah pusat.
2. Bagian bawah disebut bagian kaki dilambangkan dengan **F** (*Foot*), yang nilainya bergerak negatif dari arah pusat.
3. Bagian kanan dilambangkan dengan **R** (*Right*), yang nilainya bergerak negatif dari arah pusat.
4. Bagian kiri dilambangkan dengan **L** (*Left*), yang nilainya bergerak positif dari arah pusat.
5. Bagian depan disebut bagian *anterior* dan lambangkan dengan **A**, yang nilainya bergerak positif dari arah pusat.
6. Bagian belakang disebut bagian *posterior* dan lambangkan dengan **P**, yang nilainya bergerak negatif dari arah pusat.

3.3.2. Metoda Pencitraan

a. Metoda Spin-echo

Metoda Spin-echo merupakan metoda yang paling sederhana dengan waktu pencitraan yang relatif singkat sehingga menghasilkan bentuk citra yang baik. Karenanya metoda ini paling sering digunakan. Pada umumnya setiap rangkaian pengambilan citra metoda ini selalu digunakan minimal pada pembobotan T_1 . Deretan pulsa RF pada metoda Spin-echo diawali dengan pemberian pulsa 90° , kemudian pada selang waktu $TE / 2$ diikuti dengan pulsa 180° .

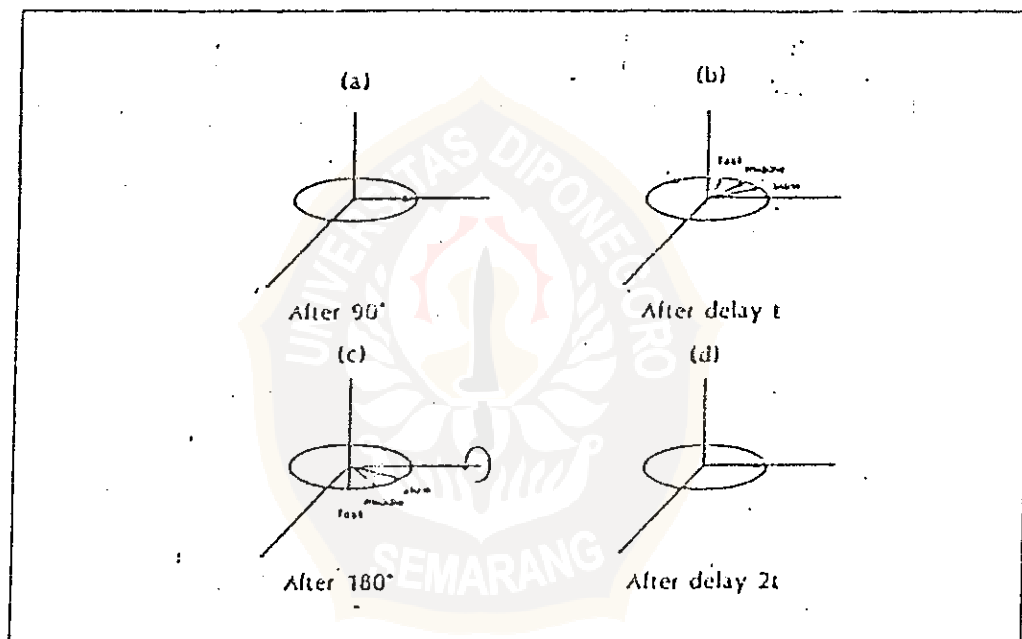


Gambar 3.8. Metoda Spin-echo (Partain dkk, 1988)

Pemberian pulsa 180° mempengaruhi presesi proton komponen magnetisasi transversal. Pulsa ini menyebabkan berputarnya semua proton pada sumbu transversal pada 180° sehingga menempatkan proton ke belakang bidang

transversal. Hasilnya yaitu letak presisi proton lambat menjadi di depan presisi proton cepat. Akibatnya pada selang waktu $TE/2$ berikutnya seluruh proton berpresisi pada satu kecepatan sehingga fasenya sama untuk semua proton.

Kembalinya semua proton pada satu fase mengakibatkan magnetisasi transversal diperoleh kembali dan menghasilkan sinyal MR yang maksimal. Sinyal maksimum tersebut dinamakan sinyal *echo*. Sejalan dengan proses perubahan fase, proton-proton mulai kembali, yang diikuti dengan meluruhnya sinyal.



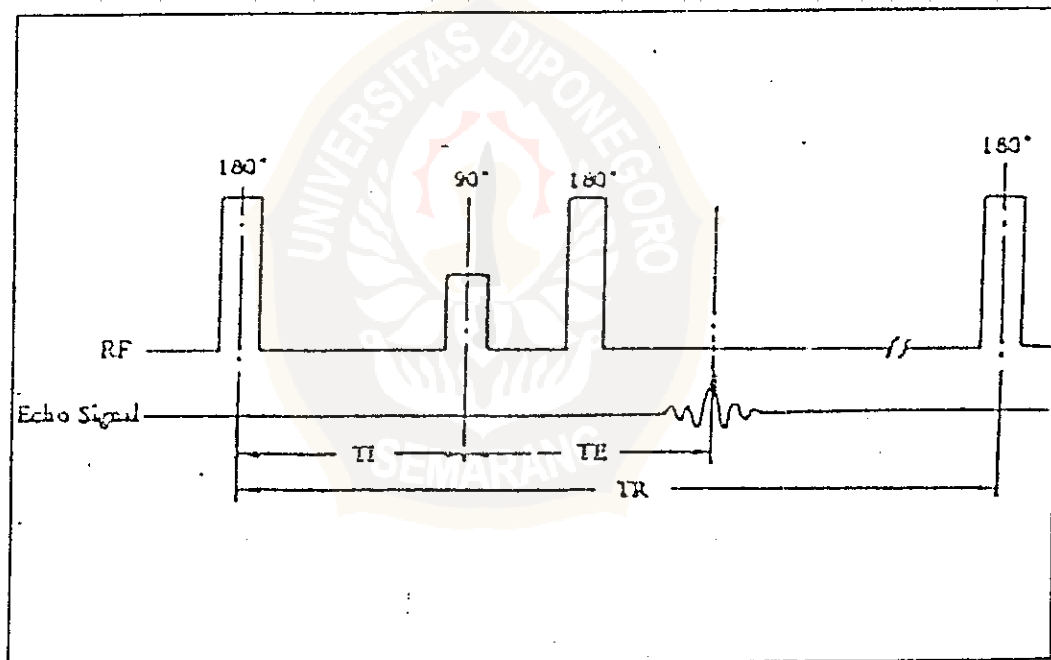
Gambar 3.9. Proses mendapatkan sinyal *echo* (Partain dkk, 1988)

b. Metoda Inversion Recovery

Metoda *inversion recovery* (IR) atau metoda pemulihan kembali diawali dengan pemberian pulsa 180° , yang membalikkan vektor magnetisasi kearah sumbu Z negatif. Sejalan dengan waktu, proton akan kembali ke keadaan seimbang, dengan demikian pada suatu saat magnetisasi total akan berharga nol

karena besarnya magnetisasi pada arah sumbu Z negatif. Pada keadaan tersebut tidak ada sinyal terdeteksi atau intensitas yang dihasilkan nol.

Urutan pemberian pulsa RF pada metoda ini adalah (Partain dkk, 1988): setelah pemberian pulsa 180° pada interval waktu t atau disebut TI (*Time Inversion*) diberikan pada pulsa 90° yang menyebabkan magnetisasi longitudinal ke bidang transversal di mana FID akan teramati. Kemudian diikuti dengan pemberian pulsa 180° untuk mendapatkan sinyal *echo*. Dengan kata lain metoda IR sama dengan metoda SE dengan penambahan pulsa 180° diawal susunan pulsa RF-nya.



Gambar 3.10. Metoda IR (Partain dkk, 1988)

Besarnya sinyal echo yang dihasilkan bergantung dari panjangnya TI dan Waktu tunda (*delay time*), yaitu waktu dimana deretan pulsa IR di atas diulang kembali. Metoda IR akan memberikan kontras yang tinggi pada pembobotan

– TI. Jika dipilih interval TI antara 500 – 600 ms dan TE antara 25 – 35 ms serta

antara 2000 –2500 *ms*, maka akan diperoleh pembobotan T_1 yang sangat bagus, dan lebih bagus daripada metoda SE. Kerugiannya mencitra dengan metoda ini dibutuhkan waktu yang lama (Partain dkk, 1988).

MRI mempunyai banyak metoda yang mengandung teknik pemberian pulsa RF yang bermacam-macam. Di antaranya yaitu metoda *spin-echo*, metoda *inversion recovery*, metoda variabel *echo*, metoda *fast-scan* dan lain-lain. Keputusan pemilihan metoda yang akan dipakai tergantung pada jaringan yang akan di citra serta kelainan yang di tandai adanya penyakit. Jika ditemukan suatu kasus yang hanya bisa dilihat jelas dengan metoda *IR* misalnya, maka seorang fisikawan atau operator MRI tetap harus memakai metoda *spin-echo* dahulu minimal pada pembobotan T_1 yang selain dipakai sebagai bahan perbandingan juga untuk melihat keadaan organ secara keseluruhan. Baru setelah itu dilanjutkan dengan metoda yang dikehendaki. Dengan demikian seorang pasien dapat dicitra dengan metoda yang bermacam-macam dalam satu kali waktu pencitraan.



Gambar 3. 11. Proses mendapatkan bentuk *IR* (Partain dkk, 1988)

3.4. Persiapan Pemeriksaan MRI

3.4.1. Persiapan Konsole

Dalam penelitian ini menggunakan dua sistem konsole. Konsole yang pertama digunakan untuk "*scanning protokol*" dan konsole kedua untuk menetapkan gambaran diagnosis.

3.4.2. Penentuan Pusat Magnet

Untuk mendapatkan hasil yang baik, kumparan dipasang di bawah dan di tengah tubuh pasien.

3.4.3. Scan Scout (Lokalise)

Untuk menentukan gambar potongan tubuh, langkah pertama dibuat *scan scout* hasil, misal: *coronal* dan *sagital*.

3.4.4. Scanning

Setelah tergambar *scan scout* pada TV monitor, kemudian dibuat *scan scout* berikutnya sesuai dengan kebutuhan. Pada pemeriksaan MRI dibuat potongan-potongan sebagai berikut, yaitu: *sagital*, *coronal* dan *axial*, baik untuk pembobotan T₁, T₂ maupun densitas proton

3.4.5. Pengambilan Gambaran MRI

Pemeriksaan MRI diawali dengan pembuatan foto pendahuluan (*topografi*), dengan memberikan frekuensi radio melalui antena, maka pesawat MRI akan

memberikan isyarat berupa menyalanya lampu pada tombol *axial-sagital* atau *coronal* dan operator MRI kemudian menekan tombol tersebut. Beberapa saat kemudian pada layar monitor akan muncul gambar *topografi* yang dimaksud. Melalui bantuan komputer dapat ditentukan daerah yang akan diperiksa dengan mengatur garis-garis *scan* pada *topografi*.

