

UPAYA PENINGKATAN KUALITAS CITRA MRI DENGAN PEMBERIAN MEDIA KONTRAS

Suhardi¹, Wahyu Setia Budi² dan Choirul Anam²

¹ Instalasi Radiologi, RS Tlogorejo, Semarang, Jawa Tengah

² Jurusan Fisika, Universitas Diponegoro, Semarang, Jawa Tengah

Abstract

Improvement the image quality of magnetic resonance imaging (MRI) carried out by contrast media has been done. It was expected to obtain a better image quality so that interpretation of MRI images more valid. Contrast media were used gadolinium 5 mmol/10 ml per patient. Number of patients 10 people with tumor of the head, and each uses a 6 slices. MRI used AIRIS II with 0.3 Tesla magnetic field, Kodak Dry View 8900, densitometry, and Film. In this study, the image resulted with and without contrast media were measured its density and compared. It was resulted that the image density in normal tissues no change, with and without contrast media. While the tumor area with and without contrast media, the density decreased by an average of 0,56. The addition of contrast media, the presence of tumor will appear more clearly.

Keywords: Contrast Media, gadolinium, MRI

Intisari

Penelitian ini dilakukan dalam upaya peningkatan kualitas citra Magnetic Resonance Imaging (MRI) dengan pemberian media kontras. Dari penelitian ini diharapkan memperoleh kualitas citra yang lebih baik sehingga memudahkan dalam menginterpretasi hasil citra MRI. Media kontras yang digunakan adalah gadolinium sebanyak 5 mmol/10 ml perpasien. Jumlah pasien 10 orang dengan gangguan tumor kepala, dan masing-masing menggunakan 6 slice. Pesawat yang digunakan MRI AIRIS II dengan medan magnet 0,3 Tesla, Dry View 8900 Kodak, Densitometri, dan Film. Dalam penelitian ini, citra yang diberi media kontras dan tidak diberi media kontras, diukur densitasnya, lalu dibandingkan. Diperoleh hasil bahwa densitas citra pada jaringan normal, sebelum dan setelah diberi media kontras tidak ada perubahan. Sementara pada tumor setelah diberi media kontras, densitas mengalami penurunan rata-rata sebesar 0,56. Dengan penambahan media kontras keberadaan tumor akan tampak lebih jelas.

Kata Kunci: Media Kontras, gadolinium, MRI

I. Pendahuluan

Teknik pencitraan pada MRI memanfaatkan unsur proton yang banyak dimiliki oleh ion Hidrogen yang banyak terdapat dalam tubuh manusia [1,2]. Hasil pencitraan dengan MRI mempunyai banyak kelebihan dibandingkan dengan CT Scan, antara lain tidak menggunakan radiasi pengion, memiliki kemampuan pengambilan gambar pada berbagai bidang (multiplanar), memiliki resolusi spasial yang baik, tidak ada artefak tulang dan belum ada laporan efek

samping yang bersifat menetap akibat penggunaan MRI.

MRI terus berkembang dan banyak berperan dalam berbagai pemeriksaan terutama kelainan-kelainan pada jaringan lunak [3], semisal tumor pada *soft tissue*, *ruftur tendon*, maupun *metastase*.

Salah satu teknik untuk meningkatkan kualitas citra adalah pemberian media kontras [1,4]. Media kontras adalah bahan paramagnetik yang mempunyai momen magnetik yang cukup besar [4,5]. Media kontras digunakan untuk memperpendek waktu

relaksasi T_1 dan T_2 , sehingga peningkatan kualitas citra dengan media kontras dapat tervisualisasi dengan baik. Hal ini diperlukan untuk menegakkan suatu diagnosis terutama pada kasus-kasus tumor, *metastase*, peradangan. Penelitian ini dilakukan untuk evaluasi pengaruh kontras media gadolinium pada penderita tumor otak.

II. Dasar Teori

1. *Magnetic Resonance Imaging (MRI)*

Inti atom hidrogen H^1 adalah proton dengan spin tunggal dan memiliki momen magnetik yang tinggi [1,6,7]. Karena proton memiliki momen magnet maka jika diletakkan dalam medan magnet luar yang kuat (B_0), orientasinya akan searah atau berlawanan arah dengan arah medan magnet luar. Karena itu, beberapa saat setelah diletakkan dalam medan magnet luar, terjadi magnetisasi longitudinal (M), pada arah sumbu Z [1]. Spin proton berpresisi dengan sumbunya adalah medan magnet luar [6,7]. Frekuensi dari presesi tersebut berbanding lurus dengan kuat medan magnet dan dinyatakan dengan persamaan Larmor

$$\omega = \gamma B_0 \quad (1)$$

ω adalah frekuensi sudut, γ adalah faktor giromagnetik ratio, B_0 adalah medan magnet luar.

Resonansi terjadi apabila pada obyek diberikan gangguan berupa pulsa *Radio-frequency* (RF) yang mempunyai frekuensi yang sama dengan frekuensi Larmor. Pulsa RF merupakan gelombang

elektromagnetik dengan frekuensi antara 30–120 MHz [8].

Pada keadaan setimbang, magnetisasi (M) berada disepanjang sumbu-z (longitudinal), yaitu searah dengan medan magnet luar. Pada keadaan ini M seluruhnya berada pada arah longitudinal (M_L) sedangkan komponen transversalnya nol. Pemberian pulsa RF akan membelokkan arah M ke arah xy sehingga menghasilkan magnetisasi pada bidang transversal M_T [9].

Selama pemberian pulsa RF komponen M_T mulai bertambah sedangkan komponen M_L akan berkurang. Pada saat M mencapai bidang transversal komponen M_L akan sama dengan nol sedangkan komponen M_T besarnya M .

Setelah pulsa RF dimatikan, magnetisasi M akan kembali ke posisi semula yaitu pada posisi keadaan setimbang, sedang M_L akan mulai muncul kembali dan bertambah besar, sedangkan M_T akan mulai berkurang sampai $M_T = 0$ [10,11]. Proses ini disebut “relaksasi”.

Pertambahan besarnya M_L dinyatakan dalam persamaan:

$$M_L(t) = M_L(0) \left(1 - e^{-\frac{t}{T_1}} \right) \quad (2)$$

$M_L(t)$ adalah komponen M searah B_0 pada waktu t , t adalah waktu setelah pulsa RF diberikan, $M_L(0)$ adalah komponen M searah B sesaat setelah pulsa RF diberikan, dan T_1 adalah waktu yang diperlukan untuk memulihkan magnetisasi longitudinal sebesar 63 % setelah pulsa RF 90° [11]. Kecepatan kembali munculnya komponen magnetisasi longitudinal bergantung konstanta waktu relaksasi spin kisi.

Proton atom Hidrogen di suatu jaringan yang berbeda memiliki T_1 yang berbeda. Sebagian peluruhan magnetisasi transversal disebabkan oleh reorientasi dipol magnet dari sumbu xy ke sumbu z, sedangkan sebab lain adalah kehilangan fase koherensi diantara dipol magnet di dalam suatu jaringan. Kehilangan koherensi dapat disebabkan oleh faktor instrinsik dan faktor ekstrinsik.

Sedangkan T_2 adalah waktu yang dibutuhkan magnetisasi transversal untuk meluruh 37 % dari nilai semula [11].

Relaksasi spin-spin terjadi akibat ketidakhomogenan medan magnet proton dan ketidaksempurnaan medan magnet luar. Seperti halnya T_1 , setiap jaringan memiliki T_2 yang berbeda terutama disebabkan oleh perbedaan makro molekuler lingkungan. Dalam jaringan pada umumnya T_2 jauh lebih cepat dari T_1 .

Kecepatan meluruhnya komponen tergantung dari konstanta relaksasi transversal atau waktu relaksasi spin-. Besarnya peluruhan magnetisasi transversal sebagai berikut [12]:

$$M_T(t) = M_T(0) \left(e^{-\frac{t}{T_2}} \right) \quad (3)$$

dengan $M_T(t)$ adalah komponen transversal M tegak lurus B_0 , t adalah waktu setelah RF diberikan, $M_T(0)$ adalah komponen M sesaat setelah pulsa RF diberikan, T_2 adalah waktu relaksasi transversal.

2. Media Kontras

Media kontras yang digunakan pada MRI adalah material yang dapat meningkatkan magnetisasi terhadap medan magnet luar [1]. Material yang biasa digunakan sebagai bahan media kontras MRI adalah paramagnetik, memiliki ion satu sampai tujuh elektron tidak berpasangan dan mempunyai momen magnetis besar. Momen magnetis adalah faktor menentukan efisiensi peningkatan relaksasi proton paramagnetik. Media kontras yang biasa dipakai dalam MRI adalah gadolinium, karena mempunyai tujuh elektron yang tidak berpasangan dan cepat larut dalam air.

Pengaruh media kontras terhadap waktu relaksasi T_1 dan T_2 . Hal ini karena interaksi antara elektron ion paramagnetik yang tak berpasangan dengan proton hidrogen, sehingga kemagnetan proton hidrogen bergerak mendekati frekuensi Larmor. Sebagai hasilnya terjadi perpindahan energi kearah atom-atom sekitarnya dan waktu relaksasi T_1 dan T_2 menjadi berkurang, sehingga akan meningkatkan intensitas sinyal T_1 dan T_2 yang mengakibatkan *enhancement*, terutama pada jaringan yang bersifat patologis

Pengaruh media kontras untuk meningkat waktu relaksasi sebanding dengan jumlah media kontras yang disuntikkan kedalam jaringan tubuh. Hubungan antara konsentrasi jenis paramagnetik terhadap waktu relaksasi T_1 dapat ditulis dengan persamaan :

$$\frac{1}{T_1} = \frac{1}{T_{1,0}} + rC \quad (4)$$

dengan T_1 adalah waktu relaksasi longitudinal setelah pemberian paramagnetik, $T_{1,0}$ adalah waktu relaksasi longitudinal sebelum

pemberian paramagnetik, C adalah konsentrasi paramagnetik, dan r adalah relaktivitas paramagnetik.

III. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di RS Telogorejo Semarang. Penelitian ini menggunakan MRI II Airis Hitachi, medan magnet 0,3 Tesla, Dry View 8900 Kodak, Densitometri, Film, dan Media kontras gadolinium.

Parameter dengan pembobotan T_1 yaitu TR 300 mS, TE 12 mS, FOV 22 cm, matrik pencitraan 192 x 512, *slice thickness* 7 mm, *Window with* 1000, dan *window level* 500.

Dalam penelitian ini hasil citra, baik yang diberi media kontras atau tidak diberi media kontras, diukur densitasnya lalu dibandingkan nilai densitas citra dan kontras citra. Media kontras yang digunakan adalah jenis gadolinium sebanyak 5 mmol/10 ml perpasien dengan tumor kepala. Jumlah pasien adalah 10 orang, dengan masing-masing 6 slice.

Citra hasil MRI baik dengan media kontras atau tidak, lalu diukur densitasnya pada lima titik (1 titik pada daerah tumor, 4 titik pada daerah bukan tumor). Hasil densitas ini kemudian dibandingkan untuk dilakukan analisis.

IV. Hasil dan Pembahasan

Sampel penelitian adalah citra MRI brain T_1 *Weighted Image* (WI), potongan sagital tanpa media kontras ditunjukkan oleh Gambar 1 dan citra T_1 WI dengan media kontras ditunjukkan oleh Gambar 2.

Perubahan densitas rata-rata pada jaringan yang tidak normal setelah pemberian media kontras, seperti terlihat pada Tabel 1. Tampak bahwa pada jaringan normal, densitas citra tanpa bahan media kontras dibandingkan dengan memakai bahan media kontras tidak ada perubahan densitas. Ini terjadi karena media kontras yang disuntikkan tidak masuk kedalam jaringan tersebut, tetapi hanya melalui pembuluh darah, sehingga tidak ada interaksi antara elektron ion paramagnetik dengan proton hidrogen mekul air pada jaringan tersebut. Dengan demikian intensitas sinyal jaringan normal dengan pemberian media kontras sama dengan intensitas sinyal jaringan tanpa pemberian media kontras.

Sementara pada jaringan tidak normal, densitas citra tanpa media kontras dibandingkan dengan pemberian media kontras, terjadi perubahan densitas yaitu 0,56 dan warna citra berubah dari agak abu-abu menjadi agak putih.



Gambar 1. Brain T_1 WI tanpa media kontras



Gambar 2. Brain T_1 WI dengan media kontras

Perubahan densitas ini karena media kontras yang disuntikkan masuk kedalam jaringan yang tidak normal, sehingga ada interaksi antara elektron ion paramagnetik yang tak berpasangan dengan proton hidrogen melekul air pada jaringan tersebut. Interaksi media kontras dengan proton air ada dua yaitu inner sphere dan out sphere. Jika melekul air mengikat dalam lapisan koordinasi utama ion logam dan memancarkan efek relaksasi dengan pertukaran dengan rangkaian bahan pelarut, ini disebut inner sphere. Jika melekul air mengikat dalam lapisan kordinasi kedua ion logam dan memancarkan efek relaksasi dengan pertukaran dengan rakaian bahan pelarut disebut out sphere. Interaksi tersebut mengakibatkan intensitas sinyal jaringan tidak normal akan meningkat dengan pemberian media kontras, waktu relaksasi T_1 akan berkurang ($T_{1,tanpa MK} > T_{1,dengan MK}$). Perubahan waktu relaksasi T_1 mengakibatkan perubahan warna citra dari agak abu-abu menjadi

lebih putih. Perubahan warna citra masing-masing jaringan tidak sama hal ini tergantung dari chemical shif: lingkungan kimia, bagian jaringan.

Tabel 1. Peningkatan Densitas Citra
Perubahan densitas rata-rata pada jaringan normal setelah pemberian media kontras:

P	Jaringan normal			Jaringan tidak normal		
	TKM	DKM	ΔD	TKM	DKM	ΔD
1	1,08	1,08	0,00	1,37	0,80	0,57
2	1,23	1,23	0,00	1,19	1,05	0,14
3	1,21	1,22	0,01	1,76	0,88	0,88
4	1,24	1,24	0,00	1,81	0,86	0,95
5	1,06	1,06	0,00	1,35	0,91	0,44
6	1,02	1,03	0,01	1,27	0,81	0,46
7	1,05	1,05	0,00	1,45	0,84	0,61
8	1,12	1,13	0,01	1,52	0,86	0,66
9	1,12	1,12	0,00	1,38	0,95	0,43
10	1,10	1,11	0,01	1,59	1,15	0,44
	Rata-rata		0,00	Rata-rata		0,56

P: Pasien, TKM: Tanpa Media Kontras, DKM: dengan Media Kontras, ΔD : Perbedaan Densitas

V. Kesimpulan

Densitas citra setelah diberi media kontras pada jaringan normal tidak ada perubahan ($\Delta D = 0,00$), pada jaringan tidak normal densitas citra rata-rata menurun ($\Delta D = 0,56$). Jadi dengan penambahan media kontras keberadaan tumor akan tampak lebih jelas.

Daftar Pustaka

1. Bushberg J.T., Seibert J.A., Edwin M. Leidholdt, J.R., Boone J.M., 2002, *The Essential Physic of Medical Imaging*, Second Edition, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia USA.
2. Bushong, Stewart C. 1995 *MRI Physical and Biological Principles*. USA

3. Hashemi R.H., Bradley W.G., Lisanti C.J., 2004, *MRI: The Basic, 2nd edition*, The Lippincott Williams & Wilkins, Philadelpis, USA
4. Chrysicopoulos H.S., 2009, *Clinical MR Imaging and Physics*, Springer-Verlag, Berlin
5. Kuperman V., 2000, *Magnetic Resonance Imaging: Physical Principles and Applications*, Academic Press, San Diego, USA
6. Brown M.A., dan Semelka R.C., 2003, *MRI: Basic Principles and Applications*, Third Edition Published by John Wiley & Sons, Inc. New York, Hoboken, New Jersey.
7. Jones. R.A., 1993, *Magnetic Resonance in Medicine*, Blackwell Scientific Publications.
8. Cho Z.H., dan Kim H.S., 1982, *Fourier Transform Nuclear Magnetic Resonance Tomographic Imaging*, proceeding IEEE Vol.70 John Wiley & Sons Inc New York.
9. Osborn, A.G., 1992, *Introduction Magnetic Resonance Imaging; Basic primer*, Departemen of Radiology University of Colorado Health sciences Center.
10. Edelman R.R., 1996, *Clinical Magnetic Resonance Imaging*, Health Sciences Right Dep. In Philadepia.
11. McRobby D.W., Moore E.A., Graves M.J. and Prince M.R., 2006, *MRI Picture To Proton* Cambridge University Press, The Edinburgh Building, Cambridge CB2 8RU, UK, New York.
12. Peter A.R,1993, *Magnetic Resonance In Medicine*. Blackwell scientific Publication Jerman.