

ANALYSIS OF PARAMETERS VARIATION TIME REPETITION,
TIME ECHO, AND FLIP ANGLE OF SIGNAL-TO-NOISE RATIO AND IMAGE
CHARACTERISTICS 3D TOF-MRA BRAIN

ANALISA VARIASI PARAMETER TIME REPETITION, TIME ECHO, DAN FLIP ANGLE
TERHADAP SIGNAL-TO-NOISE RATIO DAN KARAKTERISTIK CITRA 3D TOF-MRA
BRAIN

¹⁾Ariyani Eka Wardani

²⁾ Sugiyanto

³⁾ Rasyid

¹⁾Radiografer RSUD Tidar Magelang

^{2) 3)} Dosen Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Semarang

Jl. Tirta Agung Pedalangan Banyumanik Semarang

Email : gieksugiyanto@yahoo.com

Abstract

3D TOF-MRA BRAIN is a technical examination of intracranial arteries use Steady State Coherent GRE sequences where the TR is shorter than T1 and T2 soft tissue so that the nucleus haven't decay until the next TR, resulting in a build up of transverse magnetization that will affect the image contrast. To achieve steady state conditions use TR between 22 ms to 50 ms and FA of 30 ° to 50°. The purpose of this study is to obtain a high SNR value and high intensity of arteries in the anterior cerebral artery, middle cerebral artery, posterior cerebral artery, basilar artery, and vertebral artery by using a variation of parameters repetition time, echo time and flip angle. This type of research was an experiment, performed using 0.35 Tesla MRI Unit. Data obtained by performing an MRI examination of the 3 (three) patients with 9 (nine) parameter variations. Assessment is done by measuring the SNR image using software on the MRI Unit and assessment of the intensity of the arteries by making the questionnaire to 3 (three) observers to assess the degree of clarity of the anterior cerebral artery, middle cerebral artery, posterior cerebral artery, basilar artery, and vertebral artery. Then conducted an analysis of data obtained. The study states that the examination is performed with the parameters TR 38 ms, TE 9.6 ms, and FA 30 ° has the highest SNR values and intensity values clarity more apparent than variations of arteries so their parameters including routine parameters.

Key words: Time Repetition (TR), Time Echo (TE), Flip Angle (FA), SNR, 3D TOF-MRA Brain.

1. Pendahuluan

Sistem pembuluh darah merupakan jaringan lunak dengan aliran darah di dalamnya tidak dapat divisualisasikan dengan menggunakan sinar-X baik konvensional maupun CT Scan kecuali dengan diberikan media kontras nonionik melalui injeksi intravena. Pemeriksaan

Angiography, Digital Subtraction Angiography (DSA), dan CT Angiography tergolong invasive dan menggunakan dosis radiasi yang tinggi.

Magnetic Resonance Angiography (MRA) memanfaatkan aliran di dalam pembuluh darah untuk mendapatkan variasi sinyal agar terbentuk gambaran

dari pembuluh darah tersebut. Sinyal dari proton yang bergerak atau mengalir akan lebih menonjol dibandingkan dengan sinyal dari proton yang tidak bergerak atau stasioner.

Pembuluh darah *intracranial* merupakan pembuluh darah yang sangat kecil dengan beberapa percabangannya dan interval waktu antara fase arteri dan fase vena sangat pendek sehingga meningkatkan kemungkinan munculnya missinformasi, keakuratan dalam pencitraan sangat dibutuhkan sehingga tidak terjadi kesalahan diagnostik.

Teknik 3D TOF-MRA mengaplikasikan sekuen *coherent GRE* dikombinasikan dengan *gradient moment rephasing* dengan memanfaatkan *steady state* dimana TR lebih pendek dari T1 dan T2 jaringan agar magnetisasi transversal tidak mengalami *decay* dan terjadi residu. Residu dari magnetisasi transversal mempengaruhi kontras gambar, dengan *rewinder* atau *rephasing gradient* maka residu tersebut dapat diperkuat dan menghasilkan gambaran *hyperintens* pada T2 cairan. TR dan FA sangat berperan untuk mencapai *steady state*. TE akan menentukan seberapa banyak T2* akan terbentuk. (Westbrook, 2002). Istilah *steady-state* berbeda-beda pada setiap produk pesawat MRI. *Fast imaging with steady-state precession* (FISP) merupakan *sequence steady state* dengan menggunakan *rewinding gradients* pada *phase encoding*. (Liney, 2005)

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang akan dilakukan adalah jenis penelitian deskriptif kuantitatif. Analisa hasil penelitian dilakukan dengan metode statistik diskriptif untuk mengetahui rata-rata dan standar deviasi dari data-data yang diperoleh.

Penelitian dilakukan pada 3 orang pasien (probandus) dengan kriteria umur antara 20-25 tahun, jenis kelamin perempuan, berat badan antara 50-55 kg, dan tidak memiliki keluhan atau riwayat penyakit yang berhubungan dengan

kepala. Masing-masing pasien dilakukan scanning MRA dengan protokol rutin dan selanjutnya dilakukan scanning dengan variasi parameter pada time repetition, time echo dan flip angle. Setiap pasien menghasilkan 9 (sembilan) buah citra, 1 (satu) citra dengan protokol rutin kemudian disebut citra kontrol (K) dan 8 (delapan) citra dengan variasi parameter kemudian disebut citra A, B, C, D, E, F, G, dan H. Semua citra tersebut dilakukan pengukuran signal-to-noise ratio (SNR) dan penilaian intensitas arteri (kejelasan anatomi) dengan metode kuisioner kepada Dokter Radiolog.

Pada eksperimen ini pada parameter Time Repetition (TR) digunakan variasi TR 38 ms dan 48 ms. Menurut (Glance, 2002) untuk mendapatkan kondisi *steady state* digunakan time repetition antara 22 ms sampai dengan 50 ms, dan *coherent gradient echo* didapat dengan 40 ms. Sedangkan ketersediaan variasi TR pada alat MRI 0,35 T yang digunakan untuk eksperimen ini antara 38 ms sampai dengan 2000 ms. Dengan variasi TR yang lebih tinggi diharapkan dapat mendapatkan SNR yang lebih tinggi. Kemudian pada parameter Time Echo (TE) digunakan variasi TE 8,6 ms dan 9,6 ms. Menurut (Glance, 2002) kondisi *steady state coherent* dapat didapat dengan time echo 20 ms. Ketersediaan variasi time echo pada alat yang antara 8,57 ms sampai 9,97 ms. Sedangkan pada parameter Flip Angle (FA) digunakan variasi FA 300 dan 500. Menurut (Glance, 2002) flip angle yang digunakan pada *steady state* antara 300 sampai 450 dengan *coherent sequence* pada 300. Dengan FA yang besar diharapkan SNR akan meningkat.

Pengukuran SNR dengan *region-of-interest* (ROI). Melakukan evaluasi citra dengan pengukuran SNR menggunakan software aplikasi dari sistem komputer pesawat MRI tersebut dengan membuat *region-of-interest* (ROI) berupa lingkaran sebanyak lima buah, satu lingkaran diletakkan pada arteri yang sudah ditentukan dan empat lingkaran yang

lainnya diletakkan pada area diluar organ atau daerah bebas (background). Data dari kelima lingkaran ROI tersebut dilakukan perhitungan sehingga di dapatkan nilai SNR murni dari arteri tersebut. Arteri-arteri yang akan dihitung nilai SNR-nya adalah anterior cerebral artery (ACA), middle cerebral artery (MCA), posterior cerebral artery (PCA), basiler artery (BA), dan vertebra artery (VA). Pengukuran SNR terhadap kelima arteri tersebut dilakukan pada semua citra baik citra terkontrol maupun citra dengan variasi parameter. Sedangkan evaluasi citra dengan kuisioner yang dinilai oleh Dokter Ahli Radiologi, dilakukan pada citra terkontrol dari ketiga pasien (probandus) dan pada citra dengan variasi parameter yang memiliki nilai SNR lebih tinggi dari masing-masing tahap dari ketiga pasien (probandus). Penilaian dilakukan terhadap anterior cerebral artery, middle cerebral artery, posterior cerebral artery, basiller artery, dan vertebral artery untuk

intensitas yang dihasilkan dari arteri-arteri tersebut dibandingkan dengan jaringan lunak disekitarnya.

Pengolahan data untuk pengukuran SNR dilakukan dengan mengitung rata-rata nilai SNR yang didapat dari ketiga pasien (probandus) pada masing-masing titik penilaian. Sedangkan pengolahan data observasi kepada Dokter Ahli Radiologi dilakukan dengan mengakumulasi skor yang didapat dari tabel penilaian. Dari kedua teknik . pengumpulan data tersebut dilakukan analisa data.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengukuran SNR dilakukan dengan membuat region of interest (ROI) pada daerah Anterior Cerebral Artery (ACA), Middle Cerebral Artery (MCA), Posterior Cerebral Artery (PCA), Basiler Artery (BA), dan Vertebra Artery. Rata-rata hasil pengukuran SNR dari masing-masing arteri adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Rata-Rata Hasil Pengukuran SNR

CITRA	PARA-METER		RATA-RATA SNR				
			ACA	MCA	PCA	BA	VA
K	TR	38	127,4	158,0	121,2	173,4	160,6
	TE	9,4					
	FA	40°					
A	TR	38	150,9	184,2	133,5	197,5	158,8
	TE	8,6					
	FA	30°					
B	TR	48	95,3	113,6	82,8	116,8	101,5
	TE	8,6					
	FA	30°					
C	TR	38	135,7	162,9	103,8	158,6	151,1
	TE	9,6					
	FA	50°					
D	TR	48	140,3	177,1	118,6	190,1	172,4
	TE	9,6					
	FA	50°					
E	TR	38	141,1	179,3	123,1	165,3	162,8
	TE	8,6					
	FA	50°					
F	TR	48	138,0	185,3	128,4	189,9	188,0
	TE	8,6					
	FA	50°					
G	TR	38	146,4	188,8	131,5	200,8	158,6
	TE	9,6					
	FA	30°					
H	TR	48	103,1	139,7	98,2	139,0	110,3
	TE	9,6					
	FA	30°					

Keterangan:

ACA: *Anterior Cerebral Artery*; MCA: *Middle Cerebral Artery*; PCA: *Posterior Cerebral Artery*; BA: *Basiler Artery*; VA: *Vertebra Artery*.

K: Citra Kontrol

TR dan TE dalam ms (*milisecond*)

Hasil rata-rata pengukuran SNR dari kelima arteri yaitu *anterior cerebral artery*, *middle cerebral artery*, *posterior cerebral artery*, *basiler artery*, dan *vertebra artery* diatas, kemudian dilakukan

penghitungan nilai rata-rata dan standar deviasi dengan menggunakan statistik analisa deskriptif dari masing-masing arteri dengan hasil sebagai berikut:

Tabel2. Hasil Analisa Deskriptif Untuk Rata-Rata Dan Standar Deviasi Dari Rata-Rata Hasil Pengukuran SNR

		ACA	MCA	PCA	BA	VA
N	Valid	9	9	9	9	9
	Missing	0	0	0	0	0
Mean		130.911	165.433	115.678	170.156	151.567
Std. Deviation		19.2307	25.0795	17.1444	28.4155	28.0197

Dari tabel 1 dan 2 diatas dapat dijelaskan bahwa, citra kontrol (K) dengan menggunakan parameter TR 38 ms, TE 9,4 ms, dan FA 40°, citra C dengan menggunakan parameter TR 38 ms, TE 9,6 ms, dan FA 50°, citra D dengan menggunakan parameter TR 48 ms, TE 9,6 ms, dan FA 50°, dan citra E dengan menggunakan parameter TR 38 ms, TE 8,6 ms, dan FA 50° memiliki kategori penilaian SNR cukup untuk semua arteri yang diukur SNR-nya yaitu *anterior cerebral artery*, *middle cerebral artery*, *posterior cerebral artery*, *basiler artery*, dan *vertebra artery*. Citra B dengan menggunakan parameter TR 48 ms, TE 8,6 ms, dan FA 30° dan citra H dengan menggunakan parameter TR 48 ms, TE 9,6 ms, dan FA 30° memiliki kategori penilaian SNR rendah untuk semua arteri yang diukur SNR-nya yaitu *anterior cerebral artery*, *middle cerebral artery*, *posterior cerebral artery*, *basiler artery*, dan *vertebra artery*. Citra A dengan menggunakan parameter TR 38 ms, TE 8,6 ms, dan FA 30° memiliki kategori penilaian SNR tinggi untuk *anterior cerebral artery* dan *posterior cerebral artery*, dan memiliki kategori penilaian SNR cukup untuk *middle cerebral artery*, *basiler*

artery, dan *vertebra artery*. Citra F dengan menggunakan parameter TR 48 ms, TE 8,6 ms, dan FA 50° memiliki kategori penilaian SNR cukup untuk *anterior cerebral artery*, *middle cerebral artery*, *posterior cerebral artery*, dan *basiler artery*, dan memiliki kategori penilaian SNR tinggi untuk *vertebra artery*. Citra G dengan menggunakan parameter TR 38 ms, TE 9,6 ms, dan FA 30° memiliki kategori penilaian SNR cukup untuk *anterior cerebral artery*, *middle cerebral artery*, *posterior cerebral artery*, dan *vertebra artery*, dan memiliki kategori penilaian SNR tinggi untuk *basiler artery*.

Penilaian intensitas arteri (kejelasan anatomi) dengan metode kuisioner kepada Dokter Radiolog dengan pengisian cek list untuk memberikan point pada *Anterior Cerebral Artery (ACA)*, *Middle Cerebral Artery (MCA)*, *Posterior Cerebral Artery (PCA)*, *Basiler Artery (BA)*, dan *Vertebra Artery (VA)*. Rata-rata hasil penilaian intensitas arteri (kejelasan anatomi) oleh tiga observer terhadap hasil scanning dari tiga pasien adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Rata-Rata Nilai Intensitas Jaringan

CITRA	PARA-METER		ORGAN				
			ACA	MCA	PCA	BA	VA
K	TR	38					
	TE	9,4	4,2	4,4	2,9	2,0	1,9
	FA	40°					
A	TR	38					
	TE	8,6	4,7	4,0	3,6	1,8	1,7
	FA	30°					
B	TR	48					
	TE	8,6	4,0	4,2	2,9	2,0	1,9
	FA	30°					
C	TR	38					
	TE	9,6	4,0	5,1	4,4	2,0	1,8
	FA	50°					
D	TR	48					
	TE	9,6	3,3	4,0	3,6	2,0	2,0
	FA	50°					
E	TR	38					
	TE	8,6	3,6	4,7	4,2	2,3	2,1
	FA	50°					
F	TR	48					
	TE	8,6	2,7	4,7	4,9	2,2	2,1
	FA	50°					
G	TR	38					
	TE	9,6	4,2	4,9	4,7	2,7	2,3
	FA	30°					
H	TR	48					
	TE	9,6	2,4	4,2	3,3	1,8	1,3
	FA	30°					

Keterangan:

ACA: Anterior Cerebral Artery; MCA: Middle Cerebral Artery; PCA: Posterior Cerebral Artery; BA: Basiler Artery; VA: Vertebra Artery.

K: Citra Kontrol

TR dan TE dalam ms (*milisecond*)

Dari rata-rata nilai intensitas jaringan tersebut dilakukan penghitungan nilai rata-rata dan standar deviasi dengan

menggunakan statistik analisa deskriptif dari masing-masing arteri dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Analisa Deskriptif Untuk Rata-Rata Dan Standar Deviasi

		ACA	MCA	PCA	BA	VA
N	Valid	9	9	9	9	9
	Missing	0	0	0	0	0
Mean		3.678	4.411	3.844	2.167	1.978
Std. Deviation		.7759	.3516	.7091	.2828	.3193

D

Dari tabel 3 dan 4 diatas dapat dijelaskan bahwa, citra kontrol (K) dengan menggunakan parameter TR 38 ms, TE 9,4 ms, dan FA 40° memiliki kategori kejelasan arteri cukup jelas untuk *anterior cerebral artery*, *middle cerebral artery*, *basiler artery*, dan *vertebra artery*, dan memiliki kejelasan arteri kurang jelas untuk *posterior cerebral artery*. Citra A dengan menggunakan parameter TR 38 ms, TE 8,6 ms, dan FA 30° memiliki kategori kejelasan arteri lebih jelas untuk *anterior cerebral*, *basiler artery*, dan *vertebra artery* memiliki kategori kejelasan arteri cukup jelas untuk *middle cerebral artery* dan *posterior cerebral artery*. Citra B dengan menggunakan parameter TR 48 ms, TE 8,6 ms, dan FA 30° memiliki kategori kejelasan arteri cukup jelas untuk *anterior cerebral artery*, *middle cerebral artery*, *basiler artery*, dan *vertebra artery*, dan memiliki kategori kejelasan arteri kurang jelas untuk *posterior cerebral artery*. Citra D dengan menggunakan parameter TR 48 ms, TE 9,6 ms, dan FA 50° memiliki kategori kejelasan arteri cukup jelas untuk *anterior cerebral artery*, *posterior cerebral artery*, *basiler artery*, dan *vertebra artery* dan memiliki kategori kejelasan arteri kurang jelas untuk *middle cerebral artery*. Citra C dengan menggunakan parameter TR 38 ms, TE 9,6 ms, dan FA 50° memiliki kategori kejelasan arteri cukup jelas untuk *anterior cerebral artery*, *posterior cerebral artery*, *basiler artery*, dan *vertebra artery* dan memiliki kategori kejelasan arteri lebih jelas untuk *middle cerebral artery*. Citra E dengan menggunakan parameter TR 38 ms, TE 8,6 ms, dan FA 50° memiliki kategori kejelasan arteri cukup jelas untuk *anterior cerebral artery*, *middle cerebral artery*, *posterior cerebral artery*, *basiler artery*, dan *vertebra artery*. Citra F dengan menggunakan parameter TR 48 ms, TE 8,6 ms, dan FA 50° memiliki kategori kejelasan arteri lebih jelas untuk *posterior cerebral artery*, memiliki kategori kejelasan arteri cukup jelas untuk *middle cerebral artery*, *basiler artery*, dan *vertebra artery*, dan memiliki kategori kejelasan arteri kurang jelas untuk *anterior cerebral artery*. Citra G

dengan menggunakan parameter TR 38 ms, TE 9,6 ms, dan FA 30° memiliki kategori kejelasan arteri lebih jelas untuk *basiler artery*, dan *vertebra artery* dan memiliki kategori kejelasan arteri cukup jelas untuk *anterior cerebral artery*, *middle cerebral artery*, dan *posterior cerebral artery*. Citra H dengan menggunakan parameter TR 48 ms, TE 9,6 ms, dan FA 30° memiliki kategori kejelasan arteri cukup jelas untuk *middle cerebral artery* dan *posterior cerebral artery*, dan memiliki kategori kejelasan arteri kurang jelas untuk *anterior cerebral artery*, *basiler artery*, dan *vertebra artery*

Time Repetition dan *Flip Angle* berpengaruh terhadap nilai SNR yang dihasilkan karena TR yang dipilih memberikan waktu untuk terjadinya *recovery* magnetisasi longitudinal secara maksimal. Jika FA terlalu besar *recovery* yang terjadi tidak maksimal, sedangkan FA yang terlalu pendek akan menghasilkan intensitas sinyal yang kurang maksimal. TE tidak banyak berpengaruh pada *gradient echo* karena magnetisasi transversal selalu dalam keadaan *in-phase*.

4. Simpulan dan Saran

Pengukuran nilai SNR yang dihasilkan dari kedelapan variasi parameter adalah citra dengan TR dan FA yang sesuai, dalam arti TR yang dipilih memberikan waktu untuk terjadinya *recovery* magnetisasi longitudinal secara maksimal. TE tidak memberikan pengaruh yang signifikan karena penggunaan *gradient* pada saat *phase encode* menyebabkan magnetisasi transversal dalam keadaan *in phase*. Nilai SNR tertinggi dari kedelapan variasi tersebut adalah citra A dengan parameter TR 38 ms, TE 8,6 ms, dan FA 30°.

Penilaian intensitas organ (kejelasan anatomi) dari kedelapan variasi parameter oleh ketiga observer, citra A memiliki kategori kejelasan arteri lebih jelas untuk *anterior cerebral artery*, *basiler artery*, dan *vertebra artery*, serta kategori kejelasan cukup pada *middle cerebral artery* dan *posterior cerebral artery*. Secara

keseluruhan citra A memiliki kategori kejelasan lebih jelas dari citra yang lain.

Perhitungan SNR dan penilaian intensitas arteri yang dihasilkan dengan variasi parameter menghasilkan nilai SNR yang lebih tinggi dan nilai intensitas arteri yang lebih jelas pada citra A dibanding dengan nilai SNR dan nilai intensitas arteri pada citra K (citra kontrol) dengan parameter rutin.

Pada parameter rutin (citra K) yang digunakan untuk pemeriksaan 3D TOF-MRA Brain ternyata tidak menghasilkan intensitas arteri lebih jelas dan nilai SNR yang lebih tinggi, dibandingkan dengan menggunakan variasi parameter TR 38 ms, TE 8,6 ms, dan FA 30° (citra A). Sehingga disarankan untuk menggunakan parameter citra A yaitu dengan TR 38 ms, TE 8,6 ms, dan FA 30° agar didapat nilai SNR yang lebih tinggi dan intensitas arteri yang lebih jelas.

5. Daftar Pustaka

- Kuperman, V., 2000, *Magnetic Resonance Imaging: Physical Principles and Applications*, Academic Press, USA
- Liney, G., 2005, *MRI from A to Z: Definitive Guide for Medical Professionals*, Cambridge Press, New York
- Mukherjee, D. and Rajagopalan, S., 2007, *CT and MRI Angiography of the Peripheral Circulation*, Informa Healthcare, United Kingdom
- Neseth, R., and Williams, E.K., 2000, *Procedures and Documentation for CT and MRI*, McGraw-Hill, USA
- NessAiver, 1996, *All you really need to know About MRI Physics*, University of Maryland Medical Center, USA
- Schneider, G., Prince, M.R., Meaney, J.F.M., Ho, V.B., 2005, *Magnetic Resonance Angiography: Techniques, Indications and Practical Applications*, Springer, Italia
- Syaifuddin H., Drs., 2006, *Anatomi Fisiologi Untuk Mahasiswa Keperawatan Edisi 3*, EGC, Jakarta
- Watson, R., 2002, *Anatomi dan Fisiologi untuk Perawat Edisi 10*, diterjemahkan oleh Sitti Syabariyah, S.Kp., MS, EGC, Jakarta
- Westbrook, C., 2002, *MRI at a Glance*, Blackwell Science Ltd, United Kingdom
- Westbrook, C., and Kaut, C., 2000, *MRI In Practise*, Blackwell Science Ltd., United Kingdom