

PENGARUH *TRADE-OFF* NILAI *TIME INVERSION* TERHADAP OPTIMALISASI KUALITAS CITRA MRI LUMBOSACRAL SEKUEN STIR-SENSE CORONAL

Putu Sastra Andriani¹, I Putu Eka Juliantara², Ni Luh Putu Sari Widari³, Nyoman Supriyani⁴

^{1,2} Akademi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali, Indonesia

^{3,4} Rumah Sakit Umum Daerah Badung

Corresponding author: Putu Sastra Andriani

Email: sastraandriani635@gmail.com

ABSTRAK

Background : STIR is a fat suppression technique used in spinal MRI. The TI setting determines how much fat signaling will be suppressed. SENSE is a technique to reduce length of STIR examination time. According to Westbrook, the TI values for a 1.5 Tesla MRI 100 – 175 ms. To find the optimal TI for Lumbosacral MRI need to do a trade-off and research.

Method : This research is quantitative with an experimental approach. The study used 15 samples were scanned 3 times on the STIR-SENSE Coronal sequence with TI variations 140, 150 and 160 ms. The data obtained then ROI and SNR is calculated using SPSS. Recorded the scan time.

Results : Normality test, p value > 0.05 so the data distribution is normal. In the Test Of Within Subject Effect and the Test Of Between Subject Effect the value of Sig. <0.05 means there is an effect between variables. In the Pairwise Comparison test SNR significance value obtained on all data <0.05, it can be concluded there is a significant difference between the sequences. Scan time on trade-off TI of 140 and 150 ms is 2 minutes 36 seconds and on TI 160 ms 3 minutes 54 seconds.

Conclusion : There is effect trade-off of TI value for optimizing the image quality of MRI Lumbosacral STIR-SENSE Coronal Sequence at Bali Mandara Hospital. The most optimal image quality on time inversion trade-off 150 ms with mean 391.607 and a short examination time of 2 minutes 36 seconds.

Keyword : Time Inversion, Lumbosacral MRI, STIR

Pendahuluan

MRI merupakan salah satu modalitas di radiologi yang bagus untuk memperlihatkan kelainan pada daerah tulang belakang. STIR merupakan salah satu pulsa sekuen dalam MRI. Menurut Westbrook dan Moeller teknik STIR bagus digunakan pada pemeriksaan dengan FOV yang besar seperti pada daerah tuang belakang ⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁹⁾. Pada penggunaannya STIR memerlukan *time inversion yang pendek*. Pengaturan *time inversion* yang tepat akan memberikan kontras gambar yang baik, namun teknik ini juga memiliki kelemahan yaitu waktu pemeriksaan yang lama. Untuk mengurangi waktu pemeriksaan dapat digunakan teknik parallel imaging SENSE⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾. Kualitas citra pada MRI dipengaruhi oleh beberapa factor diantaranya adalah nilai *signal to noise ratio* (SNR) dan *scan time*. Semakin tinggi sinyal yang didapat dari sebuah organ maka nilai SNR akan meningkat. Sedangkan *scan time* yang lama sangat berpengaruh terhadap pergerakan pasien yang dapat berpengaruh pada kualitas citra.

Studi pendahuluan yang dilakukan menunjukkan terjadi peningkatan jumlah pemeriksaan MRI Lumbosacral selama bulan Februari (4,2%), Maret (5,6%) dan April (4,9%). Sesuai dengan standar prosedur operasional pemeriksaan MRI Lumbosacral salah satu sekuen yang digunakan adalah STIR Coronal. Sekuen STIR Coronal sangat baik untuk menampakkan kelainan pada daerah sacroiliac dan abdomen yang tidak dapat diperlihatkan pada irisan sagital maupun axial¹³. Pada sekuen STIR nilai *time inversion* sangat penting karena dapat mempengaruhi kontras gambar MRI. Pengaturan *time inversion* akan menentukan seberapa banyak sinyal lemak yang disupresi sehingga kelainan patologi dapat ditampakkan.

Menurut Westbrook, nilai *time inversion* pada MRI 1.5 Tesla berkisar antara 100-175 ms⁽⁶⁾. Menurut Moeller nilai *time inversion* untuk pemeriksaan MRI Lumbar adalah 140⁷. Di RSUD Bali Mandara nilai *time inversion* yang digunakan pada sekuen STIR untuk pemeriksaan MRI Lumbosacral adalah 150 ms. Untuk mengetahui

nilai *time inversion* yang optimal pada pemeriksaan MRI Lumbosacral dengan pesawat MRI 1.5 Tesla di RSUD Bali Mandara maka perlu dilakukan sebuah penelitian. Berdasarkan latar belakang tersebut penulis tertarik untuk meneliti dan menganalisa lebih lanjut mengenai *trade-off* nilai *time inversion* dan mengangankan menjadi sebuah karya tulis ilmiah yang berjudul “Pengaruh *Trade-off* Nilai *Time Inversion* Terhadap Optimalisasi Kualitas Citra MRI Lumbosacral Sekuen STIR-SENSE Coronal di RSUD Bali Mandara”.

Metode

Metodologi dalam penelitian ini menggunakan jenis kuantitatif dengan pendekatan eksperimen. Pasien dilakukan 3 kali scanning pada sekuen STIR-SENSE Coronal dengan pengaturan parameter *time inversion* 140 ms, 150 ms dan 160 ms. Pada saat pengambilan data waktu scan untuk masing – masing variasi *time inversion* dicatat. Setelah data berupa gambar MRI Lumbosacral sekuen STIR-SENSE Coronal didapat maka lakukan pemilihan citra dan buat ROI pada area FOV dan jaringan lemak. Hasil data SNR diolah dan dianalisis menggunakan statistik SPSS Repeated Anova.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian pengaruh *trade-off* nilai *time inversion* terhadap optimalisasi kualitas citra MRI Lumbosacral sekuen STIR-SENSE coronal dilakukan di RSUD Bali Mandara menggunakan MRI 1.5 Tesla. Penelitian menggunakan 15 sampel. Distribusi sampel dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

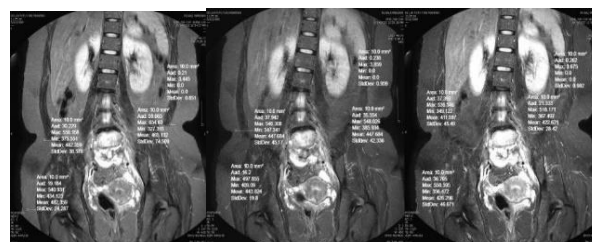
Karakteristik Sampel		
Karakteristik	Frekuensi (f)	Presentase (%)
Jenis		
Kelamin		
Laki – laki	12	80%
Perempuan	3	20%
Jumlah	15	100%
Berat Badan		
<50 kg	2	13%
≥ 50 kg	13	87%
Jumlah	15	100%
Umur		
<50 tahun	6	40%
≥ 50 tahun	9	60%
Jumlah	15	100%

Mayoritas sampel adalah laki – laki dengan presentase 80%, mayoritas berat badan sampel ≥ 50

dengan presentase 87% dan umur sampel terbanyak ada pada usia ≥ 50 tahun dengan presentase 60%. Prosedur yang digunakan yaitu prosedur rutin pada pemeriksaan MRI Lumbosacral. Penelitian ini hanya berfokus pada sekuen STIR Coronal, parameter yang digunakan pada sekuen STIR Coronal adalah :

Parameter STIR Coronal	
FOV RL dan FH (mm)	400
FOV AP (mm)	119
TR (ms)	3125
TE (ms)	60
NSA	2
Jumlah Slice	20
Gap (mm)	1
Slice Thickness (mm)	5
SENSE (r faktor)	2
Time Inversion (ms)	140,150,160

Setelah dilakukan pengaturan parameter, sampel di scan tiga kali sesuai dengan variasi *time inversion* yang digunakan yaitu 140, 150 dan 160 ms. Pada citra MRI STIR-SENSE Coronal yang dipilih dibuat ROI sehingga diperoleh data *mean* dan standar deviasi.



Gambar STIR-SENSE Coronal dengan ROI

Data mean dan standar deviasi pada gambar dicatat dan dihitung nilai SNR masing – masing objek yang diteliti.

1. Analisis Pengaruh Trade-Off Nilai Time Inversion Terhadap Kualitas Citra MRI Lumbosacral Sekuen STIR-SENSE Coronal

Untuk mengetahui pengaruh *trade-off* nilai *time inversion* terhadap kualitas citra MRI Lumbosacral sekuen STIR-SENSE Coronal terlebih dahulu dilakukan uji normalitas. Hasil uji normalitas pada ketiga sekuen menunjukkan nilai *p value* > 0.05 yang berarti distribusi data normal. Setelah distribusi data normal dilakukan uji SPSS Repeated Anova.

Tabel Pengaruh Trade-Off Nilai Time Inversion Terhadap Kualitas Citra MRI Lumbosacral Sekuen STIR-SENSE Coronal

Sekuen	Sekuen	N	Mean Difference	P-Value
1	2	15	44.327*	.004
	3	15	87.747*	.001
2	3	15	43.420*	.002

Berdasarkan tabel diatas nilai *mean difference* antara sekuen 1 dan sekuen 2 yaitu 44.327*. Nilai *mean difference* anatara sekuen 1 dan sekuen 3 adalah 87.747* dan nilai *mean difference* antara sekuen 2 dan 3 adalah 43.420*. Nilai signifikansi SNR pada seluruh data <0.05, maka dapat disimpulkan ada perbedaan signifikan antar sekuen yang diteliti.

2. Deskripsi Hasil Uji Beda Ketiga Sekuen Pada MRI Lumbosacral Sekuen STIR-SENSE Coronal

Data yang diperoleh menunjukkan adanya perbedaan signifikan antar *trade-off* yang diteliti. Untuk mengetahui sekuen yang paling optimal maka digunakan Uji Repead Anova dengan melihat nilai rata – rata *mean range* SNR pada sekuen satu, dua dan tiga seperti pada tabel berikut:

Tabel Uji Beda Ketiga Sekuen Pada MRI Lumbosacral Sekuen STIR SENSE Coronal

N	SNR	SNR		
		TI 140	TI 150	TI 160
15	Rata -rata	435.9	391.6	348.2

Berdasarkan tabel diatas nilai rata – rata SNR pada *trade-off time inversion* paling tinggi adalah 140 ms, 150 ms dan nilai rata – rata SNR pada *trade-off time inversion* 160 ms paling rendah.

Pembahasan

1. Pengaruh Trade-Off Nilai Time Inversion Terhadap Optimalisasi Kualitas Citra MRI Lumbosacral Sekuen STIR-SENSE Coronal Di RSUD Bali Mandara

SNR dan *scan time* merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas citra MRI⁽²²⁾. Pada penelitian ini dilakukan *trade-off time inversion* pada sekuen STIR-SENSE Coronal untuk mengetahui pengaruhnya terhadap optimalisasi

kualitas citra MRI Lumbosacral. Menurut Westbrook dan Moeller teknik STIR disarankan dalam pencitraan MRI tulang belakang⁽⁶⁾⁽⁷⁾. STIR baik digunakan pada gambar dengan FOV yang besar seperti pada MRI Lumbosacral⁽⁹⁾. Teknik STIR menggunakan *time inversion* (TI) yang pendek. Menurut Moeller nilai *time inversion* pada pemeriksaan MRI Lumbar yaitu 140 ms⁽⁷⁾, sedangkan menurut Westbrook, pada MRI 1,5 Tesla nilai *time inversion* yang direkomendasikan berkisar antara 100 – 175 ms.

Pada penelitian ini menggunakan tiga variasi *trade-off timeinversion* yaitu 140 ms, 150 ms dan 160 ms sehingga dapat dilihat pengaruh *time inversion* terhadap kualitas citra (SNR) dan waktu scan. Nilai SNR tinggi disebabkan oleh kekuatan sinyal lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah noise yang dihasilkan pada suatucitra⁽²²⁾. Untuk menilai adanya pengaruh kualitas citra (SNR) pada penelitian ini menggunakan 15 sampel. Masing – masing sampel di ROI pada tiga titik jaringan lemak, setelah data SNR didapat maka dilakukan uji statistik SPSS Repeated Anova.

Berdasarkan uji normalitas pada data SNR diperoleh nilai signifikan (*p value*) untuk *trade-off time inversion* 140 ms sebesar 0.059 (*p value* > 0.05), *trade-off time inversion* 150 ms sebesar 0.120 (*p value* > 0.05) dan pada *trade-off time inversion* 160 ms sebesar 0.149 (*p value* > 0.05). Karena nilai *p value* untuk ketiga data *trade-off time inversion* lebih besar >0.05 maka dapat disimpulkan data berdistribusi normal.

Untuk mengetahui pengaruh signifikan antar sekuen yang diteliti maka dapat dilihat pada tabel 4.3 yaitu ada pengaruh antara masing – masing sekuen. Hasil nilai signifikansi antar sekuen yang diuji memiliki nilai terendah 0.001 dan tertinggi 0.004, yang berarti *p value* <0.05 sehingga dapat disimpulkan Ho ditolak Ha diterima yaitu ada pengaruh *trade-off* nilai *time inversion* terhadap optimalisasi kualitas citra MRI Lumbosacral Sekuen STIR-SENSE Coronal di RSUD Bali Mandara.

Nilai *time inversion* yang berbeda akan menghasilkan supresi lemak yang berbeda sehingga dapat mempengaruhi kualitas citra MRI⁽²⁵⁾. Pada sekuen STIR semakin panjang *time inversion* maka akan semakin banyak lemak yang disupresi sehingga dapat menampilkan kelainan seperti kista dan lesi. Hasil peneitian ini juga didukung oleh beberapa jurnal mengenai pengaruh *time inversion* terhadap kualitas citra MRI seperti pada jurnal

Fatimah (2018), Basrudin P, dkk (2017) dan jurnal Shelly, dkk (2017) yang mengatakan ada pengaruh nilai *time inversion* terhadap kualitas citra MRI. Pemilihan *time inversion* yang sesuai akan memberikan kualitas citra MRI yang baik. Pengaturan *time inversion* yang tepat akan menampilkan kontras gambar yang baik.

Selain SNR waktu pemeriksaan juga sangat penting dalam pemeriksaan MRI. *Scan time* dapat dikurangi dengan menggunakan teknik paralel imaging dan *trade-off* parameter MRI. *Scan time* yang singkat dapat mengurangi resiko artefact yang disebabkan oleh pergerakan pasien sehingga mempengaruhi kualitas citra pada MRI⁽¹¹⁾⁽²²⁾⁽²⁰⁾. Salah satu teknik *parallel imaging* yang digunakan pada MRI adalah *sensitivity encoding* (SENSE).

Sebelum dilakukan *trade-off* parameter *time inversion* dan penambahan SENSE pada penelitian ini waktu pemeriksaan untuk sekuen STIR Coronal adalah 5 menit 6 detik. Setelah dilakukan *trade-off* nilai *time inversion* dan SENSE dengan r faktor 2 waktu pemeriksaan menjadi berkurang. Waktu pemeriksaan pada *trade-off time inversion* 140 ms dan 150 ms menjadi 2 menit 36 detik sedangkan waktu pemeriksaan pada *trade-off time inversion* 160 ms menjadi 3 menit 54 detik. Hal tersebut juga sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Indrati, dkk (2020) penggunaan teknik SENSE dapat mengurangi waktu akuisisi.

2. Nilai *Time Inversion* Yang Terbaik Untuk Menghasilkan Kualitas Citra Yang Optimal Pada MRI Lumbosacral Sekuen STIR-SENSE Coronal Di RSUD Bali Mandara

Setelah dilakukan uji statistik SPSS Repeated Anova untuk mengetahui nilai *time inversion* yang terbaik agar dapat menghasilkan citra yang optimal pada MRI Lumbosacral sekuen STIR SENSE Coronal di RSUD Bali Mandara maka pada tabel 4.4 dapat dilihat nilai mean SNR dari masing – masing sekuen yang telah dilakukan *trade-off time inversion* 140 ms, 150 ms dan 160 ms.

Hasil uji beda ketiga sekuen menunjukkan nilai SNR tertinggi pada *trade-off time inversion* 140 ms, yaitu (mean 435.933), pada *trade-off time inversion* 150 ms (mean 391.607) dan pada *trade-off time inversion* 160 ms (mean 348.187). Selain SNR waktu pemeriksaan yang singkat juga sangat mempengaruhi optimalisasi kualitas citra karena setelah dilakukan *trade-off time inversion* dan SENSE waktu pemeriksaan menjadi berkurang sehingga waktu pemeriksaan yang paling singkat yaitu 2 menit 36 detik diperoleh dari hasil *trade-off*

time inversion 140 dan 150 ms sedangkan untuk *trade-off time inversion* 160 ms waktu pemeriksaan menjadi 3 menit 54 detik.

Trade-off time inversion dan SENSE pada pemeriksaan MRI Lumbosacral sekuen STIR-SENSE Coronal dapat menunjukkan perbedaan kualitas citra MRI sehingga dapat diketahui nilai *time inversion* yang terbaik untuk menghasilkan citra yang optimal. SNR ditentukan dari banyaknya signal dibandingkan noise pada sebuah citra. Pada teknik STIR semakin tinggi nilai *time inversion* maka semakin banyak signal lemak yang disupresi sehingga gambar lemak akan menjadi semakin hitam sedangkan semakin pendek TI maka gambar lemak akan semakin terang. Berdasarkan jurnal Fatimah (2018) pemilihan *time inversion* pada STIR bertujuan untuk menekan signal jaringan lemak. Semakin banyak signal lemak yang disupresi maka akan meningkatkan kontras gambar MRI sehingga dapat memperlihatkan kelainan seperti lesi pada tulang dan ligamen dengan baik(8).

Selain SNR waktu scan juga sangat penting dalam optimalisasi kualitas citra. Berdasarkan jurnal Rini Indrati, dkk (2020) penggunaan SENSE dapat mengurangi waktu pemeriksaan. Waktu pemeriksaan yang singkat akan dapat mengurangi motion artefact sehingga kualitas citra meningkat, selain itu pada pasien dengan nyeri punggung waktu pemeriksaan yang singkat akan mampu membuat pasien merasa lebih nyaman.

Berdasarkan hasil uji SNR lemak pada *trade-off time inversion* 160 ms akan menghasilkan supresi lemak yang paling baik (gambar lemak paling hitam) namun waktu pemeriksaan paling lama yaitu 3 menit 54 detik. Sedangkan pada *trade-off time inversion* 150 ms menghasilkan supresi lemak yang optimal dengan waktu pemeriksaan yang singkat dan nilai noise paling rendah. Pada *trade-off time inversion* 140 ms supresi lemak paling minimal (gambar lemak paling terang) dengan waktu pemeriksaan 2 menit 36 detik.

Simpulan

Ada pengaruh *trade-off* nilai *time inversion* terhadap optimalisasi kualitas citra MRI Lumbosacral Sekuen STIR-SENSE Coronal di RSUD Bali Mandara. *Trade-off time inversion* dan penambahan SENSE juga berpengaruh terhadap waktu scan sehingga waktu pemeriksaan pada sekuen STIR-SENSE Coronal berkurang.

Nilai *Time inversion* yang terbaik untuk menghasilkan kualitas citra yang optimal pada MRI

Lumbosacral Sekuen STIR-SENSE Coronal di RSUD Bali Mandara adalah 150 ms. Untuk menghasilkan kualitas citra yang optimal diperoleh dengan nilai SNR PADA Itrade-off time inversion 1150 ms dengan mean 391.6 dan waktu pemeriksaan singkat yaitu 2 menit 36 detik sehingga dapat memberikan hasil supresi lemak yang baik.

Daftar Pustaka

- Meita Astari, Fisnandya, Rasyid F. Perbedaan Informasi Citra Diagnostik Antara Sekuen T2 TSE STIR Dan T2 TSE Dixon Pada Pemeriksaan MRI Lumbal Potongan Sagital Dengan Kasus Radiculopathy. *J Radiogr Indones.* 2017;9.
- Darmayuda, Putu Gede Wahyu dkk. Karakteristik Low Back Pain Pada Pemeriksaan Magnetic Resonance Imaging Di RSUP Sanglah Periode Januari 2017 - Desember 2017. ISSN 2597-8012 *J Med Udayana.* 2020;Vol 9:5.
- Radzuan HS. Karakteristik MRI Pada Pasien Hernia Nukleus Pulposus Di RSUP Dr. Wahidin Sudirohusoda Periode Januari - Juni 2017. 2017.
- Romeo V, Cavaliere C, Sorrentino C, Ponsiglione A, Uggas L, Barbuto L, et al. Clinical impact of coronal-STIR sequence in a routine lumbar spine MR imaging protocol to investigate low back pain. *Med (United States).* 2018;97(23):1-7.
- Fujianto S, Sugiyanto S, Katili MI. Analisis Variasi Nilai Time Repetition (TR) dan Time Inversion (TI) terhadap Informasi Anatomi Sekuens Turbo Inversion Recovery Magnitude (TIRM) MRI Wrist Joint Dengan Menggunakan MRI 0,3 Tesla. *J Imejng Diagnostik.* 2016;2(1):97-102.
- Westbrook C. *Handbook Of MRI Technique Fourth Edition.* Forth. Cambridge, UK: Wiley; 2014. 379 p.
- Torsten B. Moeller MD. MRI parameters and positioning Moeller [Internet]. Georg Thieme Verlag, editor. New York; 2003. 203 p. Available from: <http://www.thieme.com>
- dr. Fityay Adzhani. Dampak Klinis Coronal-STIR Sequence Dalam Protokol MRI Lumbal Spine Rutin Untuk Memeriksa Low Back Pain. *Progr Pendidik Dr Spes Radiol Fak Kedokt Sebel Maret.* 2018;33.
- Fatimah, Sugiyanto GSM. Pengaruh Variasi Nilai Time Inversion Terhadap Kualitas Citra MRI Lumbal Sagital Sekuen Short Tau Inversion. 2018;Edisi XV:8.
- Susanto F, Santoso AG, Abimanyu B. Analysis of Turbo Spin Echo (Tse) T2 Weighting Brain Mri Axial Slices With Sensitivity Encoding (Sense) and Without Sense Usage: Evaluation on Signal To Noise Ratio (Snr) and Scan Time. *JImeD.* 2011;2(2):148-53.
- Wibowo GM, Dartini D, Prayitno H. Penerapan Teknik Parallel Imaging Pada Pesawat MRI 0,35 Tesla Untuk Optimalisasi Kualitas Informasi Anatomi Pada MRI Lumbal Pembobotan T1WI dan T2WI Potongan Sagital. *J Imejng Diagnostik.* 2015;1(1):19-22.
- Indrati R, Sahlan IS, Satoto B, Daryati S. Perbedaan Kualitas Citra Mri Lumbal Sekuen Tiwi Tse Potongan Sagital Dengan Dan Tanpa Penggunaan Sensitivity Encoding (Sense) Pada Kasus Hernia Nucleus Pulposus. *J Imejng Diagnostik.* 2020;6(1):16-22.
- Gupta R, Mittal P, Mittal A, Mittal K, Gupta S, Kaur R. Additional merit of coronal STIR imaging for MR imaging of lumbar spine. *J Craniovertebr Junction Spine.* 2015;6(1):12-5.
- Basrudin Pangestu, Fatimah ES. Pengaruh Variasi Time Inversion Terhadap Contrast To Noise Ratio Dan Informasi Citra Pada MRI Genu Sekuens Short Tau Inversion Recovery Irisan Sagital. 2017.
- Shelly Angella, A Gunawan Santoso R. Perbedaan Variasi Nilai Time Inversion (TI) Terhadap Informasi Citra MRI Lumbal Sagital Pada Sekuen Short Tau Inversion Recovery (STIR). 2017;5.
- Zeitoun R, Mohieddin MSA. Coronal STIR sequence, a simple adjustment to routine MRI protocol for extra-spinal sciatica and sciatica-like symptoms. *Egypt J Radiol Nucl Med.* 2019 Dec 1;50(1).
- Notosiswoyo M dan Suswati Susy. Pemanfaatan Magnetic Resonance Imaging (MRI) Sebagai Sarana Diagnosa Pasien. *Media Litbang Kesehat.* 2004;XIV No.3:13.
- Panduwinata W. Peranan Magnetic Resonance Imaging dalam Diagnosis Nyeri Punggung Bawah Kronik. Jakarta; 2014.
- Pratinsya. Analisis Pengaruh Penggunaan Variasi Time Inversion Pada Sequence Stir Potongan Coronal Terhadap Kualitas Citra MRI Knee Di Rumah Sakit Umum Daerah Tarakan. 2020; Available from: https://perpus.poltekkesjkt2.ac.id/respoy/index.php?p=show_detail&i d=3928&keywords=
- Hutapea DM. Analisis Kualitas Citra Lumbal Pada Pengaruh Perubahan Nilai Time Repetition dan

Time Echo Untuk Kasus Hernia Nukleus Pulposus Dengan Menggunakan Magnet Resonance Imaging. Vol. 1, Universitas Sumatera Utara. 2017. p. 62.

Andhika A. Kontrol kualitas Citra MRI dengan Spherical Magphanphantom. 2012;46.

Westbrook C. Handbook of MRI Technique. Third Edit. Wiley J, editor. Chelsea, USA: Wiley-Blackwell; 2008. 398 p.

Tjahjadi H. Magnetic Resonance Imaging. Jur Tek Elektro Program Doktorat Univ Indones. :7.

Lutvia H. Pengaruh Variasi Waktu Pembalik (Time Inversion) Terhadap Citra Coronal Studi Pemeriksaan MRI Kepala. Surabaya; 2016.

Pangestu B, Susanto E. ISSN 2356-301X Pengaruh Variasi TimeInversion Terhadap Contrast To Noise Ratio Dan Informasi Citra Pada Mri Genu Sekuens Short Tau Inversion Recovery Irisan Sagital Effect OfVariation Time Inversion Of Contrast To Noise Ratio And Image Information On GE. 2011;1(1):1-7.

Ramandasari S, Gunawati S, Winarno G, W ME, Heriyanto F. Analisis Informasi Citra Mri Genu Potongan Axial Antara Sequence Short Tau Inversion Recovery (STIR) Dan Sequence T2-Spectral Attenuation Inversion Recovery (T2-SPAIR). 2015;41-6.

Patel A, James SL, Davies AM, Botchu R. Spinal imaging update: An introduction to techniques for advanced MRI. Bone Jt J. 2015;97B(12):1683-92.

Nizar S, Fatimah F, Kartili I. Pengaruh Variasi Time Repetition (Tr) Terhadap Kualitas Citradan Informasi Citra Pada Pemeriksaan Mri Lumbalsekuens T2 Fse Potongan Sagital. J Imejing Diagnostik. 2019;5(2):89.

Rochmayanti D, Widodo TS, Soesanti I. Pengaruh Parameter Number ofExcitation (NEX) Terhadap SNR. Forum Tek. 2010;33(3):166-73.