

Peran Kombinasi PAT-ETL Pada Optimalisasi Nilai CNR MRI Lumbal Kasus Hernia Nucleus Pulposus (HNP) : Studi Komparasi dengan Pembobotan T2-FSE Sagital di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Indriati Solo Baru

The Role of PAT-ETL Combination in Optimizing CNR Value of Lumbal MRI In Cases of Nucleus Pulposus Hernia (HNP): Comparative Study With Sagital T2-FSE Weighted at The Radiology Installation of Indriati Solo Baru Hospital

I Putu Manik Sastrawan ^{1*}

I Made Lana Prasetya ²

Nyoman Supriyani ³

^{1,2} AKTEK Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali, Denpasar, Bali, Indonesia

³ Rumah Sakit Daerah Mangusada Badung, Badung, Bali, Indonesia

*email:

maniksastrawan123@gmail.com

Abstrak

Vertebra lumbal merupakan bagian dari *kolumna vertebralis* yang terletak di tengah-tengah tubuh pada bagian *posterior*. MRI adalah metode akurat untuk mendiagnosis dan mengevaluasi kelainan *diskus* dan kompresi *lumbal*. salah satu parameter yang penting adalah Parameter *Parallel Acquisition Technique* (PAT) dan *Echo Train length* (ETL). *K-space* akan terisi lebih cepat sehingga waktu scan menjadi lebih singkat yang merupakan keunggulan FSE, karena ETL efektif sehingga menghasilkan sinyal yang kuat seperti pada *cerebrospinal fluid* (CSF). Jenis penelitian yang digunakan adalah kuantitatif dengan pendekatan studi eksperimen. Pada saat penelitian dilakukan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Indriati Solo Baru dengan menggunakan kombinasi PAT-ETL, kombinasi PAT 2-ETL 12, PAT 2-ETL 24, PAT 2-ETL 32. Dilakukan pengukuran CNR keluar pada area yang dievaluasi yaitu kelainan anatomi dan CSF. Hasil penelitian menunjukkan CNR gambar MRI Lumbal bagian *sagital* variasi ETL 12, ETL 24, dan ETL 32 dengan signifikansi *p-value* <0,05 untuk ETL 12 dan ETL 24, *p-value* >0,05 untuk ETL 32 Hasil CNR optimal dari variasi ini adalah ETL 12. Dari hasil uji beda *Paired Sample T-test p-value* <0,05 untuk ETL 12 dan ETL 24 berarti ada perbedaan, *p-value* >0,05 untuk ETL 32 berarti tidak ada perbedaan. Nilai mean tertinggi pada uji beda adalah CNR optimal, ETL 12.

Kata Kunci:

Lumbal
Parallel Acquisition Technique
Echo Train Length

Keywords:

Lumbal
Parallel Acquisition Technique
Echo Train Length

Abstract

The lumbar vertebrae are part of the vertebral column which is located in the middle of the body in the posterior part. MRI is an accurate method for diagnosing and evaluating disc disorders and lumbar compression. one of the important parameters is the Parameters of Parallel Acquisition Technique (PAT) and Echo Train Length (ETL). K-space will fill more quickly so the scan time will be shorter which is an advantage of FSE, because ETL is effective, thus creating a strong signal like in cerebro spinal fluid (CSF). The type of research used is quantitative with experimental study approach. At the time the research was carried out at the Radiology Installation of Indriati Hospital Solo Baru using a combination of PAT-ETL, a combination of PAT 2-ETL 12, PAT 2-ETL 24, PAT 2-ETL 32. CNR measurements were carried out in areas that evaluated, namely abnormal anatomy and CSF. The results of this study show the CNR of Lumbar MRI images sagittal sections of variations ETL 12, ETL 24, and ETL 32 with a significance *p-value* <0.05 for ETL 12 and ETL 24, *p-value* >0.05 for ETL 32. Optimal CNR results from variations This is ETL 12. From the results of the different tests Paired Sample T-test *p-value* <0.05 for ETL 12 and ETL 24 means there is a difference, *p-value* >0.05 for ETL 32 means there is no difference. The highest mean value in the difference test is the optimal CNR, ETL 12.



© 2025 The Authors. Published by Institute for Research and Community Services Universitas Muhammadiyah Palangkaraya. This is Open Access article under the CC-BY-SA License (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>). DOI: <https://doi.org/10.33084/jsm.v1i12.9763>

PENDAHULUAN

Pemeriksaan MRI vertebrae lumbal seringkali menunjukkan kasus HNP. Terdapat beberapa sequence yang sering digunakan dalam MRI vertebrae lumbal antara lain sequence Spin Echo (SE), Fast Spin Echo (FSE) atau Turbo Spin Echo (TSE) dan Inversion Recovery (IR) (Westbrook, 2014).

Menurut Adisti et al., 2018, nyeri punggung bawah merupakan gejala bukan penyakit spesifik. Penyebabnya antara lain gangguan pada sistem muskuloskeletal, pembuluh darah, viseral, dan psikogenik, khususnya Hernia Nucleus Pulposus (HNP) (Adisti, 2018). HNP merupakan penyakit yang sering menimbulkan nyeri pada daerah tulang belakang. HNP disebabkan oleh

adanya *nukleus pulposus* (berupa zat seperti gel yang kenyal) yang berasal dari *diskus intervertebralis* (sendi tulang belakang) (Herliana, 2017).

Dengan menggunakan modalitas MRI dapat digunakan untuk memvisualisasikan kompresi *diskus*, jaringan di sekitar *diskus*, dan sumsum tulang yang juga dapat diamati (Adityawarma, 2021). MRI adalah metode akurat untuk mendiagnosis dan mengevaluasi kelainan *diskus* dan kompresi *lumbal*. Memvisualisasikan sumsum tulang belakang dan cairan *serebrospinal* (CSF) dengan nilai sensitivitas 60-100% dan spesifisitas 43-97% (Kim, 2018).

CNR adalah perbedaan SNR antara organ atau jaringan yang berdekatan. Pengukuran CNR dapat dilakukan dengan mengukur perbedaan nilai SNR pada organ yang berdekatan atau antara dua jaringan pada gambar MRI. CNR mengukur perbandingan antara tingkat kontras antara wilayah yang diminati dalam suatu gambar, seperti *diskus* yang terkena HNP, dan tingkat *noise* dalam gambar (Hammad, 2017). Semakin tinggi nilai CNR, semakin baik kemampuan gambar dalam membedakan struktur yang berbeda.

Penting untuk mendapatkan gambar yang akurat dalam MRI dan salah satu parameter penting adalah *Parallel Acquisition Technique* (PAT) dan *Echo Train Length* (ETL). PAT merupakan parameter yang mempercepat analisis MRI dengan menggabungkan informasi dari beberapa detektor atau koil. Di sisi lain, ETL adalah parameter yang terkait dengan jumlah data yang ditangkap di setiap *echo train*. Pengaturan PAT dan ETL yang optimal dapat mempengaruhi kualitas gambar MRI lumbal (Smith, 2016).

Echo Train Length (ETL) yaitu jumlah *rephasing* pulsa atau *multiple* pulsa 1800 dalam setiap TR. Nilai ETL atau *turbo factor* yang dapat digunakan saat ini berkisar antara 2 sampai dengan 32 (Westbrook, 2014).

Parallel Acquisition Technique (PAT) atau *K-space* merupakan ruang propagasi frekuensi, dimana sinyal berupa frekuensi yang berasal dari pasien disimpan. *K-space* akan terisi lebih cepat sehingga waktu scan akan lebih singkat yang merupakan kelebihan dari FSE, karena ETL yang efektif, sehingga menciptakan sinyal yang kuat seperti pada cairan *cerebro spinalis* atau *Cerebro Spinal Fluid* (CSF) dan mencitrakan akar-akar persyarafan secara detail (Indrati, 2017). *Parallel MRI* merupakan teknik canggih untuk meningkatkan kecepatan akuisisi data MRI dengan melewati beberapa garis *phase encoding* pada *k-space* sementara arah frekuensi encoding tetap disampling penuh (Wibowo, 2015).

Dari penelitian sebelumnya yang membahas tentang optimalisasi nilai *echo train length* terhadap kualitas citra MRI pada sekuen T2 FSE diperoleh hasil yang berbeda. Oleh karena itu diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menghasilkan kualitas citra yang didapat dari optimalisasi nilai PAT-ETL khususnya pada MRI *Lumbal* dengan kasus HNP yang masih belum pernah dilakukan sebelumnya. Diharapkan dengan melakukan variasi PAT 2.00 dan ETL pada nilai 12, 24, dan 32 dapat menghasilkan citra yang optimal dan scan time yang cepat.

Penelitian ini ingin mengetahui perbedaan nilai CNR dan optimalisasi Nilai CNR antara *sequence T2-FSE Sagital* menggunakan kombinasi PAT-ETL pada citra MRI *Lumbal* Kasus HNP di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Indriati Solo Baru.

Rumah Sakit Indriati Solo Baru telah banyak kasus *Hernia Nucleus Pulposus* (HNP) yang diperiksa menggunakan MRI, diantaranya adalah MRI *Lumbal*. Kasus HNP *Lumbal* di Rumah Sakit Indriati Solo Baru populasi setiap tahun sebesar 50%, dengan rata-rata populasi tiap bulan sejumlah 90 pasien dengan kasus HNP.

METODOLOGI

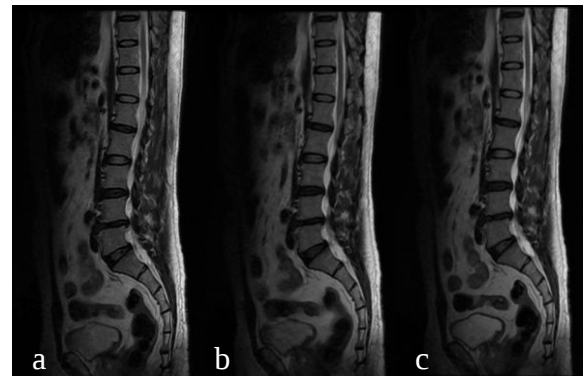
Jenis penelitian yang digunakan yaitu kuantitatif dengan pendekatan studi eksperimental. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Maret-April 2024 di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Indriati Solo Baru. Prosedur dalam penelitian ini yaitu pasien yang akan melakukan pemeriksaan MRI Lumbal di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Indriati Solo Baru dengan kasus HNP. Membuat sekuen T2 FSE *Sagittal* dengan kombinasi PAT-ETL yaitu kombinasi PAT 2 dan ETL 12, PAT 2 dan ETL 24, PAT 2 dan ETL 32. Hasil citra yang digunakan dalam penelitian ini yaitu irisan *sagittal*, kemudian dipilih satu irisan gambar yaitu irisan ke 6 yang menampilkan anatomi abnormal dan CSF. Daerah yang telah ditentukan akan di *Region of Interest* (ROI) sebesar 0,05 mm setiap anatomi pada aplikasi *RadiAnt DICOM*. Hasil data dari pengukuran yang telah didapatkan diolah menggunakan perhitungan aplikasi SPSS 23 untuk mengetahui optimalisasi nilai CNR.

Analisa data dalam penelitian ini menggunakan uji normalitas *Shapiro Wilk* dikarenakan sampel kurang dari 50, untuk mengetahui data tersebut berdistribusi normal atau tidak normal. Kemudian dianalisa menggunakan uji *Paired Sample T-Test* karena data berdistribusi normal. Untuk mengetahui nilai optimalisasi CNR dilihat dari nilai *mean* pada uji beda. Kemudian hasil pengujian tersebut dideskripsikan dan selanjutnya diambil kesimpulan dan saran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

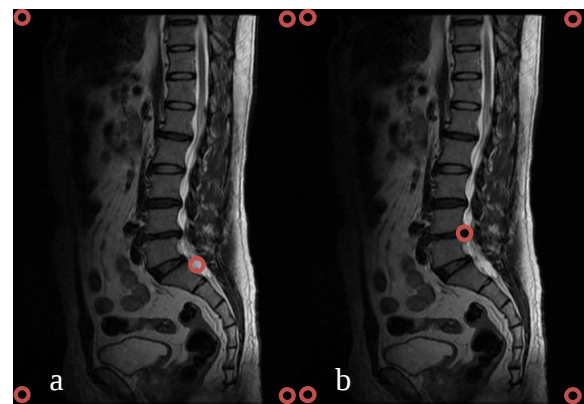
Penelitian ini menggunakan variasi PAT-ETL dengan nilai PAT 2 dengan ETL 12, PAT 2 dengan ETL 24, dan PAT 2 dengan ETL 32. Sampel yang digunakan ada 10 pasien HNP Lumbal terdiri dari 8 laki-laki dan 2 perempuan. Tiap pasien akan mendapatkan 3 perlakuan 3 variasi. 3 citra yang didapat dari sekuen T2WI FSE *Sagittal*

kemudian akan dilakukan penilaian pada *Cerebro Spinal Fluid* (CSF) dan *Abnormal* (AB) (Gambar 1).



Gambar 1. Citra Sekuen T2WI FSE ETL 12 (a), ETL 24 (B), dan ETL 32 (c)

Pada hasil citra Sekuen T2WI FSE variasi ETL 12, ETL 24, dan ETL 32 rata-rata intensitas sinyal (*mean*) pada area CSF dan AB, serta *noise* diluar jaringan tetapi masih dalam FOV dengan menggunakan *software ROI* (*Region of Interest*) (Gambar 2).



Gambar 2. Contoh ROI Anatomi CSF (a), Anatomi AB (b)

Setelah pemberian ROI selesai, dengan ukuran ROI yang diberikan pada organ dan *background* citra sebesar 0,05 mm. Nanti pada *display* akan muncul nilai *mean* dan *standar deviasi* (SD) pada masing-masing organ yang diukur, selanjutnya nilai tersebut di catat dalam tabel dan dihitung untuk mendapatkan nilai CNR. Dalam

penelitian ini menghitung nilai CNR pada anatomi CSF dan AB.

Tabel I. Nilai Uji Normalitas Data CNR ETL12, ETL 24, dan ETL 32 *Shapiro Wilk*

Anatomi	<i>p-value</i>		
	ETL 12	ETL 24	ETL 32
CSF	0.995	0.995	0.737
AB	0.523	0.648	0.141

Dari data tabel I, dapat diketahui bahwa nilai signifikansi (*p-value*) CNR pada data ETL 12 CSF adalah 0.995, ETL 24 CSF adalah 0.995, ETL 32 CSF 0.737, ETL 12 AB adalah 0.523, ETL 24 AB adalah 0.648, ETL 32 AB adalah 0.141, untuk keseluruhan variasi nilai *p-value* ($p > 0,05$) maka data berdistribusi normal.

Perbedaan CNR Dengan Variasi PAT-ETL Citra MRI Lumbal Pembobotan T2WI FSE potongan Sagital.

Tabel II. Uji Beda *Paired Sample T-Test* Data CNR CSF variasi ETL 12, ETL 24, dan ETL 32

Anatomi	<i>p-value</i>	Keterangan
ETL 12 CSF-ETL 24 CSF	0.008	Ada Beda
ETL 12 CSF-ETL 32 CSF	0.023	Ada Beda
ETL 24 CSF-ETL 32 CSF	0.071	Tidak Ada Beda

Tabel III. Uji Beda *Paired Sample T-Test* Data CNR AB variasi ETL 12, ETL 24, dan ETL 32

Anatomi	<i>p-value</i>	Keterangan
ETL 12 AB-ETL 24 AB	0.001	Ada Beda
ETL 12 AB-ETL 32 AB	0.003	Ada Beda
ETL 24 AB-ETL 32 AB	0.070	Tidak Ada Beda

Pada hasil uji beda *Paired Sample T-Test* pada tabel II dan III. Pada CNR MRI Lumbal variasi ETL 12, ETL 24, dan

ETL 32 *p-value* pada variasi ETL 12 dan ETL 24 tersebut $p < 0,05$ kecuali ETL 32 yaitu $p > 0,05$, dimana pada ETL 12 CSF-ETL 24 CSF nilai *p-value* adalah 0,008, pada ETL 12 CSF-ETL 32 CSF adalah 0,023, ETL 12 AB-ETL 24 AB adalah 0,001, ETL 12 AB-ETL 32 AB adalah 0,003, sehingga pada variasi ETL12 CSF-ETL 24 CSF, ETL 12 CSF-ETL 32 CSF, ETL 12 AB-ETL 24 AB, dan ETL 12 AB-ETL 32 AB dapat dikatakan pada uji beda statistika nilai CNR H_a diterima dan H_o ditolak yaitu ada perbedaan CNR Variasi PAT-ETL MRI Lumbal Pembobotan T2WI FSE potongan *Sagital*. Sedangkan variasi ETL 24 CSF-ETL 32 CSF adalah 0,071, dan ETL 24 AB-ETL 32 AB adalah 0,070, sehingga dapat dikatakan pada uji beda statistika nilai CNR H_a ditolak dan H_o diterima yaitu tidak ada perbedaan CNR Variasi PAT-ETL MRI Lumbal Pembobotan T2WI FSE potongan *Sagital*.

Parallel Acquisition Technique (PAT) atau *K-space* merupakan ruang propagasi frekuensi. dimana sinyal berupa frekuensi yang berasal dari pasien disimpan. *K-space* akan terisi alebih cepat sehingga waktu *scan* akan lebih singkat yang merupakan kelebihan dari FSE, karena ETL yang etektif, sehingga menciptakan sinyal yang kuat seperti pada cairan *cerebro spinalis* atau *Crebro Spinal Fluid* (CSF) dan mencitrakan akar-akar persyarafan secara detail.

Nilai Contrast to Noise Ratio (CNR) Optimal Variasi PAT-ETL Pada Citra MRI Lumbal Pembobotan T2WI FSE potongan Sagital.

Untuk mengetahui variasi mana yang menghasilkan kualitas citra yang optimal pada variasi ETL 12, ETL 24, dan ETL 32, dengan melihat nilai *mean* yang dihasilkan pada uji *Paired Sample T-Test*. Nilai *mean* yang tinggi menunjukkan bahwa variasi tersebut lebih optimal dibandingkan dengan nilai *mean* yang rendah. Adapun

nilai *mean* variasi ETL pada sekuen T2WI FSE adalah sebagai berikut:

Tabel IV. Nilai *Mean* Data CNR CSF ETL 12, ETL 24, dan ETL 32

Pair	Variasi	Mean
Pair 1	ETL_12_CSF	1030.8656
	ETL_24_CSF	812.2042
Pair 2	ETL_12_CSF	1030.8656
	ETL_32_CSF	902.5168
Pair 3	ETL_24_CSF	812.2042
	ETL_32_CSF	902.5168

Tabel V. Nilai *Mean* Data CNR AB ETL 12, ETL 24, dan ETL 32

Pair	Variasi	Mean
Pair 1	ETL_12_AB	378.3608
	ETL_24_AB	151.6778
Pair 2	ETL_12_AB	378.3608
	ETL_32_AB	171.4986
Pair 3	ETL_24_AB	151.6778
	ETL_32_AB	171.4986

Berdasarkan dari hasil *mean* pada tabel IV dan V uji *Paired Sample T-Test* dilihat dari nilai *mean* yang tertinggi merupakan yang optimal sehingga nilai CNR yang memberikan kualitas citra MRI *Lumbal* secara optimal pada variasi ETL pada sekuen T2WI FSE potongan *sagital*, terdapat pada variasi ETL 12. Untuk anatomi CSF, dilihat dari *pair 1 mean* ETL 12>ETL 24 dengan nilai *mean* sebesar 1030.8656 untuk ETL 12 dan 812.2042 untuk ETL 24. Nilai ETL 12 lebih besar dari ETL 24 sehingga ETL 12 lebih optimal. Dilihat dari *pair 2* ETL 12>ETL 24 dengan nilai *mean* sebesar 1030.8656 untuk ETL 12 dan 902.5168 untuk ETL 24. Nilai ETL 12 lebih

besar dari ETL 32 sehingga ETL 12 lebih optimal. Dilihat dari *pair 3* ETL 24<ETL 32 dengan nilai 812.2042 untuk ETL 24 dan 902.5168 untuk ETL 32. Nilai ETL 24 lebih kecil dari ETL 32 sehingga ETL 32 lebih optimal, tetapi tidak ada perbedaan yang signifikan dilihat dari tabel uji beda *Paired Sample T-Test* (Tabel II,III).

Untuk anatomi AB nilai *mean* yang paling optimal yaitu ETL 12. Dilihat dari *pair 1 mean* ETL 12>ETL 24 dengan nilai *mean* sebesar 378.3608 untuk ETL 12 dan 151.6778 untuk ETL 24. Nilai ETL 12 lebih besar dari ETL 24 sehingga ETL 12 lebih optimal. Dilihat dari *pair 2* ETL 12>ETL 24 dengan nilai *mean* sebesar 378.3608 untuk ETL 12 dan 171.4986 untuk ETL 24. Nilai ETL 12 lebih besar dari ETL 32 sehingga ETL 12 lebih optimal. Dilihat dari *pair 3* ETL 24<ETL 32 dengan nilai 151.6778 untuk ETL 24 dan 171.4986 untuk ETL 32. Nilai ETL 24 lebih kecil dari ETL 32 sehingga ETL 32 lebih optimal, tetapi tidak ada perbedaan yang signifikan dilihat dari tabel uji beda *Paired Sample T-Test* (Tabel II,III).

Menurut Hammad, 2017, CNR adalah perbedaan SNR antara organ atau jaringan yang berdekatan. Pengukuran CNR dapat dilakukan dengan mengukur perbedaan nilai SNR pada organ yang berdekatan atau antara dua jaringan pada gambar MRI.

Studi-studi terdahulu pada penelitian Smith dan Modi pada tahun 2016, telah membahas pentingnya pengaturan PAT dan ETL dalam mencapai gambaran yang optimal pada pencitraan MRI (Smith, 2016); (Modi, 2016).

Menurut penelitian sebelumnya pada semakin pendek ETL maka pengaruhnya pada citra adalah menurunkan TE efektif, jumlah *slice* lebih banyak per TR dan menurunkan *image blurring* sedangkan semakin panjang ETL pengaruhnya adalah meningkatkan TE efektif, mengurangi waktu *scan*, mengurangi jumlah *slice* per TR dan meningkatkan *image blurring* (Indrati, 2017).

Menurut penulis penelitian ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa semakin pendek ETL pengaruhnya pada citra adalah menurunkan TE efektif, jumlah slice lebih banyak per TR dan menurunkan *image blurring*, sedangkan pada penelitian ini menghasilkan nilai ETL yang mampu memperlihatkan CNR secara optimal pada sekuen T2WI FSE potongan *sagittal* adalah ETL 12 dibandingkan dengan ETL 24 dan ETL 32, dengan kata lain ETL 12 lebih pendek dibanding ETL 24 dan ETL 32.

KESIMPULAN

Dari hasil uji beda *Paired Sample T-Test* pada MRI Lumbar variasi ETL 12, ETL 24, dan ETL 32 p-value pada variasi ETL 12 dan ETL 24 menunjukkan ada perbedaan, sedangkan ETL 32 menunjukkan tidak ada perbedaan. Pada penelitian ini, nilai ETL yang mampu memperlihatkan CNR secara yang lebih baik pada sekuen T2WI FSE potongan *sagittal* menggunakan uji *Paired Sample T-Test* dari kualitas citra *mean* tertinggi didapatkan dari ETL 12.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Rumah Sakit Indriati Solo Baru telah memberikan dukungan kepada kami dalam pelaksanaan penelitian ini, sehingga dapat terselesaikan dengan baik.

REFERENSI

- Adisti, R. 2018. *Correlation between the numeric rating scale and increased monocytes in lumbar nucleus pulposus hernia patients*. *Neurology Journal*.
- Adityawarma. (2021). *Herniasi nukleus pulposus lumbar multipel disertai kanal stenosis dengan drop foot syndrome dan atrofi otot unilateral: sebuah laporan kasus*. *Intisari Sains Medis*, 738–41.
- Hammad, A. (2017). *The assessment of intervertebral disc disease: comparison*. *The Spine Journal*, 52–7.

- Herliana, F. (2017). *Expert system for diagnosing nucleus pulposus hernia using web-based forward chaining*. *Journal of Scientific Studies*.
- Indrati, R. (2017). *Perbedaan Informasi Anatomi Citra MRI Lumbar Irisan Sagittal Sekuen T2 Turbo Spin Echo Pada Kasus Low Back Pain Dengan Variasi Kombinasi Nilai Echo Train Length Dan Time Repetition*.
- Kim, J. v. (2018). *Diagnostic accuracy of diagnostic imaging for lumbar disc herniation in adults with low back pain or sciatica is unknown; a systematic review*. *Chiropr Man Therap*, 38.
- Modi, H. (2016). *Correlation between sagittal spine deformity and the disc degeneration in the lumbar spine*. *European Spine Journal*, 434–9.
- Smith, J. (2016). *Correlation of radiographic degenerative changes and magnetic resonance imaging disc signal intensity in the lumbar spine*. *Spine (Phila Pa)*.
- Westbrook. (2014). *Handbook of MRI technique. Fourth Edition*, Sheridan Books Inc United Kingdom.
- Wibowo, G. M. (2015). *Penerapan Teknik Parallel Imaging Pada Pesawat MRI 0,35 Tesla Untuk Optimalisasi Kualitas Informasi Anatomi Pada MRI Lumbar Pembobotan T1WI Dan T2WI Potongan Sagittal*. *Jimed*.