

PENATALAKSANAAN PEMERIKSAAN MRI (MAGNETIC RESONANCE IMAGING) WHOLE SPINE SENTRASI THORACOLUMBAL DENGAN TEKNIK COMPOSSING PADA MRI 0.35 TESLA DI KASIH IBU HOSPITAL SABA

I Gede Agus Resdiana^{1*}, I Putu Eka Juliantara², I Wayan Arie Sugiantara³

¹⁻³Akademi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali, Indonesia

*) Email Korespondensi: agusresdiana94@gmail.com

Abstract: Management of MRI Whole Spine Thoracolumbar Centration Examination with Composing Technique on 0.35 Tesla MRI at Kasih Ibu Hospital Saba. MRI is a supporting modality that can show pathological abnormalities in soft tissues, such as muscles, ligaments, and intervertebral discs. MRI consists of high tesla, medium tesla, and low tesla, at Kasih Ibu Hospital Saba, using low tesla MRI. Based on MRI examination data at Kasih Ibu Hospital Saba during June-July 2023, 45% were MRI Whole Spine with thoracolumbal centration. To determine the management of MRI examination of the Whole spine Thoracolumbar Concentration with Composing Technique on MRI 0.35 Tesla in the Radiology Unit of Kasih Ibu Hospital Saba. This research is descriptive qualitative with a case study approach where the author makes observations, records, and collects data, then conducts interviews with respondents according to the formulation of existing problems, and draws a conclusion. From the results of observation, the first step is to make a whole spine with T2 TSE Sagittal sequence which is done with three stages, namely cervical, thoracal, and lumbal, then composing is done. After that make MRI Thoracolumbal with sequence T2 TSE Axial, coronal, and sagittal, T1 TSE sagittal, T2 Tirm Fat saturation sagittal, T2 3D axial, T2 3D coronal myelo. After the image is formed, it is filtered and sent to the radiologist via PACS. Management of MRI Whole spine examination thoracolumbal centration consists of several stages, namely working on the whole spine, then continuing with thoracolumbal using T2 TSE Axial, coronal, and sagittal sequences, T1 TSE sagittal, T2 Tirm Fat saturation sagittal, T2 3D axial, T2 3D coronal myelo. The advantage of this management can optimize the composing software to work on the whole spine. While the disadvantage is overweight patients will affect the SNR, which makes it difficult for radiologists to diagnose.
Keywords: MRI 0.35, Whole Spine, Thoracolumbal, Composing.

Abstrak : Penatalaksanaan Pemeriksaan MRI Whole Spine Sentrasi Thoracolumbal Dengan Teknik Composing Pada MRI 0.35 Tesla Di Kasih Ibu Hospital Saba. Magnetic Resonance Imaging (MRI) merupakan Modalitas penunjang yang mampu memperlihatkan kelainan patologis pada jaringan lunak, seperti otot, ligamen dan discus intervertebral. MRI terdiri dari high tesla, medium tesla, dan low tesla, di Kasih Ibu Hospital Saba menggunakan MRI low tesla. Berdasarkan data pemeriksaan MRI di Kasih Ibu Hospital Saba selama bulan Juni-Juli 2023 sejumlah 45% adalah MRI Whole Spine sentrasi thoracolumbal. Untuk mengetahui penatalaksanaan pemeriksaan MRI Whole spine Sentrasi Thoracolumbal dengan Teknik Composing pada MRI 0.35 Tesla di Unit Radiologi Kasih Ibu Hospital Saba. Penelitian ini bersifat kualitatif deskriptif dengan pendekatan studi kasus dimana penulis melakukan observasi, pencatatan, dan pengumpulan data, kemudian melakukan wawancara terhadap responden sesuai rumusan masalah yang ada, dan ditarik suatu kesimpulan. Dari hasil observasi, langkah pertama yang dilakukan adalah membuat whole spine dengan sequence T2 TSE Sagittal yang dikerjakan dengan tiga kali tahapan yaitu cervical, thoracal, lumbal, kemudian dilakukan composing. Setelah itu membuat MRI Thoracolumbal dengan sequence T2 TSE Axial, coronal, dan sagittal, T1 TSE sagittal, T2 Tirm Fat saturation sagittal, T2 3D axial, T2 3D coronal myelo. Setelah citra terbentuk kemudian dilakukan filter, dan dikirim ke radiolog

melalui PACS. Penatalaksanaan pemeriksaan MRI *Whole spine* sentrasi *thoracolumbal* terdiri dari beberapa tahapan yakni mengerjakan *whole spine*, kemudian dilanjutkan dengan *thoracolumbal* menggunakan *sequence T2 TSE Axial, coronal, dan sagital, T1 TSE sagital, T2 Tirm Fat saturation sagital, T2 3D axial, T2 3D coronal myelo*. Kelebihan dari penatalaksanaan ini mampu mengoptimalkan *software composing* untuk mengerjakan *whole spine*. Sementara kekurangannya, pasien dengan berat badan berlebih akan mempengaruhi SNR, sehingga radiolog kesulitan dalam mendiagnosa.

Kata Kunci: MRI 0.35, *Whole Spine, Thoracolumbal, Composing*.

PENDAHULUAN

Tulang belakang pada orang dewasa terdiri dari 33 *vertebra* yang terdiri dari tujuh tulang *cervical*, dua belas ruas *thoracal*, lima *lumbal*, lima *sacrum* dan empat tulang *coccygeus*. Fungsi dari *columna vertebrae* yakni melindungi *spinal cord* dan *spinal nerves*, menyokong berat badan bagian atas sampai bagian *pelvis*, mempunyai sumbu *axis* yang kaku dan kuat, berperan sangat penting dalam postur tubuh dan pergerakan. Salah satu tulang belakang yang berperan penting yakni *thoracolumbal* (Peloza,2017). *Thoracal* merupakan tulang punggung yang berfungsi sebagai penahan tulang *costae*, mempunyai ciri khas yakni *lamina* dari tiap *vertebrae* yang memanjang serta *intralaminar space* nya yang menyempit. Sedangkan *lumbal* merupakan *vertebrae* terbesar dan kokoh yang berada di bawah *thoracal*. Pedikel *lumbal* lebih pendek dari pedikel *thoracal*, namun memiliki *body* yang lebih besar dan lebar (Scott E. Forseen,2016).

Magnetic Resonance Imaging (MRI) merupakan pemeriksaan penunjang dalam bidang diagnostik yang mampu mendeteksi ketidaknormalan pada jaringan lunak, seperti otot, ligamen dan *discus intervertebral* (Akhilesh Rao,2017). MRI terdiri dari dua type yakni *open gantry* dan *gantry* dengan lorong sempit, sementara dari kekuatan magnetnya, MRI terdiri dari *High field tesla, Medium field tesla* dan *Low field tesla* (William Faulkner, 2013). Pemeriksaan MRI *Whole spine* berfungsi untuk memperlihatkan patologi tulang belakang meliputi kompresi, *scoliosis*, kiposis, penyebaran metastase pada Radiografer dengan pengalaman dalam mengoprasikan MRI lebih dari lima

tulang belakang, dan *fraktur*. Sedangkan *squence* rutin pada pemeriksaan MRI *thoracal* menggunakan *sequence axial, coronal, sagital T1 SE, T2 SE/FSE, STIR* dan atau dengan menggunakan *sequence T2*Coherent GRE* (Westbrook,2014).

Berdasarkan pengamatan penulis di Unit Radiologi Kasih Ibu Hospital Saba, selama bulan November hingga Desember 2022 terdapat 525 pasien MRI dimana 246 diantaranya merupakan pemeriksaan MRI *Spine*. Dari keseluruhan pemeriksaan MRI tersebut, 45% diantaranya merupakan pemeriksaan MRI *Whole Spine* dengan sentrasi pada *Thoracolumbal*. Pemeriksaan diawali dengan membuat *Whole Spine* dengan *sequence T2 TSE* potongan *sagital*, kemudian dilakukan teknik *composing* untuk menghitung *vertebrae thoracal* yang akan masuk dalam FOV, dilanjutkan dengan melakukan pemeriksaan *thoracolumbal* dengan *squence* yang digunakan adalah *T2 TSE Axial, coronal, dan sagital, T1 TSE sagital, T2 Tirm Fat saturation sagital, T2 3D axial, T2 3D coronal myelo*.

METODE

Penelitian ini bersifat kualitatif deskriptif dengan pendekatan studi kasus dimana penulis akan melakukan observasi dan pengamatan pada penatalaksanaan pemeriksaan MRI *whole spine* sentrasi *thoracolumbal* di Kasih Ibu Hospital Saba yang menggunakan modalitas MRI *low Field Tesla* (0.35 *Tesla*) kemudian melakukan pencatatan hasil observasi dengan menggunakan tiga sampel sebagai data setelah itu melakukan wawancara mendalam dengan responden yakni

tahun. Setelah data dan informasi terkumpul penulis akan menarik sebuah

kesimpulan.

MRI *Whole Spine* sentrasi *thoracolumbal* pada MRI 0,35 *tesla* di Kasih Ibu Hospital Saba, berikut penulis sertakan identitas pasien:

HASIL

Untuk memberikan deskripsi tentang penatalaksanaan pemeriksaan

Tabel 1. Daftar Identitas Pasien

Daftar Identitas Pasien	Pasien 1	Pasien 2	Pasien 3
Nama	Tn. EPP	Tn. IKS	Ny. NPA
Umur	34 Th	65 Th	43Th
Jenis Kelamin	Laki-Laki	Laki-Laki	Perempuan
Alamat	Br. Pande	Blangsinga	Br. Ababi
Dokter Pengirim	dr.Y,Sp.S	dr.AN,Sp.S	dr. Ar, Sp.OT
Klinis	LBP	HNP	Stenosis Thoracal

Alur pelayanan di Kasih Ibu Hospital Saba dimulai dari penjadwalan pasien. Penjadwalan disesuaikan dengan jenis pemeriksaan, umumnya pemeriksaan MRI dengan kontras dijadwalkan pada sore hari karena perlu pendampingan radiolog yang praktek pada sore hari. Pasien yang sudah terjadwal akan dilakukan anamnesa meliputi keluhan pasien, riwayat penyakit pasien, menanyakan hasil penunjang yang pernah dilakukan, dan mengarahkan pasien untuk menimbang berat badan, setelah itu melakukan persiapan pasien yakni melepas benda logam yang menempel pada tubuh pasien, menanyakan apakah ada terpasang *pace marker*, dan mengintruksikan pasien agar tidak bergerak selama pemeriksaan. Terakhir, pasien di arahkan ke kamar mandi untuk buang air kecil sebelum pemeriksaan dimulai. Sambil menunggu pasien bersiap, petugas melakukan persiapan alat yakni pesawat MRI 0,35 *tesla* merk Siemens type Magnetom C !, *head and neck coil*, *coil spine*, tombol *emergency buzzer*, perangkat komputer yang terintegrasi ke PACS.

Posisi pasien *supine* di atas meja pemeriksaan, *mid sagittal plane* tubuh berada di tengah lampu laser, kepala pasien di posisikan berada di dalam *head coil*, tangan berada di samping tubuh, berikan *emergency buzzer* agar di pegang oleh pasien, pasang *spine coil* di

area *sternum*, tekan sampai berbunyi "klik", dan pasang *neck coil*. Hidupkan lampu laser, kemudian masukkan pasien dengan cara di dorong sampai di layar indikator yang berada di meja pemeriksaan berada di sumbu 0.00, kemudian tekan tombol "set" yang berada pada layar di atas Bor. Selanjutnya geser meja kearah *long axis* sampai di layar indikator menunjukkan angka 0.00, kemudian tekan "set" lagi. Beritahukan ke pasien jika pemeriksaan nya akan dimulai.

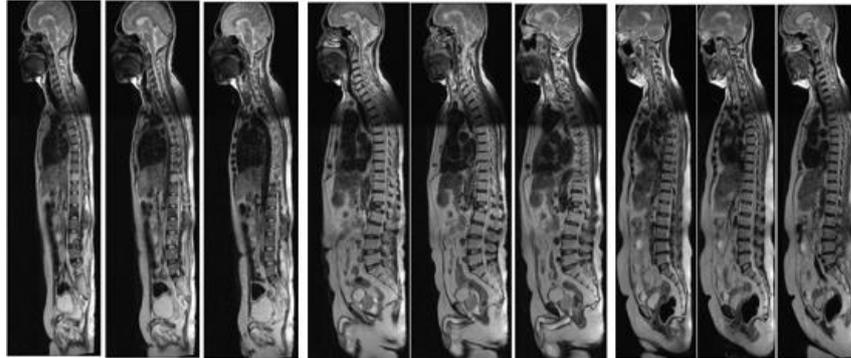
Setelah pasien di posisikan, petugas menginput data pasien dengan cara mengetik manual di menu "*Patient Registration*". Data yang perlu diinput yakni nama pasien, nomer rekam medis, jenis kelamin, umur pasien, berat badan, nama dokter pengirim, asal rujukan, pemeriksaan yang akan dilakukan, posisi pasien, dan nama operator yang mengerjakan, setelah semua terisi, klik "*exam*".

Setelah data sudah lengkap, dilanjutkan dengan memilih *sequence* yang akan digunakan yakni folder "*RSKI Whole Spine*". Dalam folder tersebut terdapat *Squence* yang dibutuhkan dalam pemeriksaan MRI *whole spine* diantaranya *Localizer*, *Cervical T2 TSE sagital*, *Localizer 240*, *Thoracal T2 TSE Sagital*, *Localizer 520*, *Lumbal T2 TSE sagital*, *T2 Haste Myelo Coronal*. Kemudian dilanjutkan dengan pemeriksaan *thoracolumbal* dengan

sequence T2 TSE coronal, Sagital, Axial, T1 TSE Axial, Sagital, T2 Tirm Fat Saturation Sagital, T2 3D Axial, T2 3D Coronal Myelo.

Pemeriksaan diawali dengan membuat *whole spine* dengan *sequence* T2 TSE *sagital*, dilakukan dengan tiga

kali *scanning*, yakni *cervical*, *thoracal*, dan *lumbal*, setelah scan selesai, dilanjutkan dengan melakukan *compossing*. *Compossing* merupakan penggabungan dari tiga obyek tersebut menjadi satu dengan sistem jalinan.



Gambar A

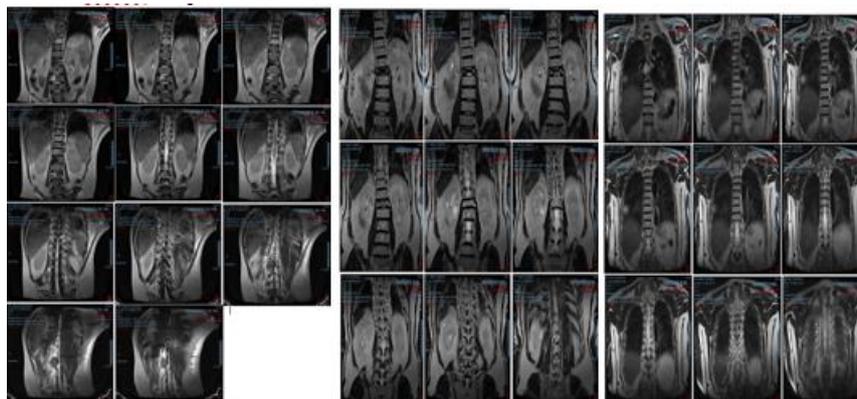
Gambar B

Gambar C

Gambar 1. Hasil citra dari ketiga obyek yang digabung dalam *software* "Compossing" Keterangan : Gambar A : Pasien 1 (Tn. EPP) Gambar B : Pasien 2 (Tn. IKS) Gambar C : Pasien 3 (Ny. NPA)

Setelah *whole spine* selesai dikerjakan, pasien di posisikan ulang dengan mengubah letak *spine coil*nya. Posisi *spine coil* berada di antara *thoracal* dan *lumbal*, batas bawah nya berada di pertengahan SIAS.

Setelah melakukan *scanning*, hasil citra yang ada akan dilakukan filter. Tujuannya agar hasil citra yang dikirim ke pasien dan ke dokter Radiolog SNR nya lebih baik.



Gambar A

Gambar B

Gambar C

Gambar 2. Hasil citra *sequence* T2 TSE *Coronal* Keterangan : Gambar A : Pasien 1 (Tn. EPP) Gambar B : Pasien 2 (Tn. IKS) Gambar C : Pasien 3 (Ny. NPA)

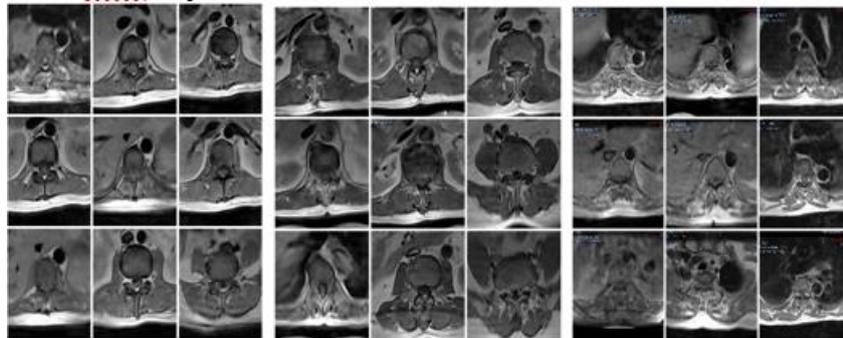


Gambar A

Gambar B

Gambar C

Gambar 3. Hasil citra *sequence* T2 TSE *Sagital*
Keterangan : Gambar A : Pasien 1 (Tn. EPP) Gambar B :
Pasien 2 (Tn. IKS) Gambar C : Pasien 3 (Ny. NPA)

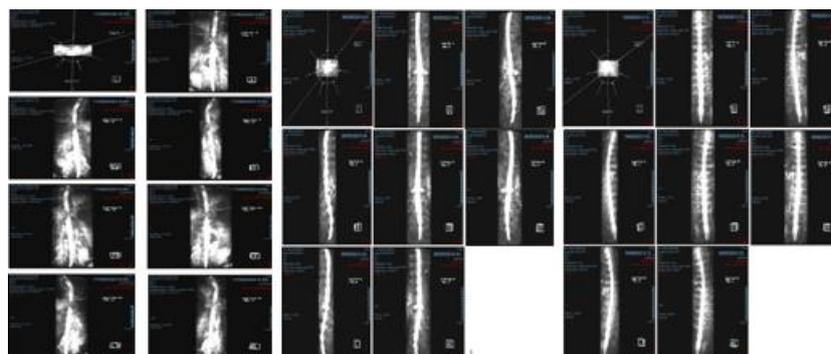


Gambar A

Gambar B

Gambar C

Gambar 4. Hasil citra *sequence* T1 TSE *Axial*
Keterangan : Gambar A : Pasien 1 (Tn. EPP) Gambar B :
Pasien 2 (Tn. IKS) Gambar C : Pasien 3 (Ny. NPA)



Gambar 5. Hasil citra *sequence* T2 3D coronal myelo
Keterangan : Gambar A : Pasien 1 (Tn. EPP) Gambar B :
Pasien 2 (Tn. IKS) Gambar C : Pasien 3 (Ny. NPA)

Tahapan terakhir dalam *thoracolumbal* di Kasih Ibu Hospital Saba pemeriksaan MRI *whole spine* sentrasi adalah pengiriman ke PACS.

PEMBAHASAN

Penatalaksanaan pemeriksaan MRI *whole spine* sentrasi *thoracolumbal* di Kasih Ibu Hospital Saba diawali dengan persiapan pasien, hal ini sesuai dengan teori dari mooller dimana persiapan pasien meliputi melepas benda logam, menjelaskan prosedur pemeriksaan, dan estimasi lama waktu pemeriksaan, dan mengintruksikan pada saat pemeriksaan pasien tidak boleh bergerak. Persiapan alat dan bahan yang diterapkan di Kasih Ibu Hospital Saba juga sesuai dengan teori dari mooller pada bukunya yang berjudul "MRI parameters and positioning 2nd" dimana dijelaskan bahwa pemeriksaan MRI *whole spine* dan MRI *thoracal* persiapan pasien nya sama seperti yang diterapkan di Kasih Ibu Hospital Saba (Mooller, 2021).

Persiapan alat dan bahan pada pemeriksaan MRI *whole spine* sentrasi *thoracolumbal* di Kasih Ibu Hospital Saba yakni persiapan alat nya meliputi pesawat MRI 0,35 tesla, coil head and neck, spine coil, emergency buzzer, headphone, selimut, perangkat komputer yang tersambung ke PACS. Hal ini sesuai dengan teori yang di kemukakan oleh mooller dimana persiapan alat dan bahan yang diperlukan pada pemeriksaan MRI *whole spine* sentrasi *thoracolumbal* yaitu pesawat MRI, spinal coil, perangkat komputer, dan alat fiksasi (Mooller, 2021).

Pemeriksaan MRI *whole spine* sentrasi *thoracolumbal* terdiri dari beberapa tahapan yakni membuat *whole spine* terlebih dahulu dengan menggunakan potongan T2 TSE *sagital* dimana yang pertama di lakukan *scanning* yakni *cervical*, kemudian mengganti coil connector ke *spine coil*, geser meja pemeriksaan hingga layar di monitor meja pemeriksaan menunjukkan angka 240, kemudian klik "Set", selanjutnya pindahkan coil *spine* ke area pelvis dengan SIAS berada di pertengahan coil, kemudian geser kembali meja sampai layar monitor di meja pemeriksaan menunjukkan angka 520, kemudian klik "Set". Pada saat mengatur di *thoracal* dan *lumbal*, atur

juga di parameter menu "patient position" menjadi 240 pada obyek *thoracal*, dan 520 pada obyek *lumbal* sebelum melakukan *scanning*. Penggeseran pasien dilakukan situasional pada pasien yang tinggi sehingga posisi coil tepat mencakup obyek yang ingin diperiksa. Berdasarkan teori dari Catherine Westbrook, pemeriksaan MRI *whole spine* menggunakan FOV Panjang dari *base skull* sampai *sacrum*, sementara di unit Radiologi Kasih Ibu Hospital Saba tidak memungkinkan menggunakan FOV sepanjang itu dikarenakan modalitas yang tersedia *low tesla*. Sementara untuk khusus *scoliosis* menggunakan sequence T1 SE/FSE *coronal* untuk melihat derajat kemiringan nya, sementara menurut pengamatan dan observasi penulis, dilapangan hanya menggunakan potongan *sagital* T2 TSE (Westbrook, Catherine, 2019).

Pemeriksaan selanjutnya dengan memfokuskan ke *thoracolumbal* dengan menggunakan sequence T2 TSE *Axial*, *coronal*, dan *sagital*, T1 TSE *sagital*, T2 *Tirm Fat saturation sagital*, T2 3D *axial*, T2 3D *coronal myelo*. Sequence ini lebih lengkap daripada teori yang diterapkan pada buku Catherine, dimana buku "Handbook Of MRI Technique" dijelaskan untuk MRI *thoracal* sequence yang diperlukan yakni T1 *Sagital* FSE, T2 *Sagital* FSE dan T2 *Axial Oblique* FSE (Westbrook, Catherine, 2019).

Penggunaan *software Compossing* dilakukan untuk menggabungkan ketiga obyek yang panjang dan masih terpotong mejadi satu yakni *cervical*, *thoracal* dan *lumbal* dengan pilihan di menu *application*, kemudian klik *compossing*. *Compossing* merupakan software Siemens pada modalitas MRI dengan *low field tesla*, tujuan dari *compossing* disamping mampu menampilkan keseluruhan dari tulang belakang, dapat juga digunakan untuk menentukan letak *thoracal* dengan cara penghitungan manual pada citra *whole spine*, sehingga dapat menentukan *thoracal* berapa yang terlihat.

Berdasarkan wawancara mendalam dengan ketiga responden,

kelebihan dari penatalaksanaan tersebut yakni *software compossing* sangat membantu dalam melakukan pemeriksaan MRI *whole spine* dengan modalitas yang terbatas *software compossing* mampu membantu dalam pemeriksaan MRI *whole spine*. Hal ini sesuai dengan Sandra Winsor dalam jurnal nya yang berjudul "The Compossing" dimana *software composer* digunakan untuk menyambung beberapa potongan citra agar bisa menjadi satu. Cara ini sangat efektif dalam penggabungan beberapa hasil citra menjadi satu. Hal ini dapat membantu Radiolog dalam menentukan patologi yang terjadi (Sandra Winsor,2009).

Sementara kekurangan nya yaitu keterbatasan alat dengan *low field tesla* dalam melakukan pemeriksaan MRI *whole spine* sangat berpengaruh, dimana dalam pemeriksaan MRI *whole spine* dengan *high field tesla* mampu melakukan nya dengan sekali posisi, sementara MRI di Kasih Ibu Hospital Saba menggunakan *tesla* rendah atau *low field tesla*, sehingga diperlukan pemosisian manual yang berpengaruh pada tidak efektif dalam bekerja. Hal ini sama dengan teori dari mooler dari buku yang berjudul "MRI parameters and positioning" disana disebutkan MRI *low field tesla* memiliki kekurangan yakni dengan FOV Panjang, akan mengurangi SNR, selain itu dengan waktu yang panjang rentan *motion artifact* (Mooler,2021).

KESIMPULAN

Penatalaksanaan pemeriksaan MRI *whole spine* sentral *thoracolumbal* di Kasih Ibu Hospital Saba dimulai dari, persiapan pasien, persiapan alat dan bahan, pemosisian pasien di ruang pemeriksaan, memilih *sequence* yang digunakan yakni pada *whole spine* menggunakan *sequence Sagital T2 TSE*, sementara untuk *thoracolumbal* menggunakan *sequence T2 TSE coronal, Sagital, Axial, T1 TSE Axial, Sagital, T2 Tirm Fat Saturation Sagital, T2 3D Axial, T2 3D Coronal Myelo*. Setelah *scanning* selesai dilanjutkan proses filter dan terakhir mengirim hasil citra ke PACS untuk dilakukan *expertise*. Kelebihan

pada penatalaksanaan tersebut yakni *software compossing* dapat membantu dalam membuat *whole spine*, sementara kekurangannya dengan MRI *low tesla* pemeriksaan akan membutuhkan waktu yang lama dan hasil yang lebih rendah dari MRI dengan *high tesla* Untuk mencegah hasil citra yang *hipointens* pada sambungan *cervical* dan *thoracal* nya, perlunya meminimalisir jarak antara *head and neck coil* dengan *spine coil* nya agar hasilnya lebih maksimal, serta selalu berkonsultasi dengan radiolog mengenai ketepatan dalam menentukan sambungan pada proses pembuatan citra *whole spine*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ade Febrian Ramadhan; Analisis pengaruh perubahan nilai TR (*Time Repitition*) dan FOV (*Field Of View*) terhadap informasi citra pembobotan T2 FSE (*Fast Spin Echo*) MRI Lumbal potongan sagittal- *Akademi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali*. 2022
- Akhilesh Rao, Atul Mishra, Yayati Pimpalwar, Rivinder Sahdev, Neha Yadu, 2017. *Incorporation of Whole Spine Screening in Magnetic Resonance Imaging Protocols for Low Back Pain : A Valuble addition*. *Asian Spine Journal*.11(5), 700-705
- Andrew G. Webb; *Magnetic Resonance Technologi – Hardware and System Component Design*; 2016
- C. Constantinides – *The Basic Magnetic Resonance Imaging*; 2014
- Dale, Brian M, Mark A Brown and RCS. *MRI Basic Principles And Applications*, Fifth Edition. UK: John Wiley & Sons Ltd. 2015.
- Helmi, Z. N. (2014). *Buku Ajar Gangguan Muskuloskeletal (1st ed.)*. Jakarta Selatan: Salemba Medika
- I Gede Agus Adi Saputra; Pengaruh variasi *Turbo Factor* terhadap SNR dan *Scan Time* sekuens T2 FSE *Sagital* pada MRI Genu di Instalasi Radiologi RSD Mangusada Kabupaten Badung- *Akademi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali*. 2021

- Moeller BT, Reif E. MRI Parameters and Positioning, 2nd Edition. Thieme. Nuevos sistemas de comunicación e información. 2021. 2013–2015 p
- Muhnal Syafitra; Perbedaan kualitas citra anatomi pada pemeriksaan MRI *Shoulder joint* dengan menggunakan *Shoulder Coil* dan *Flex Coil*- *Akademi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali*. 2022
- Pelozza, Jhon. 2017. Causes of Lower Back Pain.
<http://www.spinehealth.com/condition/lower-back-pain-symptoms-diagnosis-and-treatment>.
- Ryani Lingling, 2014 Anatomi Fisiologi Tulang Belakang
- Sandra Winsor, The Composer, *Centre for Advanced MRI, University of Auckland, New Zealand*, 2009
- Scott E. Forseen, MD, Neil M. Borden; *Imaging Anatomy of the Human Spine*. 2016
- Sigit Wijokongko JA. Protokol Radiologi Ct Scan dan Mri. Penerbit inti medika pustaka jilid 2. 2016;
- Soesanti I, Susanto A, Widodo T, Tjokronagoro M. Ekstraksi Ciri dan Identifikasi Citra Otak MRI Berbasis Eigenbrain Image. *Forum Tek*. 2011;34(1):47–52.
- Stewart C. Bushong; Geoffrey Clarke. *Magnetic Resonance Imaging; Physical and Biological Principles*; 4th. 2015
- Triwoto AR. Segmentasi Citra Magnetic Resonance Imaging (Mri) Abdomen Untuk Identifikasi Polip Pada Saluran Pencernaan Dengan Menggunakan Metode Chan-Vese. 2017;55.
- Westbrook C. 2014 *Handbook of MRI Technique* 4th ed. Cambridge, United Kingdom: Wiley Blackwell Edition. 2014
- Westbrook, Catherine, and JT. MRI In Practice. UK: Blackwell Science Ltd. 2019.
- William Faulkner, 2013. Rad Tech's Guide to. MRI: *Basic Physics Instrumentation, and Quality Control*
- Wiyono W, Nugroho B, Prima N, Firmansyah T, Wardoyo S. Identifikasi Osteoporosis Pada Vertebra Spinalis Menggunakan Metode Blended Statistical-Index Singh. *Setrum Sist Kendali-Tenaga-Elektronika- Telekomunikasi-Komputer*. 2018
- Wulan Astuti; Penerapan Kombinasi Inversion Pulse dan Time Inversion pada MRI Knee joint sekuen axial-T2 SPIR. - *Akademi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali*. 2022