

**PERANAN SEQUENCE SHORT TAU INVERSION RECOVERY
(STIR) PADA PEMERIKSAAN MRI LUMBAL DI
RUMAH SAKIT UNIVERSITAS ANDALAS**

Karya Tulis Ilmiah

Diajukan ke Program Studi DIII Radiologi Fakultas Vokasi Universitas
Baiturrahmah Padang sebagai Pemenuhan Syarat Untuk Memperoleh Gelar Ahli
Madya Kesehatan (Radiologi)



DISUSUN OLEH :
FAIZ ARKANANTA
2210070140029

**PROGRAM STUDI DIII RADIOLOGI
FAKULTAS VOKASI
UNIVERSITAS BAITURRAHMAH
PADANG
2025**

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING



FAKULTAS VOKASI
Universitas Baiturrahmah
 Jl. Raya By Pass KM.15 Aie Pacah Koto Tengah - Padang,
Sumatera Barat Indonesia 25158
 (0751) 463529
 dekanat@fv.unbrah.ac.id

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa saya bersedia menjadi dosen pembimbing Karya Tulis Ilmiah (KTI) atas nama mahasiswa :

Nama : Faiz Arkananta
NPM : 2210070140029
Judul : Peranan Sequence short tau inversion recovery (STIR) pada pemeriksaan MRI lumbal di rumah sakit universitas Andalas
Demikian surat penyataan saya buat dengan sebenarnya, dan dapat dipergunakan sebagai mana mestinya.

Padang,

Yang membuat pernyataan

Wahdini Hanifah,S.Tr.Kes, M.Tr.ID

Mengetahui,
Fakultas Vokasi
Universitas Baiturrahmah

Dekan

Ketua Prodi DIII Radiologi

Oktavia Puspita Sari, Dipl.Rad.S.Si.M.Kes Oktavia Puspita Sari, Dipl.Rad.S.Si.M.Kes



Dipindai dengan CamScanner

vokasi.unbrah.ac.id

HALAMAN PERSETUJUAN SIDANG KTI

Judul Laporan Kasus : Peranan *Sequence Short Tau Inversion Recovery* (STIR) Pada Pemeriksaan MRI Lumbal di Rumah Sakit Universitas Andalas
Nama : FAIZ ARKANANTA
NPM : 2210070140029

Dinyatakan layak untuk mengikuti Ujian Tugas Akhir/ Karya Tulis Ilmiah di Program Studi DIII Radiologi Fakultas Vokasi Universitas Baiturrahmah Padang.

Padang Oktober 2025

Pembimbing

Wahdini Hanifah M.Tr.ID

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Karya Tulis : Peranan *Sequence Short Tau Inversion Recovery* (STIR)

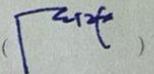
Pada Pemeriksaan MRI Lumbal Di Rumah Sakit Universitas
Andalas

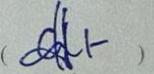
Nama : Faiz Arkananta

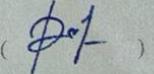
NPM : 2210070140029

Telah diujikan pada Ujian Tugas Akhir/Karya Tulis Ilmiah oleh Dewan Penguji dan
dinyatakan lulus pada tanggal 03 November 2025.

DEWAN PENGUJI

1. Penguji I : Nerifa Dewilza, S.Si, M.Tr.Kes ()

2. Penguji II : Chairun Nisa, S.Pd, M.Si ()

3. Pembimbing/(Ketua sidang/penguji)/Moderator : Wahdini Hanifah, S.Tr.Kes, M.Tr.ID ()

Mengetahui

Fakultas Vokasi
Universitas Baiturrahmah
Dekan



Program Studi DIII Radiologi
Ketua

M Syam

Oktavia Puspita Sari, Dipl.Rad, S.Si, M.Kes Oktavia Puspita Sari, Dipl.Rad, S.Si, M.Kes



Dipindai dengan CamScanner

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis saya, tugas akhir berupa KTI dengan judul “Peranan *Sequence Short Tau Inversion Recovery* (STIR) Pada Pemeriksaan MRI Lumbal di Rumah Sakit Universitas Andalas” adalah asli karya tulis saya sendiri.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali pembimbing.
3. Di dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapa yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan di dalam naskah dengan menyebutkan pengarang dan dicantumkan pada daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila terdapat penyimpangan di dalam penelitian ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karya karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, 24 Mei 2025

Yang membuat pernyataan

Faiz Arkananta
2210070140029

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahi Rabbil Aalamin, sujud serta syukur kepada Allah SWT, yang telah memberikan rahmatnya sehingga Karya Tulis Ilmiah ini dapat terselesaikan sesuai dengan waktu yang telah dijadwalkan dan dengan proses yang lancar dengan izinNya. Shalawat dan salam selalu terlimpahkan keharibaan Rasullah Muhammad SAW.

Karya tulis ilmiah ini saya persembahkan untuk diri saya sendiri yang telah berjuang dan berusaha selama ini. Terimakasih atas kerja kerasnya. Mari tetap berdoa dan berusaha serta jangan menyerah untuk kedepannya.

Persembahan Karya Tulis Ilmiah ini dan rasa terimakasih saya ucapkan kepada Mama dan Papa tercinta sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih yangtiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada Mama dan Papa yang telah memberikan kasih sayang, segala dukungan, cinta kasih yang tiada terhingga yang tiada mungkin dapat kubalas hanya dengan selembar kertas yang bertuliskan kata cinta dalam kata persembahan, serta menjadi support system dalam segala hal baik moril maupun material.

Teristimewa terima kasih kepada mamaku tercinta Suryati dan papaku tercinta indra murti, terimakasih penulis ucapan atas segala pengorbaaan dan ketulusan yang diberikan, dan selalu senantiasa memberikan yang terbaik, tak kenal lelah mendoakan, mengusahakan, memberikan dukungan baik secara moral maupun finensial, serta memprioritaskan pendidikan dan kebahagian anak-anaknya. Perjalanan hidup kita sebagai satu keluarga memang tidak mudah, tetapi segala hal yang telah dilalui memberikan penulis pelajaran yang sangat berharga tentang arti menjadi seorang laki-laki dewasa yang kuat, bertanggung jawab, selalu berjuang mandiri. Besar harapan penulis semoga mama dan papa selalu sehat, panjang umur, dan bisa menyaksikan keberhasilan lainnya yang akan penulis raih dimasa yang akan datang. Tolong hidup lebih lama lagi ya maa paa.

Teruntuk kakakku satu satu nya Faradhila aishandra yang selalu menjadi alasan penulis untuk lebih keras lagi dalam berjuang karena dia adalah termasuk orang yang menjadikan penulis untuk menjadi kuat dan lebih semangat untuk meraih cita cita yang selama ini penulis imipikan. Terimakasih untuk segala nya yaa, luv uu...

Faiz Arkananta, ya ! diri saya sendiri . Apresiasi sebesar-besarnya yang telah berjuang untuk menyelesaikan apa yang telah di mulai. Sulit bisa bertahan sampai dititik ini, terimakasih untuk tetap hidup dan merayakan dirimu

sendiri walaupun sering kali putus asa atas apa yang sedang di usahakan, tetaplah jadi manusia yang mau berusaha dan tidak lelah untuk mencoba, selalu tegar dan ikhlas menjalani semua hingga sekarang.

Ucapan terimakasih saja takkan pernah cukup untuk membalas kebaikan dan ketulusan dari kalian. Untuk dosen-dosen dan tendik prodi DIII Radiologi Universitas Baiturrahmah yang telah memberikan ilmunya, terimakasih atas semua yang kalian berikan selama 3 tahun ini. Dan terkhusus untuk dosen pembimbingku Ibu Wahdini Hanifah, S. Tr. Kes, M.Tr. ID terimakasih telah bersedia membimbing dan direpotkan selama penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini. Terima kasih banyak Ibu sudah banyak membantu selama ini, sudah dinasehati, sudah diajari, dan mengarahkan lala sampai Karya Tulis Ilmiah ini selesai. Maaf ibu, lala selalu merepotkan dan mengganggu waktu istirahat ibu, semoga kebaikan ibu dibalas Allah dengan kebaikan yang berlipat ganda. Aamiin..

Teruntuk teman-teman di Universitas Baiturrahmah yang telah memberikan momen-momen dan kenangan yang berkesan selama perkuliahan di Universitas Baiturrahmah. Terimakasih untuk kebersamaannya selama 3 tahun ini. Terimakasih untuk canda tawa, tangis, dan perjuangan yang kita lewati bersama. Semoga sukses untuk kita semua.. Aamiin.

Terimakasih untuk teman-teman yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang selalu mau direpotkan dalam keadaan apapun, terimakasih banyakkk.. Mudah-mudah komunikasi kita tidak pernah terputus walau jarak nantinya memisahkan kita..

“Faiz Arkananta”

**RADIOLOGY DEPARTMENT
VOKASI VACULTY
BAITURRAHMAH UNIVERSITY
The Scientific Paper, 2025**

FAIZ ARKANANTA

**PERANAN SEQUENCE SHORT TAU INVERSION RECOVERY (STIR)
PADA PEMERIKSAAN MRI LUMBAL DI RUMAH SAKIT UNIVERSITAS
ANDALAS**

viii + 67 pages + 6 tables + 8 attachments

ABSTRAK

Magnetic Resonance Imaging (MRI) is a non-invasive diagnostic imaging modality that provides excellent visualization of soft tissue structures, including the lumbar spine. One of the essential sequences in lumbar MRI examination is *Short Tau Inversion Recovery* (STIR), which functions to suppress fat signals and enhance the contrast between normal and pathological tissues. This study aims to describe the procedure of lumbar MRI examination and analyze the role of the STIR sequence in detecting abnormalities in patients with *Low Back Pain* (LBP) and *Hernia Nucleus Pulposus* (HNP) at Universitas Andalas Hospital.

This research employed a descriptive qualitative method through observation, in-depth interviews with radiographers, a radiologist, and the head of the radiology department, as well as document studies of lumbar MRI results. The results of this study were processed using the source triangulation method and the results showed that the STIR sequence was routinely used in sagittal and coronal sections. STIR plays an important role in providing homogeneous fat suppression, enhancing tissue contrast, and detecting edema, inflammation, and bone marrow abnormalities more clearly than other sequences such as T1, T2, and FatSat.

Although STIR has limitations such as a lower Signal-to-Noise Ratio (SNR) and longer scanning time, the overall image quality is considered optimal and highly beneficial for radiological diagnosis. Therefore, the STIR sequence has a crucial role in lumbar MRI examinations, particularly in cases involving bone marrow and soft tissue abnormalities of the spine.

Keywords: Lumbar MRI, STIR, LBP, HNP

**PROGRAM STUDI DIII RADIOLOGI
FAKULTAS VOKASI
UNIVERSITAS BAITURRAHMAH
Karya Tulis Ilmiah, 2025**

FAIZ ARKANANTA

**PERANAN *SEQUENCE SHORT TAU INVERSION RECOVERY (STIR)*
PADA PEMERIKSAAN MRI LUMBAL DI RUMAH SAKIT UNIVERSITAS
ANDALAS**

viii + 67 halaman + 6 tabel + 8 lampiran

INTISARI

Magnetic Resonance Imaging (MRI) merupakan modalitas pencitraan diagnostik non-invasif yang unggul dalam menampilkan detail jaringan lunak tubuh, termasuk area tulang belakang lumbal. Salah satu sequence penting dalam pemeriksaan MRI lumbal adalah *Short Tau Inversion Recovery (STIR)* yang berfungsi menekan sinyal lemak untuk meningkatkan kontras antara jaringan normal dan patologis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penatalaksanaan pemeriksaan MRI lumbal serta menganalisis peranan *sequence STIR* dalam mendeteksi kelainan pada pasien dengan klinis *Low Back Pain (LBP)* dan *Hernia Nukleus Pulposus (HNP)* di Rumah Sakit Universitas Andalas.

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kualitatif melalui observasi, wawancara mendalam terhadap radiografer, radiolog, dan kepala instalasi radiologi, serta studi dokumen hasil pemeriksaan MRI lumbal. Hasil penelitian ini diolah menggunakan metode triangulasi sumber dan hasil menunjukkan bahwa *sequence STIR* rutin digunakan pada potongan sagital dan koronal. STIR berperan penting dalam menekan sinyal lemak secara homogen, meningkatkan kontras jaringan, serta mendeteksi edema, inflamasi, dan kelainan pada sumsum tulang belakang dengan lebih jelas dibandingkan *sequence* lain seperti T1, T2, maupun Fatsat.

Meskipun STIR memiliki kelemahan berupa *Signal to Noise Ratio (SNR)* yang rendah dan waktu pemindaian yang lebih lama, secara keseluruhan kualitas citra yang dihasilkan dinilai optimal dan sangat membantu dalam penegakan diagnosis radiologis. Dengan demikian, *sequence STIR* memiliki peranan penting dalam pemeriksaan MRI lumbal terutama pada kasus yang melibatkan bone marrow dan jaringan lunak tulang belakang.

Kata kunci: MRI Lumbal, STIR, LBP, HNP

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadirat Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya serta kesehatan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah yang berjudul “Peranan *Sequence Short Tau Inversion Recovery (STIR)* Pada Pemeriksaan MRI Lumbal Di Rumah Sakit Universitas Andalas Padang.” yang diajukan sebagai salah satu syarat untuk untuk memperoleh gelar Ahli Madya Kesehatan (Radiologi) di Program Studi DIII Radiologi Fakultas Vokasi Universitas Baiturrahmah Padang.

Penyusun menyadari bahwa keberhasilan penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Teristimewa kepada kedua Orang Tua yang telah memberikan doa, dukungan dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal ini.
2. Ibu Oktavia Puspita Sari, Dipl. Rad, S. Si, M. Kes selaku dekan fakultas vokasi dan ketua prodi DIII Radiologi Universitas Baiturrahmah Padang.
3. Ibu Wahdini Hanifah, M. Tr. ID selaku pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan kepada penulis dalam penyusunan KTI ini.
4. Seluruh staff dosen Program Studi Dill radiologi yang telah memberikan ilmu selama pendidikan peneliti dan saat penulisan proposal ini
5. Terimakasih kepada teman-teman radiologi angkatan 2022 yang telah memberi dukungan serta semangat selama duduk dibangku kuliah di kampus Radiografi Universitas Baiturrahmah yang tercinta ini.

6. Kepada semua pihak secara langsung maupun tidak langsung yang telah membantu dan memberikan dukungan terhadap penulis dalam proses pembuatan karya tulis ilmiah ini.

Akhir kata penyusun mohon maaf jika dalam penulisan karya tulis ilmiah ini masih jauh dari kesempurnaan. Kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan karya tulis ilmiah ini.

Padang, Oktober 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PERSETUJUAN SIDANG KTI.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	viii
INTISARI	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Sistematika penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 MRI	7
2.1.1 Pengertian MRI.....	7
2.1.2 Komponen MRI.....	7
2.1.3 Parameter MRI.....	10
2.1.4 <i>Sequence MRI</i>	13
2.1.5 Kualitas Citra MRI.....	18
2.2 Anatomi Lumbal.....	21
2.3 Patologi Lumbal	25
2.4 Teknik Pemeriksaan MRI Lumbal	26
2.5 Kerangka Teori	30
2.6 Kerangka Konsep	31
BAB III METODE PENELITIAN	32
3.1 Jenis Penelitian	32
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	32
3.3 Populasi dan Sampel	32
3.3.1 Populasi.....	32
3.3.2 Sampel	33
3.3.3 Informan Penelitian	34
3.4 Instrumen Penelitian	35
3.5 Langkah-langkah Penelitian.....	37
3.6 Diagram Alur Penelitian.....	38
3.7 Teknik Pengumpulan Data.....	38
3.8 Pengolahan dan Analisis Data	39
3.8.1 Pengolahan Data	39
3.8.2 Analisis Data	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41

4.1	Hasil dan pembahasan	41
4.1.1	Hasil Wawancara Radiografer.....	42
4.1.2	Hasil Wawancara Radiolog.....	49
4.1.3	Hasil Wawancara Kepala Ruangan.....	52
4.2	Tabel Triangulasi Sumber	54
4.3	Pembahasan.....	56
4.3.1	Penatalaksanaan Pemeriksaan MRI Lumbal di Rumah Sakit Universitas Andalas	56
4.3.2	Peranan Sequence Short Tau Inversion Recovery (STIR) pada Pemeriksaan MRI Lumbal di Rumah Sakit Universitas Andalas	57
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	61
5.1	Kesimpulan	61
5.2	Saran.....	62
	DAFTAR PUSTAKA	63
	LAMPIRAN.....	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Urutan sequence pada pulse sequence spin echo	13
Gambar 2. 2 Urutan <i>sequence Inversion Recovery</i>	17
Gambar 2. 3 Anatomi vertebre lumbal.....	21
Gambar 2. 4 Anatomi vertebre lumbal sagittal	22
Gambar 2. 5 Anatomi vertebre lumbal coronal	23
Gambar 2. 6 Anatomi vertebre lumbal axial	24
Gambar 2. 7 <i>Sequence STIR</i> klinis LBP	25
Gambar 2. 8 <i>Sequence STIR</i> klinis HNP	26
Gambar 2. 9 Sagital FSE T1	28
Gambar 2. 10 Sagital FSE T2	28
Gambar 2. 11 Axial FSE T2,.....	29
Gambar 2. 12 Sagital STIR	30
Gambar 3. 1 Pesawat MRI	35
Gambar 3. 2 Komputer MRI	36
Gambar 3. 3 Printer MRI	36
Gambar 4. 1 Hasil gambaran STIR potongan sagittal dan coronal pasien 1.....	41
Gambar 4. 2 Hasil gambaran STIR potongan sagittal dan coronal pasien 2.....	42

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Magnetic Resonance Imaging (MRI) adalah suatu alat canggih di bidang kedokteran yang mengkombinasikan teknologi komputer, medan magnet tinggi (0,064-7,0 Tesla), dan gelombang radio untuk menghasilkan gambaran penampang tubuh manusia. Pemeriksaan MRI mempunyai keunggulan dibandingkan modalitas pencitraan diagnostik lainnya karena menggunakan radiasi non ionisasi, bersifat non invasif, dan menghasilkan resolusi yang tinggi pada jaringan lunak serta memungkinkan pencitraan dari berbagai arah irisan pada segala bidang (transversal, sagittal, coronal, bahkan oblique) sehingga hasil gambaran lebih detail dan jelas (Maulida, Susanto dan Murniati, 2019).

Pemeriksaan MRI pada tubuh manusia ada banyak seperti dibagian kepala ada MRI Brain, MRI SPN, MRI Orbita. Pada bagian dada MRI Chest, pada bagian perut MRI Abdomen. Kemudian pada alat gerak tubuh ada MRI Ekstremitas atas, MRI Ekstremitas bawah, MRI Pelvis, pada tulang belakang ada MRI Whole spine untuk keseluruhan tulang belakang, kemudian MRI Spine ada tiga yaitu MRI Cervical, MRI Thoracal, dan MRI Lumbal (Westbrook, 2014).

Pemeriksaan MRI Lumbal bertujuan untuk mendeteksi kelainan pada jaringan lunak, seperti otot, ligamen, dan diskus intervertebralis dari potongan sagital, coronal, dan axial. Pada potongan sagital menampilkan anatomi abnormal spondylolisthesis, subluksasi dan hubungan diskus intervertebralis ke badan vertebra yang berdekatan dan spinal canal (Sebayang et al, 2023).

Patologis atau klinis yang sering dialami pada pemeriksaan MRI lumbal diantaranya ada LBP dan HNP. *Low Back Pain* (LBP) adalah nyeri yang dirasakan di daerah punggung bawah, dapat berupa nyeri lokal ataupun disertai nyeri radikuler dan atau keduanya yang disebabkan oleh iritasi atau kompresi radik pada satu atau 3 beberapa radik lumbosakralis yang dapat disertai dengan kelemahan motorik, gangguan sensorik dan menurunnya refleks fisiologis (Aprisandi, dan Silaban, 2023). *Hernia Nukleus Pulposus* (HNP) merupakan suatu keadaan dimana bagian nukleus pulposus yang terbuat dari material yang berbentuk gel dalam spinal cord keluar dari anulus fibrosus atau bagian yang melindunginya, kondisi ini menyebabkan adanya penonjolan kedalam kanalis spinalis sehingga menyebabkan nyeri menjalar ke tungkai bawah yang di timbulkan oleh karena penekanan pada saraf spinalis. (Astuti, Prasetya, dan Budiarti, 2023).

Pada pemeriksaan MRI Lumbal tidak ada persiapan khusus sebelum pemeriksaan, pasien diberi penjelasan tentang berbagai posisi dan prosedur pemeriksaan yang akan dilakukan. Pemeriksaan MRI lumbal rutin menggunakan *sequence* T1 SE/TSE sagital, T2 SE/TSE sagittal, T2 SE/TSE axial, SE/TSE T1 axial, T2 SE/TSE Coronal, *Short Tau Inversion Recovery* (STIR).(Westbrook, 2014). Menurut (Astuti, Prasetya, dan Budiarti, 2023) pemeriksaan MRI lumbal sering terdapat gambaran lemak yang tampak *hyperintense* yang dapat mengganggu gambaran patologi dari lumbal, sehingga perlu dilakukan teknik *fat suppression* dalam mensupresi lemak. Beberapa Teknik tersebut diantaranya adalah *fat saturation*, *Short Tau Inversion Recovery* (STIR), *Spatial Inversion Recovery* (SPIR) dan Teknik *Dixon*.

Teknik *fat suppression* STIR ini telah digunakan secara luas atau rutin digunakan. *Sequence* STIR tidak sensitif terhadap ketidakhomogenitas medan magnet, sedangkan SPAIR relatif tidak sensitif terhadap ketidakhomogenitas medan magnet, dan sedangkan teknik *Dixon* memiliki sensitivitas yang rendah terhadap medan magnet (Dalto et al, 2020).

Berdasarkan pembahasan diatas terdapat *sequence* yang rutin digunakan yaitu STIR, yang merupakan bagian dari teknik *Inversion recovery*. *Inversion recovery* adalah variasi dari *sequence spin echo*. Dalam *sequence* ini, terdapat empat pulsa yang digunakan, dimulai dengan pulsa inversi 180 derajat, diikuti oleh pulsa eksitasi 90 derajat, dan kemudian pulsa rephasing 180 derajat. Pulsa inversi 180 derajat digunakan untuk menekan jaringan tertentu sehingga akan muncul sebagai area gelap pada citra. Teknik penekanan lemak dalam teknik supresi lemak digunakan untuk membuat lemak muncul sebagai area gelap pada citra. Teknik ini sangat berguna dalam mengidentifikasi patologi secara tepat, memudahkan dalam proses diagnosis (Fikra, Praseta, dan Setiawan,2023).

Menurut penelitian dari Sebayang, et al (2023) *Sequence* STIR memungkinkan visualisasi yang lebih jelas dari Myelo, discus intervertebralis, serta stenosis di conus medularis pada kasus LBP, sehingga memfasilitas dalam mengedintifikasi kelaianan dan penekanan pada jaringan di sekitar tulang belakang. peranan sequen STIR sagital untuk menekan lemak pada cerebral spinal fluid, conus medullaris dan myelum pada sum sum tulang belakang.

Berdasarkan observasi penulis di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Universitas Andalas terdapat pemeriksaan MRI lumbal dengan rata-rata pasien

setiap bulannya sebanyak 3 orang, Jumlah pasien MRI Brain dalam 3 bulan terakhir yaitu Juni, Juli, dan agustus adalah 11 orang, yang mana sering dijumpai dengan klinis LBP dan HNP. Pada Pemeriksaan MRI lumbal di Rumah Sakit Universitas Andalas pasien dengan klinis LBP rata-rata setiap bulannya sebanyak 2 orang, dan pasien dengan klinis HNP rata-rata setiap bulannya sebanyak 1 orang. Pada pemeriksaan MRI lumbal di Rumah Sakit Universitas Andalas, sekuens rutin yg digunakan antara lain adalah T2 Axial, T1 Axial, T2 Coronal, T1 Coronal, T2 Sagital, T1 Sagital, STIR Sagital, STIR Coronal, 3D Myelo.

Pada pemeriksaan MRI lumbal yang mana sering dijumpai dengan klinis LBP dan HNP, pemeriksaan tersebut dilakukan dengan menggunakan *sequence* STIR. *Sequence* STIR rutin digunakan karena *sequence* STIR sangat berguna dalam mengidentifikasi patologi secara tepat, dan dapat mendeteksi cairan seperti edema, myelo, dan discus vertebralitis. *Sequence* STIR menekan atau supresi lemak sehingga lemak akan berwarna lebih gelap dan cairan akan lebih terang, *Sequence* STIR rutin digunakan karena lebih unggul dibandingkan teknik *suppression* lemak lainnya yang ada di MRI Rumah Sakit Universitas Andalas seperti *fatsaturation*, *Sequence* STIR tidak sensitif terhadap ketidakhomogenitas medan magnet dan tidak bergantung dengan pada frekuensi medan magnet sedangkan fatsat bergantung pada homogenitas medan magnet sehingga sering gagal supresi lemak.

Berdasarkan kajian diatas penulis tertarik untuk mengkaji lebih dalam tentang peranan *sequence* STIR yang telah dilakukan di Instalasi Radiologi Universitas Andalas. Oleh karena itu, penulis menuliskannya dalam bentuk karya

tulis ilmiah dengan judul “Peranan *Sequence Short Tau Inversion Recovery* (STIR) Pada Pemeriksaan MRI Lumbal di Rumah Sakit Universitas Andalas”

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana penatalaksanaan pemeriksaan MRI lumbal di Rumah Sakit Universitas Andalas?
2. Bagaimana peranan *sequence Short Tau Inversion Recoery* (STIR) pada pemeriksaan MRI lumbal di Rumah Sakit Universitas Andalas?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui penatalaksanaan pemeriksaan MRI lumbal di Rumah Sakit Universitas Andalas.
2. Untuk mengetahui peranan *sequence Short Tau Inversion Recoery* (STIR) pada pemeriksaan MRI lumbal di Rumah Sakit Universitas Andalas.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Dengan dilakukan penelitian ini dapat menambah wawasan atau pengetahuan penulis tentang peranan *sequence STIR* pada pemeriksaan MRI lumbal.

2. Manfaat Praktis

Secara praktik diharapkan laporan ini dapat bermanfaat untuk menjadi acuan sekaligus memperdalam pengetahuan bagi penulis dan pembaca mengenai peranan *sequence STIR* pada pemeriksaan MRI lumbal.

1.5 Sistematika penulisan

Penulis akan menguraikan sistematika penulisan yang akan dibahas dalam penelitian ini secara terperinci.

BAB I Pendahuluan

Pada bab ini, penulis menguraikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan Teori

Pada bab ini, penulis menjelaskan tentang dasar-dasar teori yang mendukung pada penelitian ini.

BAB III Metode Penelitian

Pada bab ini, penulis menguraikan tentang penelitian, yaitu jenis penelitian, lokasi penelitian, populasi dan sampel penelitian, instrumen penelitian, waktu dan tempat penelitian, langkah-langkah penelitian, serta cara kerja penelitian

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini, penulis menjelaskan tentang hasil penelitian, citra STIR, hasil wawancara, hasil triangulasi sumber, pembahasan

BAB V Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini, penulis menjelaskan tentang kesimpulan dari penelitian yang dilakukan dan saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 MRI

2.1.1 Pengertian MRI

MRI adalah suatu metode pencitraan diagnostik yang dapat menampilkan informasi anatomis dalam bentuk berbagai irisan langsung (multiplanar) dengan memanfaatkan pengaruh pemberian pulsa radiofrekuensi kedalam tubuh pasien di dalam medan magnet luar yang kuat (Westbrook, 2014).

Gambaran tersebut diperoleh dari interaksi atom hydrogen dalam medan magnet dan gelombang radio. Interaksi dimulai dengan meletakkan atom hydrogen ke dalam medan magnet. Di dalam medan magnet ini kutub – kutub atom akan menjadi searah dengan medan magnet, kemudian dengan menggunakan sinyal radio frekuensi pada bidang tertentu yang dipilih, maka inti atom akan menyerap energy (Westbrook, 2014).

2.1.2 Komponen MRI

Menurut Westbrook (2019) ada beberapa instrumen dasar yang ada pada MRI :

1. Magnet utama

Magnet utama dipakai untuk membangkitkan medan magnet berkekuatan besar yang mampu menginduksi jaringan tubuh sehingga menimbulkan magnetisasi.

Beberapa jenis magnet utama, antara lain :

a. Magnet Permanen

Magnet permanen terbuat dari beberapa lapis batang keramik ferromagnetik dan memiliki kuat medan magnet maksimal 0,3 Tesla. Magnet ini di rancang dalam bentuk tertutup maupun terbuka (C shape) dengan arah garis magnetnya adalah antero-posterior.

b. Magnet Resistif

Medan magnet dari jenis resistif dibangkitkan dengan memberikan arus listrik pada kumparan. Kuat medan magnet yang mampu dihasilkan mencapai 0,3 Tesla.

c. Magnet *Super Conductor*

Magnet ini mampu menghasilkan medan magnet hingga berkekuatan 0,5 Tesla-3.0 Tesla, dan sekarang banyak dipakai untuk kepentingan klinik. Helium cair digunakan untuk mempertahankan kondisi superkonduktor agar selalu berada pada temperatur yang diperlukan

2. Koil MRI

a. Koil Gradien

Koil gradien dipakai untuk membangkitkan medan magnet gradien yang berfungsi untuk menentukan irisan, pengkodean frekuensi, dan pengkodean fase. Terdapat tiga medan yang saling tegak lurus, yaitu bidang x,y, dan z. Peranannya akan saling bergantian berkaitan dengan potongan yang dipilih yaitu aksial, sagital atau coronal. Gradien ini digunakan untuk memvariasikan medan pada pusat magnet yang

terdapat tiga medan yang saling tegak lurus antara ketiganya (x,y,z).

Kumparan gradien dibagi 3, yaitu :

- 1.) Kumparan gradien pemilihan irisan (slice) – Gz
- 2.) Kumparan gradien pemilihan fase encoding – Gy
- 3.) Kumparan gradien pemilihan frekuensi encoding - Gx

b. Koil Radio Frekuensi

Koil radio frekuensi (RF Coil) terdiri dari 2 yaitu koil pemancar dan koil penerima. Koil pemancar berfungsi untuk memancarkan gelombang radio pada inti yang terlokalisir sehingga terjadi eksitasi, sedangkan koil penerima berfungsi untuk menerima sinyal output setelah proses eksitasi terjadi. Koil RF dirancang untuk sedekat mungkin dengan obyek agar sinyal yang diterima memiliki amplitudo besar.

Beberapa jenis koil RF diantaranya :

- 1.) Koil Volume (*Volume Coil*)
- 2.) Koil Permukaan (*Surface Coil*)
- 3.) Koil Linier
- 4.) Koil Kuadrat
- 5.) Phase Array Coil

3. Sistem Komputer

Sistem komputer bertugas sebagai pengendali diri dari sebagian besar peralatan MRI. Dengan kemampuan piranti lunak yang besar computer mampu melakukan tugas-tugas multi (multi tasking), diantaranya adalah operator input, pemilihan slice, control system gradien, kontrol sinyal

RF dan lain-lain. Komputer juga berfungsi untuk mengolah sinyal hingga menjadi citra MRI yang dapat dilihat pada layar monitor, disimpan ke dalam piringan magnetik, atau bisa langsung dicetak.

2.1.3 Parameter MRI

Menurut Westbrook (2019) Parameter MRI (*Magnetic Resonance Imaging*) sebagai berikut:

1. Parameter waktu (*pulse timing parameters*)

Parameter waktu terdiri dari Time Repetition (TR) dan Time Echo (TE). *Time Repetition* (TR) adalah interval waktu antara pengulangan dua pulsa yang sama, sedangkan *Time Echo* (TE) adalah interval waktu dari saat terakhir eksitasi pulsa RF diberikan sampai terdeteksinya puncak sinyal ekho gradien. Pada teknik gradien ekho, TR dan *flip angle* (FA) mengontrol sejumlah T1 relaksasi yang terjadi sebelum pulsa berikutnya diaplikasikan. Sementara TE mengontrol T2* sebelum *echo gradien* ditangkap koil. Berbeda dengan T2, T2* adalah peluruhan magnetisasi transversal yang sangat dipengaruhi oleh medan magnet luar dan disperse magnetik. Nilai T2* selalu lebih kecil dari pada T2

2. *Flip angel = flip angel* (FA)

Flip angel adalah sudut yang ditempuh *Net Magnetisation Vector* (NMV) pada waktu relaksasi. Nilai FA akan mempengaruhi kekontrasan gambar, dimana besar kecilnya dapat dibagi menjadi:

a. *Flip angel* kecil ($5^\circ - 30^\circ$)

Flip angel kecil menghasilkan magnetisasi longitudinal besar setelah aplikasi pulsa RF sehingga dapat mepersingkat waktu. Sudut kecil juga menyebabkan magnetisasi transversal bernilai kecil sehingga komponen steady state kecil pula. Steady State merupakan kondisi dimana TR lebih pendek dari waktu T1 dan T2 tissue. Keadaan seperti ini akan mengurangi pembobotan T2*. Hasil gambar lebih didominasi oleh pembobotan Proton Density (PD) jika TR panjang dan TE pendek. Oleh karena itu untuk memperoleh pembobotan T2* TR dan TE harus panjang.

b. *Flip angel* besar

Flip angel besar ($70^\circ - 110^\circ$), menghasilkan perbedaan T1 karakteristik dua jaringan dengan baik. Untuk memperoleh pembobotan T1 maka perbedaan T1 jaringan harus maksimal dan perbedaan T2 nya harus minimal.

c. *Flip angel* sedang ($30^\circ - 60^\circ$)

Jika pada pembobotan T1 memerlukan FA yang besar, maka pada pembobotan T2* diperoleh dengan peningkatan steady state. Jika TR pendek (+ 10 milidetik) maka NMV tidak cukup untuk melakukan peluruhan magnetisasi transversal sebelum pulsa berikutnya. Sehingga sisa magnetisasi transversal berkontribusi terhadap sinyal berikutnya. TR pendek meningkatkan pembobotan T2*, sedangkan TE yang pendek akan mengurangi pembobotan T2*.

3. Matrix

Matriks adalah jumlah elemen gambar (piksel) dalam satu FOV (*field of view*). Ukuran matriks ditentukan oleh dua sisi gambar, yaitu sisi yang berhubungan dengan jumlah sampel frekuensi yang diambil, dan sisi yang berhubungan dengan fase enkoding yang dibentuk. Misalnya matrik 256 x 192, ini berarti bahwa ada 256 sampel frekuensi yang diambil selama readout dan sebanyak 192 fase enkoding yang dibentuk. Banyaknya sampel frekuensi dan fase enkoding menentukan banyaknya piksel dalam FOV. Matriks kasar memiliki sedikit piksel dalam FOV, sedangkan matriks halus berarti banyak piksel dalam FOV.

4. Number of Excitation (NEX)

NEX adalah nilai yang menunjukkan jumlah kelipatan data yang dicatat selama akuisisi dengan amplitudo dan fase enkoding yang sama. NEX mengontrol sejumlah data yang masing-masing disimpan dalam lajur K space. Data tersebut terdiri dari sinyal dan derau (*noise*). Sinonim NEX adalah NSA, Nacq = NA (number of acquisition) atau average.

K space merupakan area frekuensi spasial dimana sinyal berupa frekuensi yang berasal dari pasien akan disimpan. K space berbentuk segiempat dimana sisi horizontal adalah sumbu fase sedangkan sisi vertikal adalah sumbu frekuensi. Dalam K space frekuensi diukur dengan satuan radians per cm.

5. Bandwidth

Bandwidth adalah frekuensi audible yang berada pada rentang frekuensi RF. Frekuensi bandwidth akan dimodulasikan pada center frequency pulsa RF yang akan dikirimkan ke pasien pada center Larmor frequency untuk menentukan ketebalan potongan.

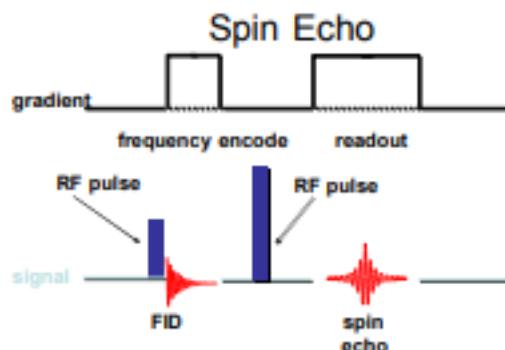
2.1.4 Sequence MRI

Menurut Westbrook (2019) ada beberapa *sequence* pada MRI (Magnetic Resonance Imaging) sebagai berikut :

1. *Spin echo* (SE)

- a. Pengertian *Spin echo*

Spin echo konvensional adalah *sequence* yang paling banyak digunakan pada pemeriksaan MRI. Pada *spin echo* konvensional, segera setelah pulsa RF 90 diberikan, sebuah Free Induction Decay segera terbentuk. Dengan menggunakan kekuatan radio frekuensi yang sesuai, akan terjadi transfer NMV bersudut 90 kemudian diikuti dengan rephasing pulse bersudut 180



Gambar 2. 1 Urutan *sequence* pada *pulse sequence spin echo* (Westbrook, 2019)

b. Parameter *spin echo*

- 1.) *Time Echo* (TE) adalah waktu antara eksitasi pulsa dengan echo yang terjadi.
- 2.) *Time Repetition* (TR) adalah waktu antara masing-masing eksitasi pulsa.

Waktu relaksasi T1 berkaitan kembalinya NMV ke posisi asal sudut 90. Dengan memvariasikan TR dan TE, *sequence* dapat digunakan untuk menandai kontras T1 atau T2 atau hanya untuk melihat spin density. Perpaduan antara TR dan TE dengan nilai-nilai T1 dan T2 yang dimiliki oleh jaringan inilah yang menyebabkan terjadinya pembobotan weighting. Jika digunakan TE panjang, maka perbedaan waktu T2 pada jaringan akan menjadi tampak. Jaringan dengan T2 yang panjang (misalnya air) akan membutuhkan waktu yang lebih panjang untuk meluruh (mengalami decay) sehingga sinyalnya akan tampak lebih terang pada citra dibandingkan sinyal dari jaringan dengan T2 yang pendek (lemak). Dengan cara yang sama, TR mengontrol kontras T1, maka jaringan dengan T1 panjang (air) akan membutuhkan waktu yang lebih panjang untuk kembali ke nilai magnetisasi semula. Oleh karena itu dengan T1 panjang akan membuat jaringan tampak lebih gelap dibandingkan jaringan dengan T1 pendek (lemak). Secara ringkas, pembobotan T2 membutuhkan TE dan TR panjang, pembobotan T1 membutuhkan TE dan TR pendek, sedangkan pada proton density membutuhkan TE pendek dan TR yang panjang.

2. *Fast Spin echo* (FSE)

a. Pengertian

Fast spin echo adalah *spin echo* tapi dengan waktu scanning yang dipersingkat. Waktu scanning dipersingkat dengan melakukan lebih dari satu phase encode per TR yang dikenal dengan echo Train Length yakni aplikasi beberapa RF pulse per TR dan pada masing-masing rephasing atau refocusing dihasilkan satu echo sehingga dapat melakukan phase encode yang lain.

b. Parameter

1.) *Echo Train Length* (ETL)

Yaitu jumlah rephasing pulsa atau multiple pulsa 180 dalam setiap TR. Nilai ETL atau turbo factor yang dapat digunakan saat ini berkisar antara 2 sampai dengan 32.

2.) *Echo Train Spacing* (ETS) dan *effective Time Echo* (ETE)

Yaitu waktu antara echo atau antar pulsa 180 atau waktu interval antara aplikasi RF 180 pada FSE. Biasanya nilai ETS berkisar antara 16 – 20 ms. Effective TE yaitu waktu antara echo dan pulsa RF yang menyebabkannya.

3. *Inversion Recovery* (IR)

a. Pengertian

Inversion recovery (IR) merupakan variasi *sequence* dari *spin echo sequence*. *Inversion recovery* memberikan gambaran dengan T1 weighting yang lebih gelap. Basic *sequence* nya 180 – 90 – 180, waktu

yang diperlukan dari aplikasi 180 ke 90 dikenal dengan *Time Inversion* (TI) atau TAU. Kontras gambar tergantung pada panjang pendeknya TI.

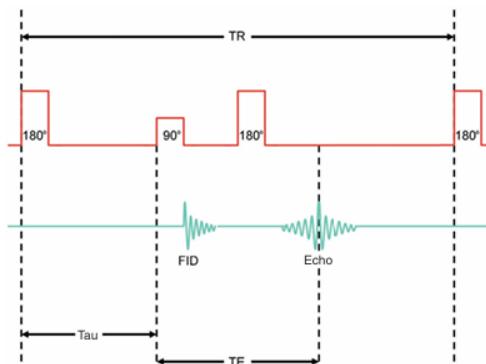
b. Macam macam *Inversion Recovery* (IR)

1.) *Short Tau Inversion Recovery* (STIR) STIR merupakan pulsa sequence *Inversion Recovery* yang menekan lemak dengan Time Inversion (TI)= $T_1 \ln 2$, dimana sinyal dari lemak adalah nol. Biasanya pada T_1 lemak akan tampak terang, sedangkan pada STIR lemak akan tampak gelap. Parameter STIR :

- a) Short TI = 150 – 175 ms
- b) Short TE = 10 – 30 ms
- c) Long TR = 2000 ms +
- d) Scan time = 5 – 15 menit
- e) Bila dengan FSE, waktunya akan lebih singkat.

STIR memberikan beberapa keunggulan dibandingkan teknik penekanan lemak lainnya, seperti saturasi lemak selektif secara spectral, pulsa spectral spasial, dan metode Dixon. STIR didasarkan pada perbedaan waktu relaksasi T_1 antara air dan lemak, bukan pergeseran kimianya. Oleh karena itu, STIR tidak sensitif terhadap ketidakhomogenan medan B_0 . Selain itu, STIR cukup efektif untuk menekan lemak pada medan magnet rendah (misalnya, <1,0 T) di mana pergeseran kimiawi yang menurun (dalam hertz) membuat pulsa RF selektif secara spectral sulit digunakan. STIR tidak memerlukan koreksi fase dan tidak mengalami gangguan dalam

menentukan polaritas sinyal relatif antara air dan lemak. Karena keunggulan ini, STIR tetap menjadi metode yang populer untuk penekanan lemak dalam praktik klinis (Bernstein, King, Dan Zhou, 2004).



Gambar 2. 2 Urutan *sequence Inversion Recovery*
(Westbrook, 2019)

Konsep terbentuknya *sequence* STIR menurut Westbrook (2019) :

1. *Pulsa Inversi 180°*
 - a. Membalik magnetisasi longitudinal dari arah +Z ke -Z untuk semua jaringan (termasuk lemak dan air).
 - b. Setelah pulsa ini, magnetisasi mulai berlaksasi menuju kesetimbangan (+Z) dengan waktu relaksasi T1.

2. Pemilihan *Time Inversion* (TI)

TI = waktu saat magnetisasi lemak melewati *null point* (nilai nol).

Nilai TI pada *sequence* STIR 150 – 175 ms.

3. *Pulsa Eksitasi 90°*

- a. Ketika magnetisasi lemak melewati null point ($M_z = 0$), pulsa 90° diberikan sehingga jaringan lemak tidak menghasilkan sinyal.

- b. Jaringan dengan T1 lebih panjang (misal: edema, inflamasi) masih memiliki magnetisasi negatif dan memberikan sinyal.

4. Pembacaan Sinyal (*Spin Echo/Gradient Echo*)

- a. Sinyal yang terdeteksi terutama berasal dari jaringan non-lemak (misal: edema, cairan).

2.) *Fluid Attenuated Inversion Recovery (FLAIR)*

FLAIR merupakan pulsa *sequence Inversion Recovery* yang menekan cairan. FLAIR menggunakan long TI untuk bisa menjadikan air nol. Cairan biasanya akan tampak terang pada T2 SE, sedangkan pada FLAIR cairan akan tampak gelap pada T2.

Parameter FLAIR :

- a) Long TI = 1700 – 2200 ms
- b) Long TE atau Short TE tergantung dengan pembobotannya.
- c) Long TR = 6000 ms +
- d) Scan Time = 13 – 20 menit.

2.1.5 Kualitas Citra MRI

1. *Signal to Noise Ratio (SNR)*

SNR didefinisikan sebagai rasio amplitudo sinyal yang diterima terhadap amplitudo rata-rata *noise* latar belakang. Sinyal adalah tegangan yang diinduksikan dalam kumparan penerima oleh prosesi magnetisasi koheren pada bidang transversal pada, atau sekitar, waktu TE. Noise mewakili frekuensi yang ada secara acak dalam ruang dan waktu. Tujuan mengoptimalkan SNR adalah untuk membuat kontribusi dari sinyal lebih besar daripada *noise*. Karena sinyal

dapat diprediksi dan *noise* tidak, hal ini biasanya berarti menggunakan langkah-langkah yang meningkatkan sinyal relatif terhadap *noise*, daripada mengurangi *noise* relatif terhadap sinyal (Westbrook, 2019).

2. *Contrast to Noise Ratio (CNR)*

CNR didefinisikan sebagai perbedaan SNR antara dua area yang berdekatan. Hal ini dikontrol oleh faktor yang sama yang mempengaruhi SNR. CNR mungkin merupakan faktor yang paling penting yang mempengaruhi kualitas gambar, karena secara langsung menentukan kemampuan mata untuk membedakan area dengan sinyal tinggi dari area dengan sinyal rendah. Karena kontras gambar bergantung pada parameter intrinsik dan ekstrinsik, faktor-faktor ini juga memengaruhi CNR. Dari sudut pandang praktis, CNR ditingkatkan dengan cara berikut ini: Amplitudo sinyal diubah dengan beberapa cara termasuk menggunakan TR yang panjang, TE yang pendek, sudut balik yang besar, dan koil yang baik. *Noise* bersifat acak dan sebagian besar tidak dapat diubah meskipun ketika menggunakan *bandwidth* penerimaan yang sempit, frekuensi *noise* lebih sedikit yang disampel. Oleh karena itu, SNR biasanya ditingkatkan dengan meningkatkan sinyal relatif terhadap *noise* dan bukan sebaliknya (Westbrook, 2019).

3. *Spatial Resolution*

Resolusi spasial adalah kemampuan untuk membedakan antara dua titik yang terpisah dan berbeda, dan dikontrol oleh ukuran *voxel*. *Voxel* kecil menghasilkan resolusi spasial yang tinggi, karena struktur kecil mudah dibedakan. Sebaliknya, *voxel* yang besar menghasilkan resolusi spasial yang

rendah, karena struktur kecil tidak dapat diselesaikan dengan baik. Pada *voxel* besar, intensitas sinyal individu dirata-ratakan bersama-sama dan tidak direpresentasikan sebagai hal yang berbeda di dalam *voxel*. Ini disebut voluming parsial. Ukuran *voxel* dipengaruhi oleh *slice thickness, FOV, number of pixels or image matrix* (Westbrook, 2019).

4. Scan Time

Scan time adalah waktu untuk menyelesaikan akuisisi data atau waktu untuk mengisi *k-space*. *Scan time* sebanding dengan yang berikut ini:

- a. TR. Waktu setiap pengulangan atau waktu antara mengisi laci atau baris yang berurutan. Meningkatkan TR akan meningkatkan waktu pemindaian dan sebaliknya.
- b. *Matriks* fase. Jumlah langkah pengodean fase menentukan jumlah baris *k-space* atau jumlah laci yang diisi dengan data untuk menyelesaikan pemindaian. Meningkatkan *matriks* fase meningkatkan waktu pemindaian dan sebaliknya.
- c. NSA. Berapa kali data dikumpulkan dengan kemiringan gradien pengodean fase yang sama atau berapa kali setiap laci atau baris diisi dengan data. Meningkatkan NSA akan meningkatkan waktu pemindaian dan sebaliknya.

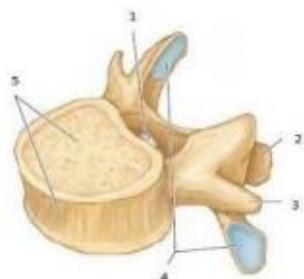
Optimalisasi waktu pemindaian penting, karena waktu pemindaian yang lama memberikan lebih banyak kesempatan kepada pasien untuk bergerak selama akuisisi. Setiap gerakan pasien kemungkinan besar akan menurunkan kualitas gambar. Karena beberapa irisan dipilih selama akuisisi volumetrik dua

dan tiga dimensi, gerakan selama jenis pemindaian ini memengaruhi semua irisan. Selama akuisisi berurutan, gerakan pasien memengaruhi irisan yang diperoleh saat pasien bergerak (Westbrook, 2019).

2.2 Anatomi Lumbal

Menurut Moore (2015) Tulang belakang pada orang dewasa secara khas terdiri dari 33 tulang yang tersusun dari lima region yaitu 7 ruas vertebrae cervical, 12 ruas vertebrae thoracal, 5 ruas vertebrae lumbal, 5 ruas vertebrae sacrum, dan 4 ruas vertebrae coccygeus. Dari 9 vertebrae inferior, 5 vertebrae sacrum pada orang dewasa menyatu membentuk coccyx. Normalnya ukuran dan ciri khas tulang belakang bervariasi untuk setiap regio, namun struktur dasarnya sama (Moore, 2015).

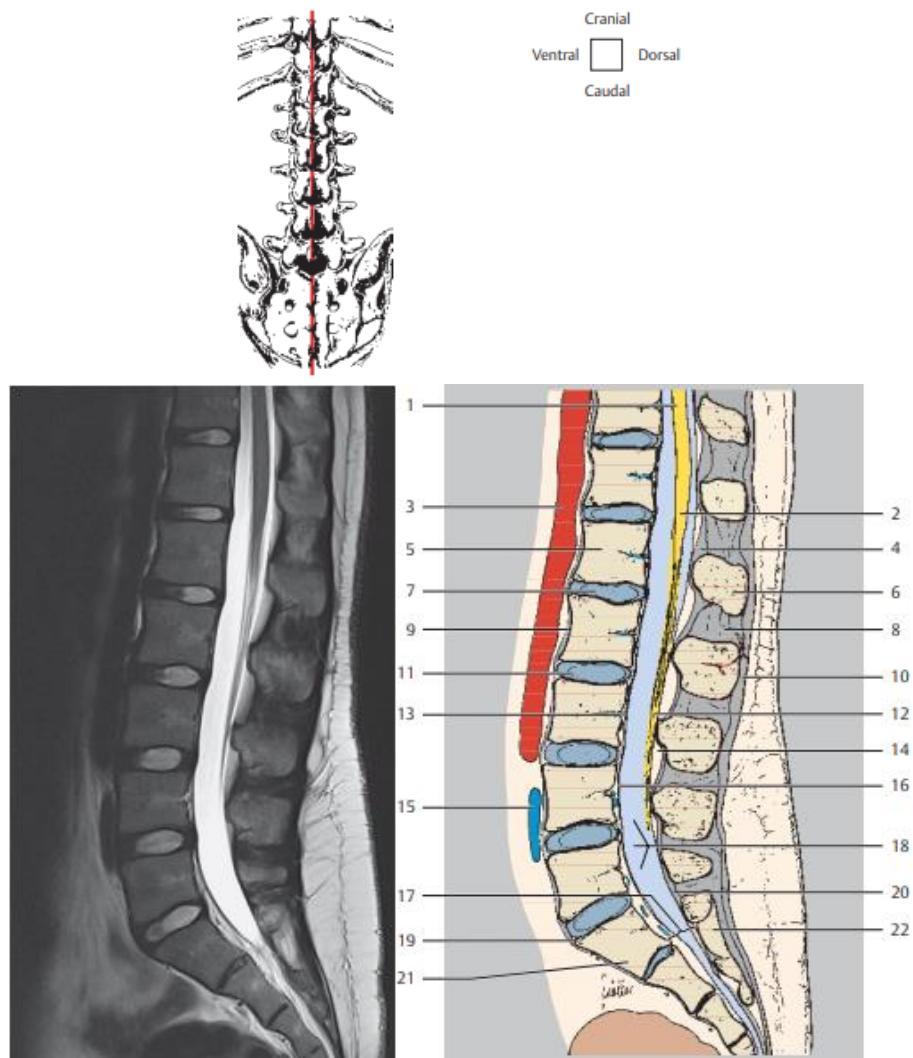
Vertebra lumbal terletak di punggung bawah di antara thoraks dan sacrum. Karena berat yang kita topang semakin bertambah ke ujung inferior kolumna vertebra. Vertebra lumbal memiliki korpus yang kuat, yang menjelaskan ketebalan tubuh di bidang median. Vertebra Lumbal 5 (L5) merupakan vertebra terbesar dari semua vertebra (Moore, 2015).



Keterangan gambar :

1. *Vertebral foramen triangularis*
2. *Spinous process*
3. *Transverse Processes*
4. *Articular facets medially and lateraly*
5. *Column*

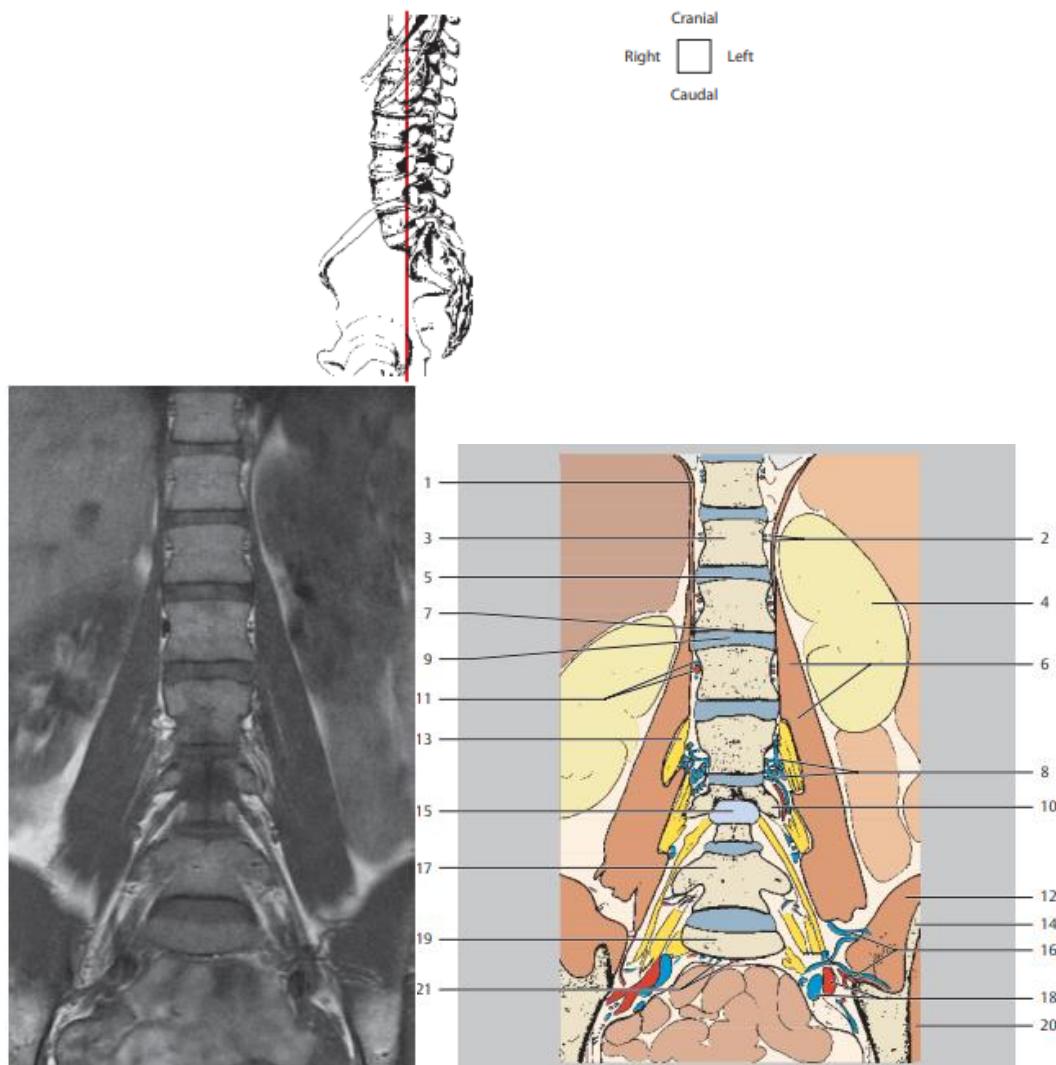
Gambar 2. 3 Anatomi vertebre lumbal
(Moore, 2015)



Gambar 2. 4 Anatomie vertebre lumbal sagittal
(Moeller dan Reif, 2001)

Keterangan gambar :

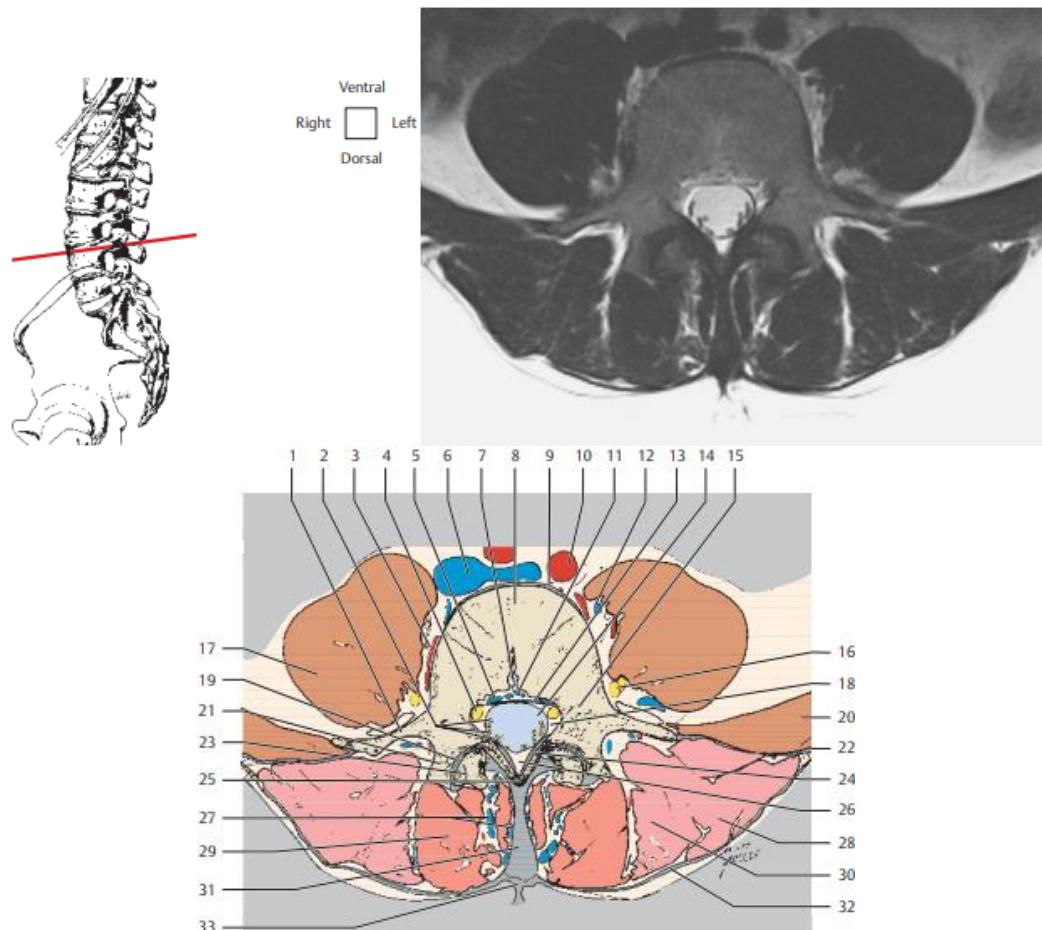
1. Spinal cord
2. Conus medullaris
3. Abdominal aorta
4. Ligamentum flavum
5. Lumbar vertebral body L1
6. Spinous process L1
7. Intervertebral disk L1/L2 (nucleus pulposus)
8. Interspinous ligament
9. Anterior longitudinal ligament
10. Supraspinous ligament
11. Intervertebral disk L2/L3 (annulus fibrosus)
12. Cauda equina
13. Basivertebral vein
14. Epidural fatty tissue
15. Left common iliac vein
16. Posterior longitudinal ligament
17. Sacral canal
18. Thecal sac (lumbar cistern)
19. Promontory of sacrum
20. Dura mater
21. Sacrum (S1)
22. Median sacral crest



Gambar 2.5 Anatomi vertebre lumbal coronal
(Moeller dan Reif, 2001)

Keterangan gambar :

1. Diaphragm (lumbar part)
2. Posterior intercostal artery and vein
3. Thoracic vertebral body T12
4. Left kidney
5. Superior vertebral endplate L1
6. Psoas major muscle
7. Inferior vertebral endplate L1
8. Anterior external vertebral venous plexus
9. Intervertebral disk L1/L2 (anulus fibrosus)
10. Transverse process L4
11. Lumbar artery and vein
12. Iliacus muscle
13. Lumbar plexus
14. Ilium
15. Thecal sac (lumbar cistern)
16. Iliolumbar artery and vein
17. Lumbar vertebral body L5
18. Internal iliac artery and vein
19. Promontory of sacrum
20. Gluteus medius muscle
21. Median sacral artery and vein



Gambar 2. 6 Anatomi vertebre lumbal axial
(Moeller dan Reif, 2001)

Keterangan gambar :

- | | |
|--|---|
| 1. Costal process | 20. Quadratus lumborum muscle |
| 2. Nerve filaments | 21. Superior articular process |
| 3. Lumbar artery | 22. Thoracolumbar fascia (anterior layer) |
| 4. Spinal ganglion in lateral recess L4 | 23. Inferior articular process |
| 5. Anterior internal vertebral venous plexus | 24. Ligamentum flavum |
| 6. Inferior vena cava (confluence) | 25. Posterior vertebral arch (lamina) |
| 7. Nutrient foramen | 26. Epidural fatty tissue (retrospinal/dorsal fatty triangle) |
| 8. Lumbar vertebral body L4 | 27. Posterior external vertebral venous plexus |
| 9. Anterior longitudinal ligament | 28. Erector spinae muscle (lateral tract: iliocostalis lumborum muscle) |
| 10. Left common iliac artery | |
| 11. Basivertebral vein | |
| 12. Ascending lumbar vein | |
| 13. Posterior longitudinal ligament | |
| 14. Thecal sac (lumbar cistern) | |

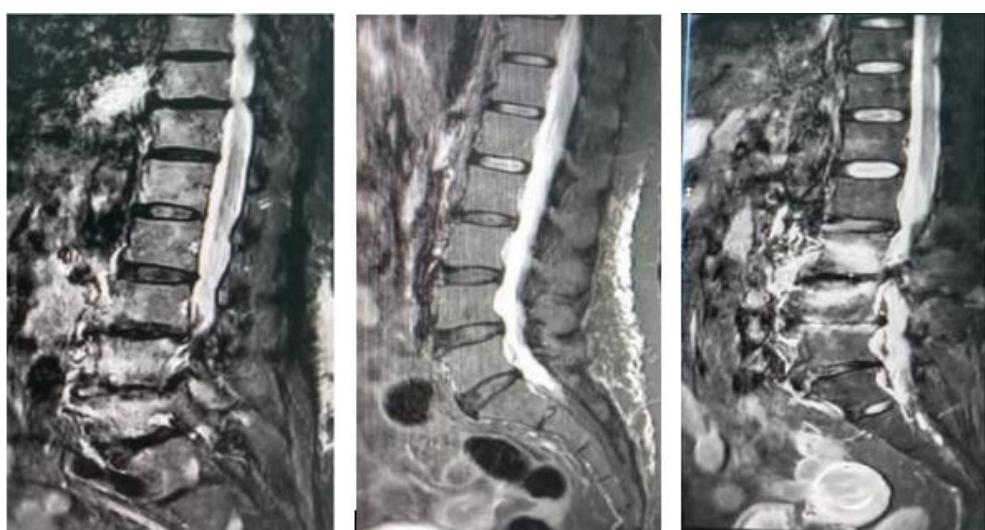
- 15. Interarticular portion L4
- 16. Spinal ganglion L3
- 17. Psoas major muscle
- 18. Spinal dura mater
- 19. Zygopophyseal joint
- 29. Erector spinae muscle (medial tract: multifidus muscle)
- 30. Erector spinae muscle (lateral tract: longissimus muscle)
- 31. Interspinous ligament
- 32. Thoracolumbar fascia (posterior layer)
- 33. Supraspinous ligament

2.3 Patologi Lumbar

Secara umum kelainan yang sering dijumpai pada pemeriksaan MRI Lumbar yaitu :

1. *Low Back Pain* (LBP)

LBP merupakan nyeri yang muncul pada area punggung bagian bawah, yang dapat bersifat lokal maupun disertai nyeri radikuler, atau keduanya sekaligus. Kondisi ini biasanya terjadi akibat iritasi atau penekanan pada satu atau beberapa radiks saraf lumbosakralis, dan dapat disertai gejala seperti kelemahan fungsi motorik, gangguan sensorik, serta penurunan refleks fisiologis (Aprisandi, dan Silaban, 2023).



Gambar 2. 7 Sequence STIR klinis LBP
(Sebayang et al, 2023)

2. Hernia Nukleus Pulposus (HNP)

HNP merupakan suatu keadaan dimana bagian nukleus pulposus yang terbuat dari material yang berbentuk gel dalam spinal cord keluar dari anulus fibrosus atau bagian yang melindunginya, kondisi ini menyebabkan adanya penonjolan kedalam kanalis spinalis sehingga menyebabkan nyeri menjalar ke tungkai bawah yang di timbulkan oleh karena penekanan pada saraf spinalis. (Hatlah, 2021).



Gambar 2. 8 Sequence STIR klinis HNP
(Agriliani et al, 2023)

2.4 Teknik Pemeriksaan MRI Lumbal

a. Indikasi

- 1) Kompresi
- 2) Disritisme spinal (untuk menilai cord termination, syrinx, diastematomyelia)
- 3) Nyeri punggung bawah

4) Discitis

b. Persiapan alat

Alat yang digunakan dalam pemeriksaan MRI Lumbosacral adalah posterior spinal coil atau multi-coil array spinal coil, alat imobilisasi, penutup telinga (headphone/earplugs) (Westbrook, 2014).

c. Persiapan pasien

Pasien diminta buang air kecil terlebih dahulu, agar kandung kemih kosong, Jelaskan prosedur pemeriksaan kepada pasien, Berikan pelindung telinga, Pasien diminta untuk melepaskan benda yang mengandung logam (alat bantu pendengaran, jepit rambut, celana, ikat pinggang, bra, perhiasan, dll)

d. Posisi Pasien

Pasien diposisikan supine dengan kepala lurus, longitudinal alignment pada MSP, strep dan bantalan digunakan sebagai alat imobilisasi (Westbrook, 2014)

e. Teknik pemeriksaan Menurut Westbrook (2014)

1.) Localizer

Pemeriksaan MRI Lumbosacral terdapat localizer dimana hal tersebut dilakukan dengan dua potongan yaitu coronal dan sagital.

2.) Coronal

Irisan Sedang, dari aspek posterior dari spinous ke atas anterior dari vertebrae, dari daerah konus ke sacrum masuk dalam gambar.

3.) Sagital

Irisan sedang, batas dari kiri ke lateral kanan vertebrae, daerah dari konus ke sacrum masuk dalam gambar.

4.) Scanning

(a) Sagital SE/FSE T1

Irisan tipis, dari kiri ke batas kanan lateral dari vertebra, daerah dari konus ke sacrum masuk dalam gambar.



Gambar 2. 9 Sagital FSE T1
(Westbrook, 2014)

(b) Sagital SE/FSE T2

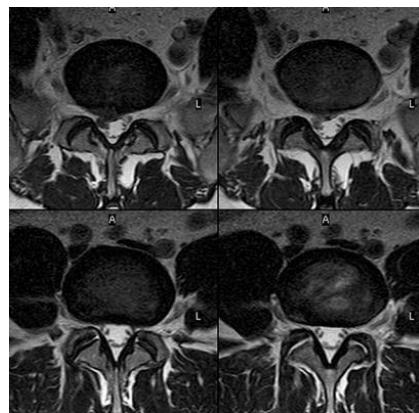
Irisan tipis, dari kiri ke batas kanan lateral dari vertebrae, daerah konus sampai sacrum masuk dalam gambaran.



Gambar 2. 10 Sagital FSE T2
(Westbrook, 2014)

(c) Axial/Oblique SE/FSE T1/T2

Irisan tipis, irisan yang diambil disudutkan searah dengan celah diskus mulai dari lamina atas sampai lamina bawah.



Gambar 2. 11 Axial FSE T2
(Westbrook, 2014)

(d) Coronal SE/FSE

Irisan tipis, diambil dari depan ke belakang posterior vertebrae, bagian konus sampai sacrum masuk dalam gambaran

(e) STIR

Irisan tipis, dari kiri ke batas kanan lateral dari vertebrae, daerah konus sampai sacrum masuk dalam gambaran. STIR dapat digunakan untuk memvisualisasikan kelainan sumsum tulang dengan lebih baik.

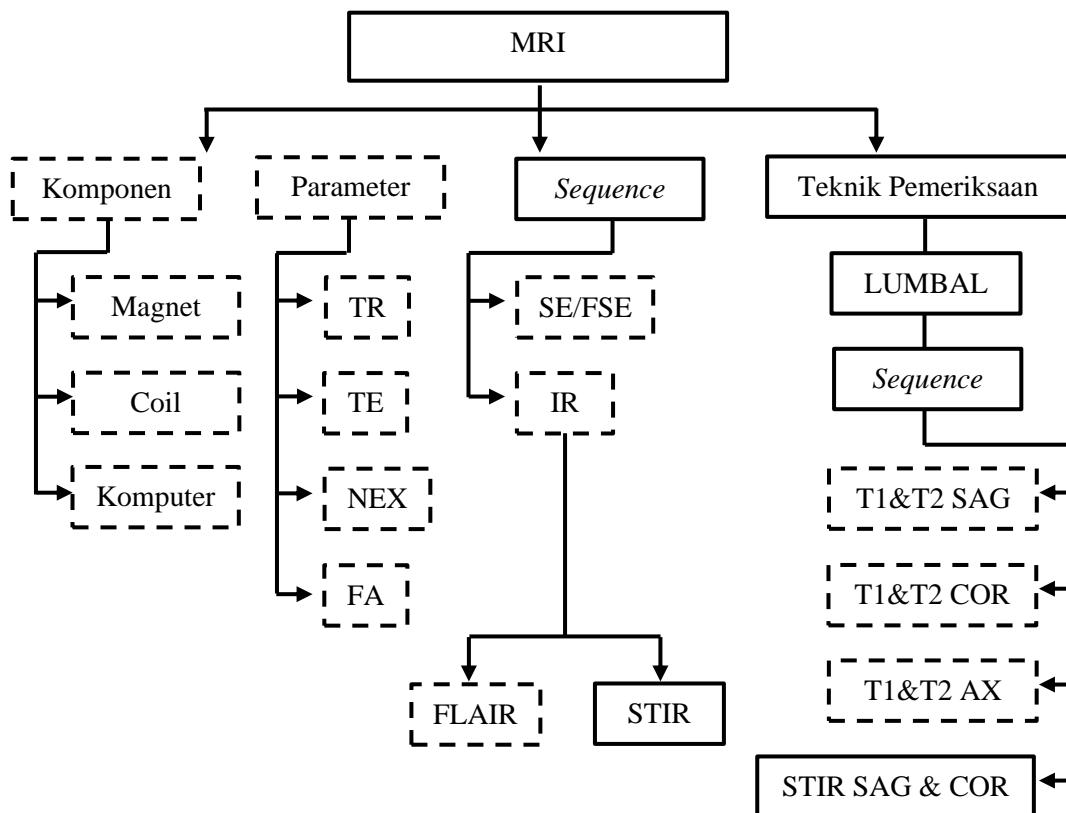
Parameter STIR

TR	2000 ms+
TE	10-30
TI	150-175
FA	180°
Slice Thickness	4 mm

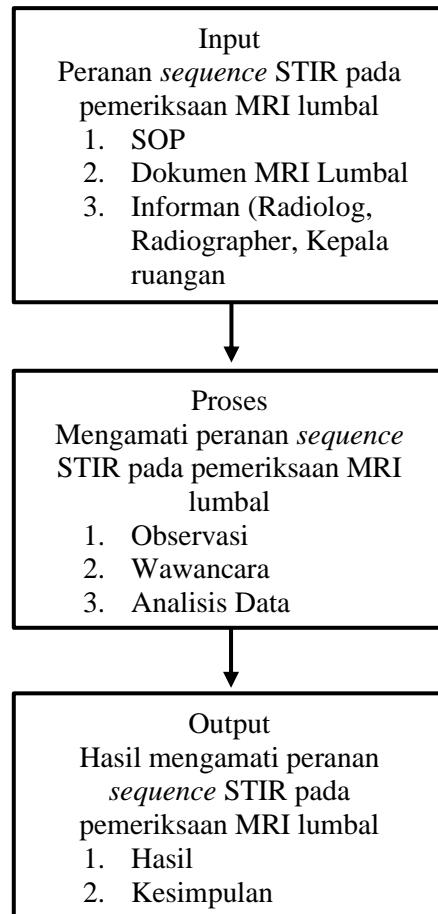


Gambar 2. 12 Sagital STIR
(Westbrook, 2014)

2.5 Kerangka Teori



2.6 Kerangka Konsep



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan dalam karya tulis ilmiah ini adalah studi deskriptif melalui pendekatan kualitatif . Metode penelitian deskriptif adalah metode yang digunakan untuk menganalisis peristiwa yang terjadi pada saat penelitian berlangsung, dilakukan untuk memperoleh gambaran mengenai keadaan pada masa sekarang atau yang sedang berlangsung, pada penelitian ini metode deskriptif digunakan dalam bentuk mewawancara radiographer untuk memaparkan peranan *sequence STIR* pada pemeriksaan MRI lumbal. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode deskriptif. Penelitian kualitatif bertujuan untuk memahami fenomena secara mendalam melalui pengumpulan data berupa kata-kata, gambar, atau dokumen (Sugiyono, 2020).

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Universitas Andalas pada bulan Agustus 2025 – selesai.

3.3 Populasi dan Sampel

3.3.1 Populasi

Populasi dalam kualitatif tidak selalu berupa jumlah individu, tetapi bisa berupa peristiwa, dokumen, atau situasi yang menjadi sumber data. Populasi dalam penelitian kualitatif merujuk pada keseluruhan subjek, fenomena, atau konteks sosial yang relevan dengan fokus penelitian (Sugiyono, 2020).

Populasi dalam penelitian ini meliputi :

1. Semua pasien pemeriksaan MRI lumbal dengan klinis LBP atau HNP dalam bulan Agustus.

3.3.2 Sampel

Sampel dalam penelitian kualitatif dipilih secara non-random dengan teknik purposive sampling. Tujuannya adalah mendapatkan informan kunci (*key informants*) yang paling memahami masalah penelitian. *Purposive sampling* adalah salah satu teknik pengambilan sampel non-probabilitas di mana peneliti memilih sampel berdasarkan kriteria atau tujuan tertentu yang sesuai dengan fokus penelitian (Sugiyono, 2020). sampel diambil secara purposive sampling dengan kriteria:

1. Kriteria Inklusi

Kriteria Inklusi Adalah kriteria atau ciri-ciri yang perlu dipenuhi oleh setiap anggota populasi yang dapat diambil sebagai sampel (Sugiyono, 2020).

Kriteria inklusi dalam penelitian ini yaitu :

- a. Pasien MRI lumbal yang telah menjalani pemeriksaan dalam bulan agustus.
- b. Pasien dengan diagnose klinis LBP atau HNP
- c. Menggunakan *sequence STIR*
- d. Gambar MRI lumbal yang kualitasnya baik (tidak ada artefak)

2. Kriteria Eksklusi

Kriteria eksklusi merupakan ciri-ciri anggota populasi yang tidak dapat diambil sampel (Sugiyono, 2020). Kriteria eksklusi dalam penelitian ini yaitu:

- a. Data pasien MRI lumbal yang telah menjalani pemeriksaan 6 bulan terakhir
- b. Pasien memiliki diagnose klinis tumor tulang belakang
- c. Gambar MRI lumbal yang jelek (adanya artefak)

Jumlah sampel ditentukan berdasarkan prinsip saturation, yaitu hingga tidak ditemukan informasi baru (Sugiyono, 2020). Jumlah sampel minimal 1 pasien atau hingga mencapai titik jenuh.

3.3.3 Informan Penelitian

Responden dalam penelitian kualitatif adalah informan kunci (key informants) yang memberikan data mendalam. Karakteristik responden meliputi:

- 1. Memiliki pengetahuan/pengalaman langsung terkait MRI lumbal *sequence STIR*.
- 2. Dapat mengungkapkan informasi secara komprehensif (memahami teknik STIR dan peranan STIR)
- 3. Radiografer yang bekerja di instalasi radiologi RS Universitas Andalas yang sudah memiliki Pendidikan Radiografer D-III/D-IV.

Pada penelitian ini penulis memilih informan atau responden sebanyak 4 orang yang terdiri dari :

- 1. Satu orang dokter radiologi Rumah Sakit Universitas Andalas.
- 2. Satu orang kepala ruangan Instalasi Radiologi Rumah Sakit Universitas Andalas.
- 3. Dua orang radiographer yang bertugas di MRI Rumah Sakit Universitas Andalas.

3.4 Instrumen Penelitian

Instrumen utama adalah peneliti sendiri sebagai alat pengumpul data melalui wawancara dan observasi. Panduan wawancara dan lembar observasi disusun berdasarkan tinjauan literatur sebelumnya, meliputi:

1. Panduan wawancara: Pertanyaan terbuka tentang peranan STIR dalam diagnosis LBP dan HNP.
2. Lembar Observasi: Mencatat prosedur teknis dan perilaku informan selama pemeriksaan.
3. Catatan Lapangan: Mendokumentasikan temuan selama penelitian (Sugiyono, 2020).
4. Alat perekam suara dan kamera untuk dokumentasi.

Untuk penunjang teknik pemeriksaan MRI lumbal di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Universitas Andalas, alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Pesawat MRI

Merk : Fujifilm

1,5 Tesla

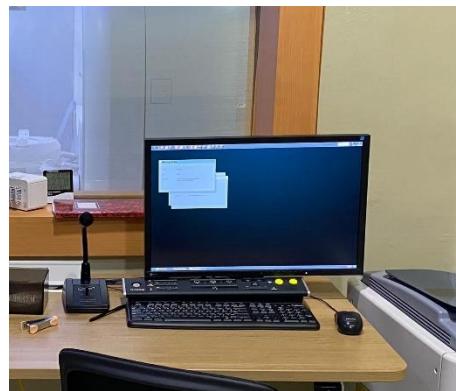


Gambar 3. 1 Pesawat MRI
(Dokumentasi RS Universitas Andalas)

Pesawat MRI merupakan yang menggunakan metode pencitraan dengan proses digital. Di rumah sakit Universitas Andalas menggunakan pesawat MRI dengan merk Fujifilm 1,5 Tesla

2. Komputer

Merk : Eizo



Gambar 3. 2 Komputer MRI
(Dokumentasi Universitas Andalas)

Komputer merupakan alat untuk melihat gambar atau irisan penampang tubuh melintang hasil dari pemindaian pesawat MRI

3. Printer

Merk : Fujifilm Dry Pix



Gambar 3. 3 Printer MRI
(Dokumentasi Universitas Andalas)

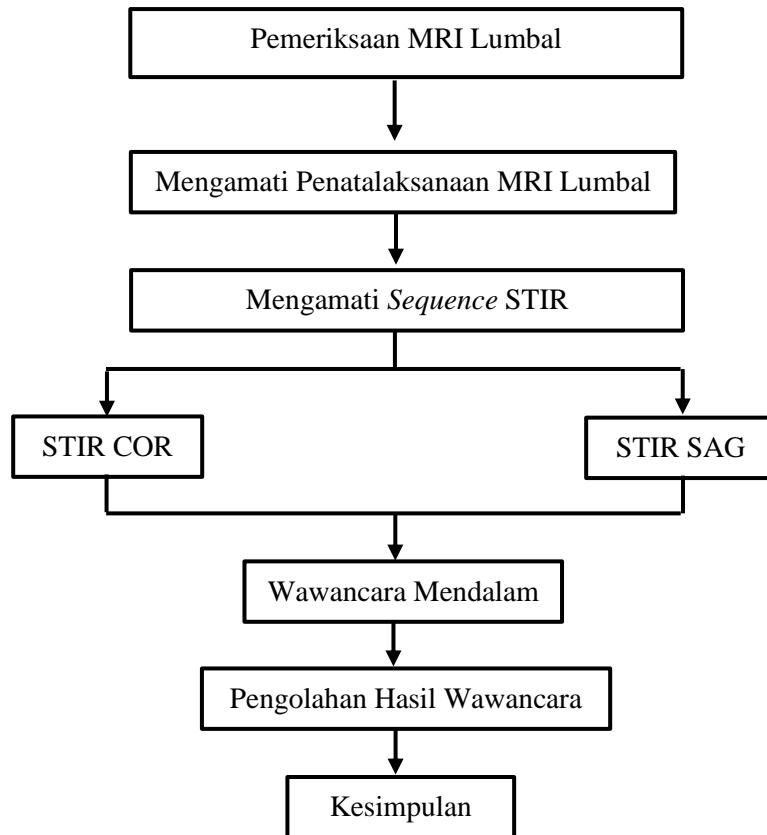
Printer merupakan alat pencetak. Dan di Instalasi Radiologi rumah sakit Di rumah sakit Islam Siti Rahmah Padang printer ini digunakan untuk mencetak hasil foto rontgen dan MRI

3.5 Langkah-langkah Penelitian

Langkah-langkah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan observasi awal RS Universitas Andalas sebelum melakukan penelitian
2. Mengurus surat izin penelitian di RS Universitas Andalas
3. Melakukan penelitian di Instalasi Radiologi RS Universitas Andalas
 - a. Mengamati penatalaksanaan MRI lumbal
 - b. Mengamati *sequence* STIR pada MRI lumbal
 - c. Mengumpulkan data MRI lumbal
4. Melakukan pengumpulan data melalui wawancara mendalam kepada Radiografer dan merekam wawancara
5. Melakukan pengolahan data hasil wawancara dari rekaman suara menjadi bentuk teks naratif dalam bentuk tabel
6. Analisa data jawaban hasil wawancara dengan teknik triangulasi sumber
7. Menyajikan hasil analisa data dalam bentuk teks naratif atau tabel
8. Penarikan kesimpulan berdasarkan pola yang muncul

3.6 Diagram Alur Penelitian



3.7 Teknik Pengumpulan Data

1. Wawancara Mendalam (*In-Depth Interview*)

Dilakukan secara semi-terstruktur dengan panduan pertanyaan terbuka, mencakup:

- a. Dilakukan dengan radiographer, Pertanyaan difokuskan pada pengalaman menggunakan *sequence STIR* dan manfaatnya dalam diagnosis.
- b. Keunggulan dan keterbatasan STIR dalam mendeteksi patologi lumbal.
- c. Setiap wawancara direkam
- d. Jumlah informan : Sampai mencapai titik jenuh (tidak ada informasi baru)

2. Observasi Partisipatif

- a. Peneliti mengamati langsung proses pemeriksaan MRI Lumbal dengan *sequence STIR*.
- b. Fokus observasi:
 - 1) Teknis penggunaan *sequence STIR* dalam pemeriksaan
 - 2) Interaksi antara radiografer dan pasien selama prosedur
- c. Dokumentasi : foto dokumentasi (jika diizinkan) untuk mendukung data

3. Studi Dokumen

- a. Jenis dokumen
 - 1) Gambar MRI Lumbal pasien dengan diagnosa LBP atau HNP yang telah menggunakan *sequence STIR*
 - 2) Protokol pemeriksaan MRI Lumbal di RS Universitas Andalas
 - 3) Catatan medis terkait (jika tersedia dan diizinkan)
 - 4) Literatur dan panduan teknis tentang *sequence STIR*

3.8 Pengolahan dan Analisis Data

3.8.1 Pengolahan Data

Peneliti mengolah data dengan cara mengumpulkan berbagai data untuk mendukung Karya Tulis Ilmiah ini, antara lain dengan cara observasi langsung ke rumah sakit universitas andalas dan melakukan wawancara terhadap informan tentang peranan *sequence STIR* pada pemeriksaan MRI lumbal, serta dokumentasi.

Triangulasi sumber untuk menguji kredibilitas suatu data dilakukan dengan cara melakukan pengecekan pada data yang telah diperoleh dari berbagai sumber data seperti hasil wawancara, arsip, maupun dokumen lainnya. Membandingkan dan

mengkaji konsistensi informasi yang diperoleh dari berbagai sumber informan (Sugiyono, 2020).

Pelaksanaan:

- 1) Membandingkan hasil wawancara dengan temuan observasi
- 2) Memverifikasi pernyataan informan dengan dokumen yang ada
- 3) Cross-check informasi antara berbagai sumber data

3.8.2 Analisis Data

Data dianalisis menurut Sugiyono (2020), dengan tahapan:

1. Reduksi Data : Menyeleksi data relevan dari transkrip wawancara, observasi, dan dokumen.
2. Penyajian Data : Menyajikan data dalam bentuk table atau narasi untuk memudahkan interpretasi.
3. Penarikan kesimpulan : Setelah data disajikan sebagai hasil penelitian, data yang ada dihubungkan dan dibandingkan dengan teori, yang selanjutnya ditarik kesimpulan.