

Analisis Pemeriksaan Mri Brain dengan Sekuens Axial 3D T2 Spair pada Klinis Vertigo

Marcelino Cristian Harman Palenkahu¹, Ni Putu Rita Jeniyanthi^{2*}, Dewa Ayu Cili Savitri³

¹Akademi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali, Denpasar, Indonesia

²Akademi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali, Denpasar, Indonesia;

³Rumah Sakit Baliméd Denpasar, Denpasar, Indonesia

*Corresponding author: ritaj0224atro@gmail.com

Abstrak: Penelitian ini bertujuan menganalisis prosedur pemeriksaan MRI Brain dengan sekuens Axial 3D T2 SPAIR pada klinis vertigo dan menilai perannya terhadap visualisasi anatomi CPA-IAC. Penelitian menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan studi kasus di unit radiologi rumah sakit tempat penelitian. Sampel kasus terdiri atas tiga pemeriksaan MRI Brain klinis vertigo yang telah dianonimkan, sedangkan responden terdiri atas tiga dokter radiologi dan dua radiografer MRI yang dipilih secara purposif. Data diperoleh melalui wawancara terstruktur, telaah SOP, parameter sekuens, citra, dan hasil ekspertise. Prosedur meliputi persiapan dan skrining keselamatan pasien, positioning supine pada head coil, stabilisasi kepala, localizer, sekuens standar MRI Brain, dan penambahan Axial 3D T2 SPAIR. Sekuens ini memiliki irisan 1 mm, akuisisi 3D, kontras T2, penekanan lemak, dan kemampuan rekonstruksi multiplanar untuk membantu menampilkan CPA-IAC, internal auditory canal, kompleks nervus VII-VIII, dan labirin. Tiga sampel menunjukkan variasi temuan sentral dan vaskular, tetapi tidak ditemukan massa CPA-IAC atau kelainan saraf kranialis yang tervisualisasi. Hasil menunjukkan bahwa Axial 3D T2 SPAIR meningkatkan keterbacaan anatomi CPA-IAC secara kualitatif, dengan kendala berupa gerakan pasien, mual, kecemasan, dan tambahan waktu pemeriksaan.

Kata kunci: axial 3D T2 SPAIR; CPA-IAC; MRI Brain; studi kasus; vertigo

Abstract: This study aimed to analyze the Brain MRI examination procedure using the Axial 3D T2 SPAIR sequence in patients with clinical vertigo and to assess its role in visualizing the CPA-IAC anatomy. A qualitative case study was conducted in the radiology unit of the study hospital. The case samples consisted of three anonymized Brain MRI examinations with clinical vertigo, while the respondents were three radiologists and two MRI radiographers selected purposively. Data were collected through structured interviews and review of the standard operating procedure, sequence parameters, MRI images, and radiology reports. The procedure included patient preparation and MRI safety screening, supine positioning in the head coil, head stabilization, localizer acquisition, standard Brain MRI sequences, and additional Axial 3D T2 SPAIR. The sequence used 1-mm slices, 3D acquisition, T2 contrast, fat suppression, and multiplanar reconstruction to support visualization of the CPA-IAC, internal auditory canal, cranial nerves VII-VIII, and labyrinth. The three samples showed varied central and vascular findings, but no CPA-IAC mass or abnormality of the visualized cranial nerves was reported. The findings indicate that Axial 3D T2 SPAIR qualitatively improves the readability of CPA-IAC anatomy, with patient motion, nausea, anxiety, and additional examination time as the main limitations.

Keywords: axial 3D T2 SPAIR; CPA-IAC; Brain MRI; case study; vertigo

Pendahuluan

Vertigo bukan diagnosis tunggal, melainkan gejala berupa sensasi berputar, rasa tubuh bergerak, atau lingkungan terasa bergerak padahal tidak ada gerakan nyata. Keluhan ini dapat disertai mual, muntah, nistagmus, gangguan keseimbangan, rasa penuh di telinga, tinnitus, gangguan pendengaran, atau gejala neurologis lain. Secara internasional, dizziness dan vertigo dilaporkan sebagai keluhan yang sering dijumpai pada praktik klinis; vestibular vertigo memiliki prevalensi tahunan sekitar 4,9% dan prevalensi seumur hidup sekitar 7,4%, sedangkan benign paroxysmal positional vertigo sebagai salah satu penyebab tersering memiliki prevalensi

seumur hidup sekitar 2,4% (Neuhauser, 2007; Neuhauser et al., 2005; von Brevern et al., 2007).

Pada tingkat nasional, Riskesdas 2018 belum menyajikan prevalensi vertigo sebagai indikator tersendiri. Meskipun demikian, Riskesdas tetap dapat digunakan untuk memberi konteks nasional yang berhubungan dengan indikasi MRI pada klinis vertigo, terutama ketika keluhan mengarah pada kemungkinan kelainan sentral atau audiovestibular. Riskesdas 2018 mencatat prevalensi stroke berdasarkan diagnosis dokter pada penduduk umur >15 tahun sebesar 10,9 per mil, sedangkan Riskesdas 2013 mencatat gangguan pendengaran pada penduduk umur >5 tahun sebesar 2,6% dan penurunan pendegaran 0,09% berdasarkan tes konversasi (Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, 2019; Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, 2013). Data tersebut tidak disamakan dengan prevalensi vertigo, tetapi relevan sebagai gambaran nasional karena vertigo yang memerlukan MRI umumnya berkaitan dengan kecurigaan kelainan sentral, seperti stroke sirkulasi posterior, atau keluhan audiovestibular seperti gangguan pendengaran unilateral dan tinnitus yang mengarahkan evaluasi posterior fossa dan CPA-IAC (Wang et al., 2024; American College of Radiology, 2024). Pada tingkat lokal penelitian, data pra-survei di Unit Radiologi RS Baliméd Denpasar menunjukkan pemeriksaan MRI Brain sekitar 10 pemeriksaan per minggu, dengan 1-2 pemeriksaan per minggu berindikasi klinis vertigo. Dengan perhitungan sederhana, proporsi klinis vertigo pada pemeriksaan MRI Brain di lokasi penelitian berkisar 10%-20% per minggu, dengan rerata sekitar 15% dari pemeriksaan MRI Brain mingguan.

Secara klinis, vertigo perlu dibedakan menjadi vertigo perifer dan vertigo sentral. Vertigo perifer umumnya berasal dari labirin, kanal semisirkularis, organ otolit, atau nervus vestibularis perifer. Contohnya adalah benign paroxysmal positional vertigo, vestibular neuritis, penyakit Meniere, dan sebagian kasus migrain vestibular. Vertigo perifer sering bersifat episodik, dipicu perubahan posisi, disertai mual, muntah, nistagmus horizontal-torsional, tinnitus, atau gangguan pendengaran. Sebaliknya, vertigo sentral berasal dari batang otak, serebelum, jalur vestibular sentral, lesi demielinisasi, stroke sirkulasi posterior, atau massa intrakranial. Gejala sentral dapat berupa vertigo menetap atau progresif, ataksia, diplopia, disartria, kelemahan, baal, nistagmus vertikal atau berubah arah, dan sakit kepala berat (Wang et al., 2024; Pellegrino et al., 2022; Casani et al., 2023; Strupp et al., 2022; Lempert et al., 2022; Lopez-Escamez et al., 2015).

Pembedaan perifer-sentral penting karena tidak semua pasien vertigo membutuhkan MRI. Pemeriksaan MRI Brain lebih tepat dipilih pada vertigo yang disertai red flags, seperti keluhan progresif, gejala tidak membaik, defisit neurologis, kecurigaan stroke sirkulasi posterior, gangguan pendengaran sensorineural unilateral, tinnitus unilateral, kecurigaan massa posterior fossa, atau dugaan kelainan pada area cerebellopontine angle-internal auditory canal (CPA-IAC). Dengan demikian, vertigo yang menjadi dasar pemeriksaan MRI dalam penelitian ini adalah vertigo dengan kebutuhan evaluasi kelainan sentral, posterior fossa, jalur vestibular sentral, vaskular posterior, atau area CPA-IAC; bukan vertigo perifer sederhana yang dapat ditegakkan secara klinis tanpa

pencitraan (Wang et al., 2024; American College of Radiology, 2024).

Berdasarkan teori Westbrook tahun 2014, pemeriksaan MRI kepala/Brain dilakukan dengan head coil, immobilization pads and straps, earplugs atau headphones, posisi pasien supine, kepala berada di dalam head coil, dan imobilisasi menggunakan strap serta foam pad. Pada pemeriksaan Brain, sekuens yang dicantumkan Westbrook mencakup sagittal SE/FSE/incoherent GRE T1, axial/oblique SE/FSE PD/T2, coronal SE/FSE PD/T2, serta sekuens tambahan sesuai kebutuhan klinis seperti axial/oblique IR T1, FLAIR/EPI, pre- dan post-contrast T1, SS-FSE T2, axial 3D incoherent GRE T1, GRE/EPI T1/T2, SE magnetization transfer, axial diffusion weighted imaging, perfusion imaging, dan MRA bila diperlukan. Untuk posterior fossa dan internal auditory meatus, Westbrook menempatkan vertigo, unilateral sensory hearing loss, dan tinnitus sebagai indikasi pemeriksaan untuk mengeksklusi acoustic neuroma atau lesi posterior fossa. Pada area tersebut, sekuens yang dicantumkan meliputi sagittal SE T1 atau coherent GRE T2*, axial SE/FSE T1, axial SE/FSE T1 pascakontras bila diperlukan, coronal SE/FSE T1 dengan atau tanpa kontras, 3D incoherent GRE T1 dengan atau tanpa kontras, axial high-resolution FSE T2, coronal FSE T2, serta 3D FSE T2 atau GRE T2*. Westbrook juga menekankan irisan tipis, resolusi spasial tinggi, field of view yang lebih kecil dibandingkan MRI Brain rutin, dan imobilisasi yang baik karena internal auditory meatus merupakan struktur kecil (Westbrook, 2014).

SOP pemeriksaan MRI kepala di RS Baliméd Denpasar menyebut vertigo sebagai salah satu indikasi pemeriksaan MRI kepala. SOP tersebut mengatur identifikasi pasien, asesmen checklist MRI, pelepasan atribut logam, pencocokan data pasien dengan surat permintaan, input data pada monitor, positioning kepala pada head coil, edukasi agar kepala tidak bergerak, pemberian earphone, pemilihan protokol MRI Head, serta waktu hasil ekspertise. Sekuens standar yang digunakan dalam SOP RS Baliméd terdiri atas GRE scout, T1 spin echo transversal, T2 fast spin echo coronal, T2 fast spin echo sagittal, T2 fast spin echo transversal, T2 FLAIR fast spin echo transversal fat suppression, echo planar diffusion weighted imaging transversal, susceptibility weighted imaging transversal fast, T2 MX3D FLAIR sagittal, dan T2 MX3D transversal SPAIR (Rumah Sakit Baliméd Denpasar, 2025).

Area CPA-IAC penting pada klinis vertigo karena berisi kompleks nervus fasialis dan vestibulokoklear, cairan serebrospinal pada cisterna CPA, struktur labirin, pembuluh kecil, serta tulang petrous temporal. Kelainan seperti vestibular schwannoma, meningioma, epidermoid, inflamasi, neurovascular contact, atau kelainan labirin dapat menimbulkan gejala audiovestibular atau menyerupai keluhan vertigo. Literatur pencitraan internal auditory canal menunjukkan bahwa sekuens 3D T2 resolusi tinggi dapat membantu menilai internal auditory canal, nervus kranialis VII-VIII, koklea, vestibule, kanalis semisirkularis, dan cisterna CPA dengan detail lebih baik dibandingkan sekuens rutin yang lebih tebal (Benson et al., 2020; Makhamrah et al., 2023; Strauss et al., 2022).

SPAIR merupakan teknik penekanan lemak yang dapat menurunkan sinyal lemak di sekitar petrous temporal dan jaringan sekitarnya. Pada sekuens T2, penekanan lemak membantu meningkatkan kontras antara cairan, saraf, dan jaringan sekitar, sehingga batas anatomi pada area CPA-IAC dapat terlihat lebih bersih. Dalam konteks penelitian ini, Axial 3D T2 SPAIR tidak diposisikan sebagai pengganti seluruh protokol MRI Brain, melainkan sebagai sekuens utama tambahan yang digunakan untuk membantu penegakan diagnosis pada area target CPA-IAC (Huang et al., 2023; McRobbie et al., 2017).

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah penelitian ini adalah: bagaimana prosedur pemeriksaan MRI Brain dengan penambahan sekuens Axial 3D T2 SPAIR pada pasien klinis vertigo, dan apakah penambahan sekuens Axial 3D T2 SPAIR pada protokol MRI Brain klinis vertigo dapat meningkatkan visualisasi anatomi area CPA-IAC dibandingkan protokol standar tanpa Axial 3D T2 SPAIR. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis prosedur pemeriksaan MRI Brain klinis vertigo di RS Baliméd Denpasar dan menilai peranan Axial 3D T2 SPAIR terhadap keterbacaan anatomi CPA-IAC secara kualitatif.

Metode

Jenis penelitian ini adalah penelitian kualitatif dengan pendekatan studi kasus untuk mendeskripsikan secara mendalam prosedur pemeriksaan MRI Brain pada klinis vertigo dengan penambahan sekuens Axial 3D T2 SPAIR di Unit Radiologi RS Baliméd Denpasar, meliputi persiapan pasien, alat dan bahan, teknik pemeriksaan, urutan sekuens, parameter scan, kendala teknis, serta makna visualisasi anatomi CPA-IAC (Hennink & Kaiser, 2022; Creswell & Poth, 2018; Yin, 2018). Penelitian dilaksanakan di Unit Radiologi RS Baliméd Denpasar dengan pengambilan data pada 10 Maret sampai 10 April 2026. Subjek penelitian terdiri atas tiga sampel kasus berupa data pemeriksaan MRI Brain klinis vertigo yang telah dianonimkan, meliputi citra, parameter sekuens, dan hasil ekspertise dokter radiologi, serta lima informan yang dipilih secara purposif, yaitu tiga dokter radiologi dan dua radiografer MRI. Dokter radiologi dipilih karena berperan dalam interpretasi citra dan penentuan kebutuhan evaluasi CPA-IAC, sedangkan radiografer MRI dipilih karena terlibat dalam persiapan pasien, positioning, pemilihan protokol, pelaksanaan sekuens, dan pengendalian artefak. Pengumpulan data dilakukan melalui telaah SOP pemeriksaan MRI kepala, observasi langsung terhadap persiapan pasien, positioning, alat, bahan, urutan pemeriksaan, dan pelaksanaan sekuens, telaah parameter terutama Axial 3D T2 SPAIR, telaah citra dan hasil ekspertise tiga sampel yang telah dianonimkan, serta wawancara terstruktur kepada dokter radiologi dan radiografer mengenai fungsi sekuens, alasan penggunaannya, kendala pemeriksaan, dan penilaian terhadap visualisasi CPA-IAC. Instrumen penelitian meliputi pedoman wawancara terstruktur, pedoman observasi, lembar pencatatan prosedur pemeriksaan, dan format reduksi data, sedangkan dokumen pendukung meliputi surat permintaan pemeriksaan, checklist

keselamatan MRI, SOP, parameter sekuens, citra MRI Brain, dan hasil ekspertise. Keabsahan data dijaga melalui triangulasi sumber dan teknik dengan membandingkan hasil wawancara dokter radiologi dan radiografer dengan SOP, parameter sekuens, citra, serta hasil ekspertise; kecukupan informasi ditentukan berdasarkan keberulangan informasi pada wawancara dan kesesuaian antarsumber (Hennink & Kaiser, 2022; Miles et al., 2014). Aspek etika penelitian diterapkan melalui penggunaan data yang telah dianonimkan, tidak menampilkan identitas pasien maupun data personal pada hasil ekspertise, serta penggunaan data hanya untuk kepentingan akademik; informed consent dan prosedur keselamatan MRI diterapkan sesuai ketentuan rumah sakit, termasuk skrining logam, pelepasan benda feromagnetik, edukasi pasien, penggunaan ear protection, dan penyediaan emergency bell. Analisis data dilakukan melalui pembacaan ulang data, reduksi data, coding terbuka, pengelompokan kode menjadi kategori, penyajian temuan, dan penarikan kesimpulan. Ketercapaian tujuan penelitian dinilai berdasarkan kesesuaian temuan yang diperoleh dari berbagai sumber mengenai prosedur pemeriksaan MRI Brain, fungsi penambahan Axial 3D T2 SPAIR terhadap keterbacaan anatomi CPA-IAC secara kualitatif, serta keteridentifikasi kendala teknis dan faktor yang memengaruhi kualitas citra, sehingga hasil penelitian dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Penelitian ini menggunakan 3 data pemeriksaan MRI Brain pasien dengan klinis vertigo yang telah dianonimkan. Data yang digunakan meliputi citra MRI, parameter sekuens, serta tiga hasil ekspertise dokter yang digunakan sebagai pembanding dalam analisis penelitian. Selain data pemeriksaan, penelitian melibatkan 5 responden, yang terdiri atas 3 dokter spesialis radiologi dan 2 radiografer MRI. Dokter spesialis radiologi berperan dalam memberikan informasi terkait indikasi pemeriksaan, penentuan area target, keterbacaan *cerebellopontine angle–internal auditory canal* (CPA-IAC), serta interpretasi dan makna hasil pemeriksaan. Sementara itu, radiografer MRI memberikan informasi mengenai persiapan pasien, *positioning*, protokol pemeriksaan, pelaksanaan sekuens MRI, serta kendala teknis yang ditemukan selama pemeriksaan.

Karakteristik responden terdiri atas tiga dokter spesialis radiologi dan dua radiografer. Dokter spesialis radiologi terdiri atas satu responden laki-laki dengan masa kerja 10 tahun dan dua responden perempuan dengan masa kerja masing-masing 3 dan 6 tahun, seluruhnya berpendidikan Spesialis Radiologi. Sementara itu, dua radiografer MRI berjenis kelamin perempuan dengan masa kerja masing-masing 17 dan 16 tahun serta memiliki pendidikan D3 Radiologi dengan sertifikasi MRI. Dalam penulisan kode responden, terdapat ketidaksesuaian pada data yang diberikan karena kode R2 tercantum dua kali; hal ini sebaiknya diperbaiki menjadi kode responden yang berbeda agar identitas dan jumlah responden konsisten.

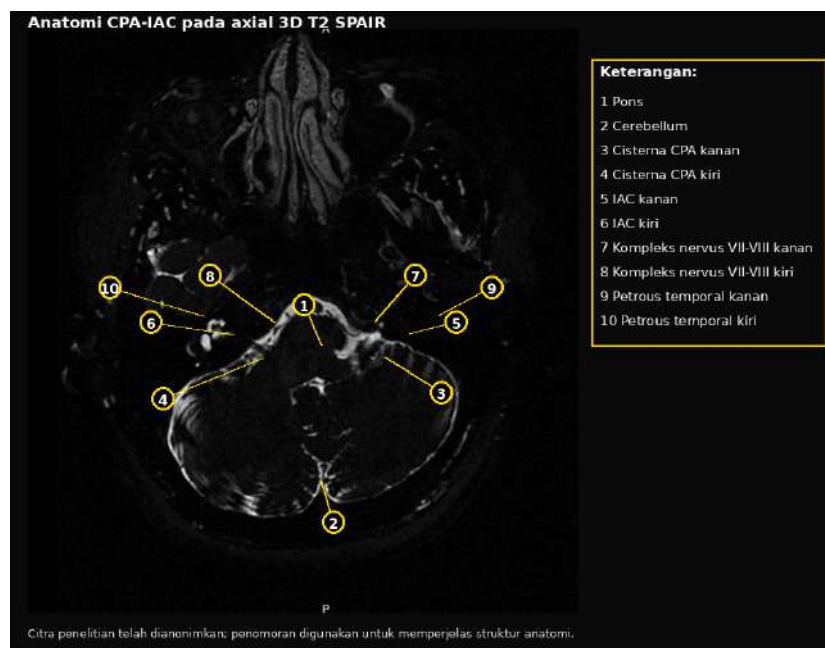
Selain data pemeriksaan dan wawancara responden, penelitian juga menggunakan dokumen pendukung berupa SOP, parameter pemeriksaan, citra MRI, dan hasil

ekspertise. Dokumen tersebut digunakan untuk memverifikasi kesesuaian prosedur pemeriksaan serta mendukung hasil wawancara. Perbedaan karakteristik klinis antara vertigo perifer dan vertigo sentral digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam menilai kebutuhan pemeriksaan MRI Brain, khususnya ketika terdapat kecurigaan kelainan pada *brainstem*, *cerebellum*, *posterior fossa*, atau area CPA-IAC.

Hasil dan Pembahasan

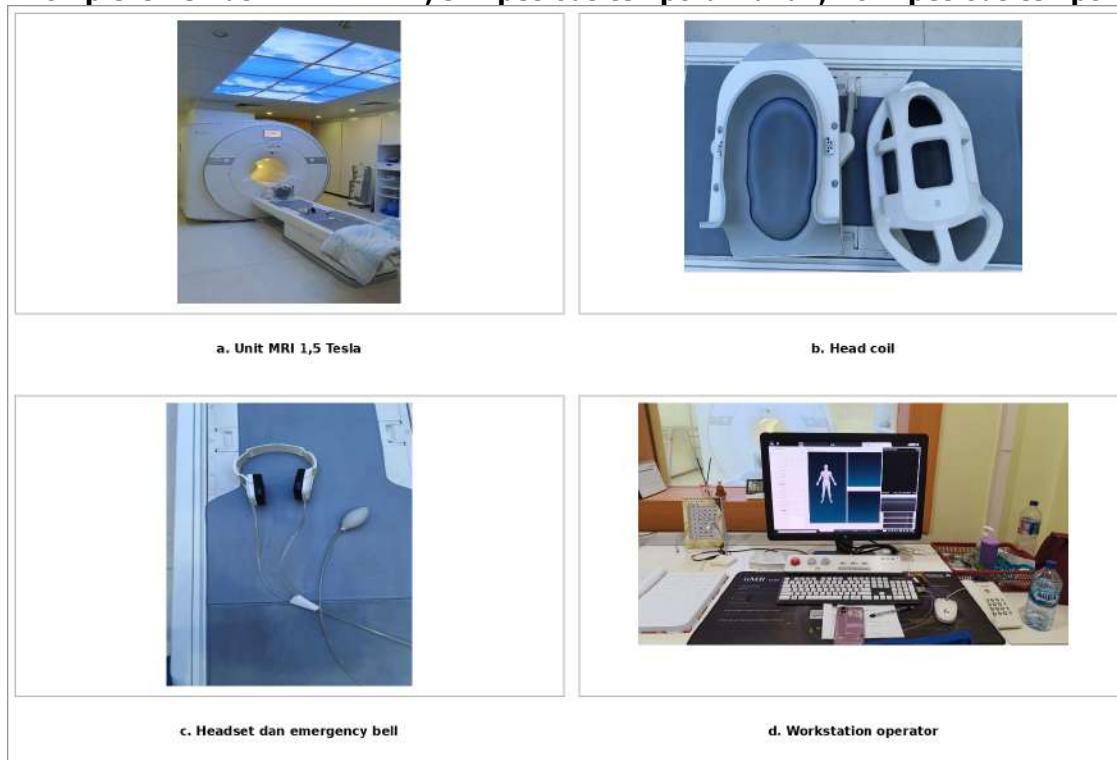
Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemeriksaan MRI Brain klinis vertigo di RS Baliméd dilakukan dengan alur yang sistematis. Pemeriksaan diawali dari penerimaan surat permintaan, verifikasi identitas pasien, pengisian checklist keselamatan MRI, penjelasan prosedur, pelepasan benda logam, dan penggantian pakaian pemeriksaan bila diperlukan. Pasien dijelaskan bahwa pemeriksaan menimbulkan suara bising dan kepala harus tetap diam selama scanning. Pasien diberikan ear protection atau headset dan emergency bell agar tetap dapat berkomunikasi dengan radiografer.

Alat dan bahan yang digunakan pada pemeriksaan terdiri atas MRI 1,5 Tesla, head coil, workstation operator, headset atau ear protection, emergency bell, foam pad atau ganjal kepala, strap bila diperlukan, surat permintaan pemeriksaan, checklist MRI, SOP pemeriksaan, parameter pemeriksaan, citra MRI, dan hasil ekspertise. Gambar 1 menampilkan anatomi target pada sekuens Axial 3D T2 SPAIR, sedangkan Gambar 2 menampilkan alat dan bahan utama yang digunakan dalam pemeriksaan.



Gambar 1. Citra Axial 3D T2 SPAIR dengan penomoran anatomi CPA-IAC: 1 = pons; 2 = cerebellum; 3 = cisterna CPA kanan; 4 = cisterna CPA kiri; 5 = internal auditory canal kanan; 6 = internal auditory canal kiri; 7 = kompleks nervus VII-VIII kanan; 8 =

kompleks nervus VII-VIII kiri; 9 = petrous temporal kanan; 10 = petrous temporal kiri



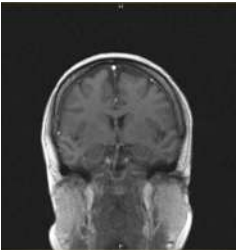
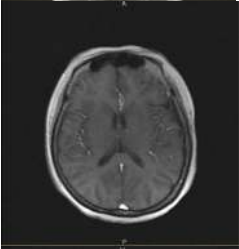
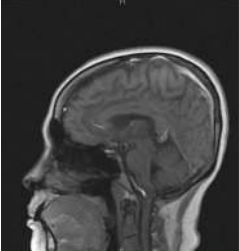
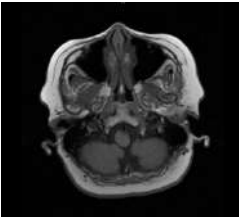
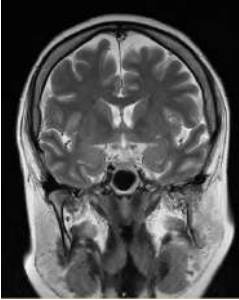
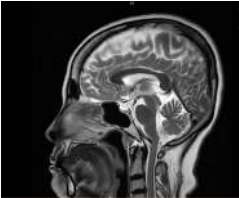
Gambar 2. Alat dan bahan pemeriksaan MRI Brain klinis vertigo: a = unit MRI 1,5 Tesla; b = head coil; c = headset dan emergency bell; d = workstation operator

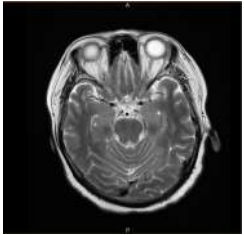
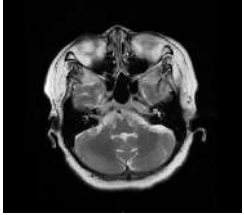
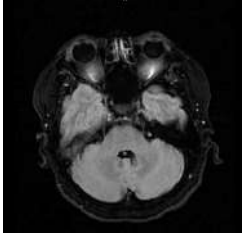
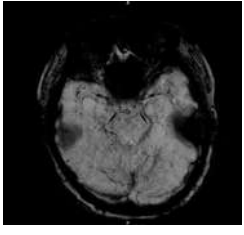
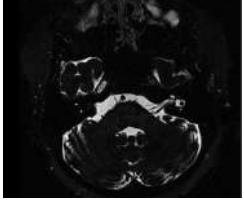
Teknik pemeriksaan dilakukan dengan pasien dalam posisi supine. Kepala pasien ditempatkan di dalam head coil, kemudian dibuat stabil menggunakan foam pad atau ganjal kepala. Strap dapat digunakan bila pasien kurang kooperatif. Setelah pasien nyaman, radiografer melakukan localizer, memilih protokol MRI Head, menjalankan sekuens standar, kemudian menambahkan sekuens Axial 3D T2 SPAIR. Pada pasien vertigo, tahap persiapan dan stabilisasi menjadi penting karena keluhan pusing, mual, rasa cemas, dan ketidaknyamanan di dalam bore dapat menyebabkan gerakan kepala yang menurunkan kualitas citra.

Sekuens yang digunakan dalam prosedur MRI Brain di RS Baliméd meliputi GRE scout, T1 spin echo transversal, T2 fast spin echo coronal, T2 fast spin echo sagittal, T2 fast spin echo transversal, T2 FLAIR fast spin echo transversal fat suppression, echo planar diffusion weighted imaging transversal, susceptibility weighted imaging transversal fast, T2 MX3D FLAIR sagittal, dan T2 MX3D transversal SPAIR. Dalam naskah ini, istilah transversal digunakan untuk menggantikan singkatan bidang agar penulisan lebih lugas dan tidak membingungkan pembaca.

Hasil telaah parameter menunjukkan bahwa Axial 3D T2 SPAIR memiliki irisan 1 mm, akuisisi 3D, bidang transversal, field of view 220, matriks 256 x 256, dan kemampuan rekonstruksi multiplanar. Karakter ini berbeda dari sekuens rutin yang umumnya menggunakan irisan 3-5 mm. Parameter utama protokol disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter utama sekuens dalam protokol MRI Brain klinis vertigo

No	Sekuens	TR/TE (ms)	Irisan	FOV	Matriks	Bidang	Fungsi utama	Scan Time	Hasil Citra
1	GRE scout	25/7	8 mm	280	192 x 256	3 bidang	Planning awal pemeriksaan	00:44	
									
									
2	T1 spin echo transversal	700/24	5 mm	225	256 x 256	Transversal	Anatomi dasar otak	03:04	
3	T2 fast spin echo coronal	5000/96	5 mm	230	320 x 256	Coronal	Penilaian morfologi dan simetri hemisfer serebri	02:05	
4	T2 fast spin echo sagittal	4950/126.84	5 mm	232	320 x 320	Sagittal	Evaluasi midline, corpus callosum, batang otak, dan posterior fossa	01:00	

No	Sekuens	TR/TE (ms)	Irisan	FOV	Matriks	Bidang	Fungsi utama	Scan Time	Hasil Citra
5	T2 fast spin echo transversal	5500/110	5 mm	200	320 x 256	Transversal	Survei lesi cairan tinggi	02:05	
6	T2 FLAIR fast spin echo transversal fat suppression	8000/120	3 mm	260	224 x 320	Transversal	Lesi parenkim; menekan cairan bebas	02:08	
7	Echo planar diffusion weighted imaging transversal	8200/110	4 mm	220	192 x 192	Transversal	Restriksi difusi; infark akut	01:14	
8	Susceptibility weighted imaging transversal fast	45/35	2 mm	200	256 x 256	Transversal	Blood product/kalsifikasi/susceptibilitas	03:43	
9	T2 3D FLAIR sagittal	5600/427.28	1.14 mm	256	256 x 256	Sagittal 3D	Deteksi lesi white matter dan periventrikular seluruh otak; rekonstruksi multiplanar	05:14	
10	Axial 3D T2 SPAIR	1300/271.42	1 mm	220	256 x 256	Transversal 3D	Visualisasi resolusi tinggi CPA-IAC, nervus VII-VIII, dan labirin; rekonstruksi multiplanar	04:41	

Hasil wawancara terstruktur menunjukkan tiga temuan utama setelah reduksi data dan coding terbuka. Yang pertama berkaitan dengan prosedur pemeriksaan, yaitu persiapan pasien, pemilihan head coil, stabilisasi kepala, localizer, sekuens standar, dan penambahan Axial 3D T2 SPAIR. Yang kedua berkaitan dengan fungsi sekuens, yaitu peningkatan keterbacaan struktur kecil CPA-IAC melalui irisan tipis, data 3D, kontras T2, penekanan lemak, dan rekonstruksi multiplanar. Yang ketiga berkaitan dengan kendala pemeriksaan, yaitu gerakan pasien, mual, cemas, rasa tidak

nyaman di bore, serta tambahan waktu scanning.

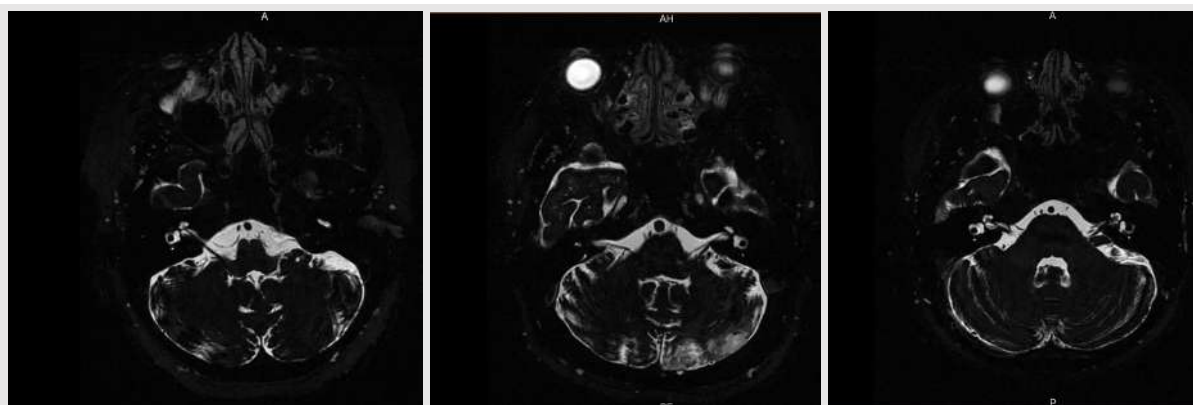
Pernyataan responden dokter radiologi menekankan bahwa MRI Brain pada klinis vertigo dipilih bila terdapat indikasi untuk menilai kemungkinan kelainan sentral, posterior fossa, atau CPA-IAC. Responden juga menilai bahwa Axial 3D T2 SPAIR membantu menampilkan internal auditory canal, kompleks nervus VII-VIII, cisterna CPA, dan labirin secara lebih jelas. Pernyataan responden radiografer menekankan bahwa keberhasilan sekuens tersebut sangat dipengaruhi oleh persiapan pasien, kenyamanan, stabilisasi kepala, dan kemampuan pasien untuk tidak bergerak selama pemeriksaan.

Ringkasan hasil bacaan dokter pada tiga sampel MRI Brain klinis vertigo yang telah dianonimkan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Ringkasan pembanding hasil bacaan dokter pada tiga sampel klinis vertigo

Sampel	Ringkasan bacaan dokter	Makna terhadap evaluasi vertigo dan CPA-IAC
Sampel 1	Chronic lacunar infarction dengan encephalomalacea di posterior corona radiata kanan; multiple punctate T2 white matter hyperintensity frontal dan parietal kanan-kiri Fazekas 1; tidak tampak hemorrhage maupun space occupying lesion; hipoplasia posterior communicating artery kiri dan arteri vertebralis kanan; saraf kranialis tervisualisasi normal.	Menggambarkan temuan kronis dan variasi pembuluh. Tidak menunjukkan massa CPA-IAC atau kelainan saraf kranialis VII-VIII, sehingga MRI terutama berperan menilai faktor sentral-vaskular dan menyingkirkan kelainan struktural berbahaya.
Sampel 2	Fokus kecil hiperintens T2/FLAIR di corona radiata kanan tanpa restriksi difusi dan tanpa perubahan volume, kemungkinan lesi gliotik ringan/nonspecific white matter hyperintensity terkait migraine-related microangiopathy; pons dan cerebellum tampak baik; MRA patent; tidak tampak aneurisma, stenosis signifikan, perdarahan, massa, maupun neurovascular contact pada sekuens SPAIR.	Menjadi pembanding bahwa MRI pada vertigo dapat menunjukkan temuan ringan atau nonspecific. Tidak adanya neurovascular contact pada sekuens SPAIR memperkuat fungsi Axial 3D T2 SPAIR untuk mengevaluasi dan menyingkirkan kelainan CPA-IAC.
Sampel 3	Chronic infarction dengan encephalomalacea dan gliosis di hemisfer cerebelli kiri serta area parieto-occipital kiri; sclerosis dan atrophy hippocampus kiri; chronic lacunar infarction ganglia basalis kanan; microhemorrhage multipel; chronic small vessel disease Fazekas 2; MRA menunjukkan stenosis M3 kiri, stenosis multipel pada posterior cerebral artery kiri, hipoplasia posterior communicating artery kanan, serta stenosis distal arteri vertebralis kanan-kiri; saraf kranialis tervisualisasi normal.	Menunjukkan contoh temuan sentral dan vaskular kronis yang lebih relevan untuk korelasi vertigo sentral, terutama karena melibatkan cerebellum dan sirkulasi posterior. Namun, hasil tetap harus dikorelasikan dengan gejala klinis karena MRI tidak menetapkan vertigo sebagai diagnosis tunggal.

Berdasarkan tiga sampel tersebut, tanda pada MRI untuk pasien klinis vertigo tidak dapat disederhanakan sebagai satu gambaran khas. Temuan yang perlu dicari adalah kelainan pada jalur vestibular sentral dan posterior fossa, seperti cerebellum, pons, medulla, CPA-IAC, kompleks nervus VII-VIII, serta kelainan vaskular posterior. Bila ditemukan chronic infarction pada cerebellum atau stenosis pembuluh posterior seperti pada sampel ketiga, temuan tersebut memiliki bobot korelasi yang nonspecific. Sebaliknya, bila CPA-IAC, saraf kranialis, pons, cerebellum, dan MRA tampak baik seperti pada sampel kedua, pemeriksaan tetap bernilai karena membantu menyingkirkan massa, perdarahan, infark akut, aneurisma, stenosis signifikan, dan neurovascular contact.



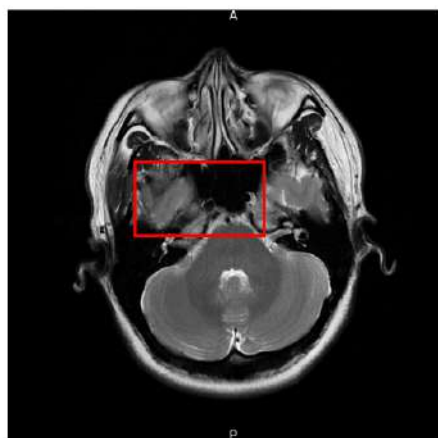
Sampel 1

Sampel 2

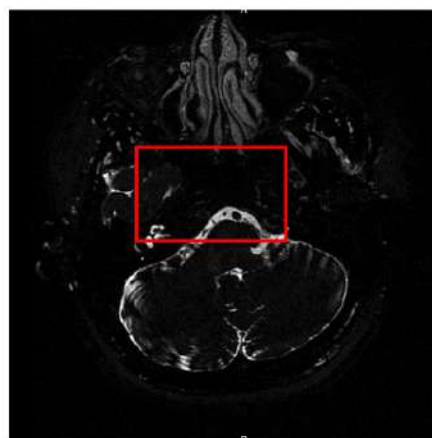
Sampel 3

Gambar 3. Hasil citra pemeriksaan MRI Kepala klinis vertigo di RS Baliméd Denpasar

A. Axial T2 FSE rutin



B. Axial 3D T2 SPAIR



Kotak merah menunjukkan area CPA-IAC. Pada SPAIR, irisan tipis 3D dan supresi lemak membantu delineasi area target.

Gambar 4. Perbandingan area CPA-IAC pada Axial T2 FSE rutin dan Axial 3D T2 SPAIR. Kotak merah menunjukkan area target evaluasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa prosedur MRI Brain klinis vertigo di RS Baliméd secara umum sejalan dengan prinsip pemeriksaan kepala menurut Westbrook. Kesesuaian tersebut terlihat pada penggunaan head coil, posisi pasien supine, kepala berada di dalam coil, penggunaan foam pad atau ganjal untuk mengurangi gerakan, pemberian ear protection, serta pelaksanaan lokalizer sebelum sekuens diagnostik. Dalam teori Westbrook, pemeriksaan Brain menggunakan sekuens dasar T1, PD/T2, FLAIR, dan sekuens tambahan sesuai indikasi, sedangkan pemeriksaan posterior fossa dan internal auditory meatus pada gejala vertigo, entral yang lebih kuat dibandingkan white matter hyperintensity ringan gangguan pendengaran unilateral, dan tinnitus membutuhkan irisan tipis, resolusi spasial tinggi, dan FOV yang sesuai untuk menilai struktur kecil IAM/CPA (Westbrook, 2014).

Kesesuaian SOP RS Baliméd dengan teori juga terlihat pada tahap persiapan pasien. SOP mengharuskan identifikasi nama dan tanggal lahir, asesmen checklist MRI, pelepasan atribut logam, pencocokan data pasien dengan surat permintaan, input data ke monitor, positioning

kepala pada head coil, edukasi agar kepala tidak bergerak, dan pemberian earphone. Pada pasien vertigo, tahapan ini menjadi bagian penting dari pengendalian kualitas citra karena keluhan pusing, mual, cemas, dan rasa tidak nyaman di dalam bore dapat memicu gerakan kepala selama akuisisi. Oleh karena itu, komunikasi radiografer, stabilisasi kepala, dan kenyamanan pasien berperan langsung terhadap keberhasilan sekuens tambahan yang beririsan tipis (Rumah Sakit Baliméd Denpasar, 2025; American College of Radiology, 2024).

Dibandingkan teori Westbrook, protokol RS Baliméd menunjukkan pengembangan praktik lapangan yang masih berada dalam arah yang sama. Westbrook memaparkan sekuens dasar MRI Brain dan protokol posterior fossa/IAM dengan penekanan pada T1, T2, high-resolution T2, dan 3D acquisition untuk struktur kecil. Di RS Baliméd, sekuens standar tetap mencakup GRE scout, T1 spin echo transversal, T2 fast spin echo pada tiga bidang, T2 FLAIR fat suppression, DWI, SWI, T2 3D FLAIR, dan T2 MX3D transversal SPAIR. Dengan demikian, pembahasan sekuens tidak perlu dilebarkan ke luar pemeriksaan kepala, tetapi difokuskan pada hubungan antara protokol MRI Brain, indikasi vertigo, dan kebutuhan visualisasi CPA-IAC.

Tabel 3. Perbandingan scan parameter menurut Westbrook 2014 dan parameter di RS Baliméd Denpasar

Aspek	Westbrook 2014	RS Baliméd Denpasar	Makna pembahasan
Coil dan posisi pasien	Head coil, immobilization pads/straps, earplugs atau headphones; pasien supine dengan kepala di dalam head coil dan kepala distabilkan.	MRI 1,5 Tesla, head coil, headset/ear protection, emergency bell, foam pad atau ganjal kepala, dan strap bila diperlukan.	Prosedur lapangan sesuai dengan prinsip dasar pemeriksaan kepala dan posterior fossa/IAM.
Sekuens MRI Brain	Sagittal T1, axial/oblique PD/T2, coronal PD/T2; tambahan sesuai indikasi seperti IR T1, FLAIR/EPI, T1 pre/post contrast, SS-FSE T2, 3D GRE T1, GRE/EPI T1/T2, MT, DWI, perfusion, dan MRA.	GRE scout, T1 SE transversal, T2 FSE coronal, T2 FSE sagittal, T2 FSE transversal, T2 FLAIR FSE transversal fat suppression, DWI transversal, SWI transversal fast, T2 MX3D FLAIR sagittal, dan T2 MX3D transversal SPAIR.	Protokol RS Baliméd mempertahankan sekuens dasar T1, T2, FLAIR, dan DWI, lalu menambahkan SWI dan 3D sequence sesuai kebutuhan klinis.
Fokus vertigo/IAM/CPA	Posterior fossa dan internal auditory meatus digunakan pada vertigo, unilateral sensory hearing loss, dan tinnitus untuk mengeksklusi acoustic neuroma atau lesi posterior fossa.	Axial 3D T2 SPAIR difokuskan pada CPA-IAC, internal auditory canal, cisterna CPA, labirin, dan kompleks nervus VII-VIII.	Sekuens tambahan diarahkan pada anatomi target yang sesuai dengan indikasi vertigo yang memerlukan MRI.
Irisan	Irisan 2D tipis 2-4 mm, medium 5-6 mm; 3D tipis <1 mm. Pada high-resolution IAM, Westbrook memberi contoh axial FSE T2 irisan 3 mm.	Sekuens rutin 3-5 mm; T2 3D FLAIR 1,14 mm; Axial 3D T2 SPAIR 1 mm.	Axial 3D T2 SPAIR memberi irisan lebih tipis daripada sekuens rutin sehingga lebih sesuai untuk struktur kecil CPA-IAC.

Aspek	Westbrook 2014	RS Baliméd Denpasar	Makna pembahasan
FOV	Small FOV <18 cm, medium 18-30 cm, large >30 cm; pada high-resolution IAM contoh FOV 20 cm.	Scout 280 mm, T1 transversal 225 mm, T2 3D FLAIR 256 mm, Axial 3D T2 SPAIR 220 mm.	FOV 220 mm pada Axial 3D T2 SPAIR berada dalam rentang medium dan mendekati pendekatan FOV yang lebih terarah untuk area posterior fossa/IAM.
Matriks	Coarse 256 x 128/192, medium 256 x 256 atau 512 x 256, fine 512 x 512; high-resolution IAM menyarankan 512 x 256 atau lebih.	Axial 3D T2 SPAIR 256 x 256; T2 FSE 320 x 256 atau 320 x 320; SWI 256 x 256.	Matriks RS Baliméd mencakup dengan 256 x 256 untuk menentukan resolusi dan ketajaman gambar, sedangkan keunggulan Axial 3D T2 SPAIR terutama berasal dari data 3D dan irisan 1 mm.
TR/TE	FSE T2 umumnya long TR >4000 ms dan long TE >90 ms; FLAIR long TE >80 ms dan long TR sangat panjang; 3D sequence bergantung sistem dan tujuan pemeriksaan.	T2 FSE coronal 5000/96 ms, sagittal 4950/126,84 ms, transversal 5500/110 ms; T2 FLAIR 8000/120 ms; Axial 3D T2 SPAIR 1300/271,42 ms.	T2 FSE RS Baliméd sesuai prinsip long TR/TE. Axial 3D T2 SPAIR menggunakan parameter vendor-specific dengan TE panjang untuk kontras T2 dan akuisisi 3D.
Kendala artefak	Gerakan pasien dapat menimbulkan phase mismatching/ghosting; pasien tidak kooperatif lebih berisiko menimbulkan motion artifact.	Responden menyebut Axial 3D T2 SPAIR rentan terhadap pergerakan, terutama pada pasien vertigo yang mual, cemas, atau sulit diam.	Optimasi tidak hanya pada parameter, tetapi juga edukasi pasien, imobilisasi kepala, urutan sekuens, dan evaluasi citra sebelum pasien keluar.

Setiap sekuens dalam protokol memiliki fungsi yang berbeda sehingga tidak tepat bila seluruh fungsi diagnostik dibebankan hanya pada Axial 3D T2 SPAIR. T1 spin echo membantu menilai anatomi dasar dan perubahan struktur. T2 fast spin echo menonjolkan cairan dan lesi dengan komponen edema atau perubahan kadar air. FLAIR membantu mengevaluasi lesi parenkim dengan menekan sinyal cairan bebas. DWI berperan dalam mendeteksi restriksi difusi, terutama pada infark akut. SWI membantu menilai blood product, kalsifikasi, atau perubahan susceptibilitas. Axial 3D T2 SPAIR kemudian melengkapi protokol dengan menargetkan area CPA-IAC melalui irisan tipis, akuisisi 3D, kontras T2, dan penekanan lemak (Westbrook, 2014; McRobbie et al., 2017).

Axial 3D T2 SPAIR pada protokol ini merupakan sekuens T2 tiga dimensi berbidang transversal yang menggunakan teknik Spectral Attenuated Inversion Recovery untuk menekan sinyal lemak. Secara praktis, data diperoleh sebagai volume tipis 1 mm pada area posterior fossa dan CPA-IAC, kemudian dapat direkonstruksi multiplanar. Keunggulan sekuens ini terutama berasal dari kombinasi irisan tipis 1 mm, akuisisi 3D, kontras T2, penekanan lemak, dan rekonstruksi multiplanar. Irisan 1 mm mengurangi efek partial volume dibandingkan irisan rutin 3-5 mm sehingga struktur kecil seperti internal auditory canal, kompleks nervus VII-VIII, cisterna CPA, dan kontur labirin lebih mudah ditelusuri. Akuisisi 3D memungkinkan pembacaan ulang dalam

beberapa bidang tanpa mengulang scanning, sehingga membantu radiolog ketika orientasi anatomi pasien atau struktur target tidak sejajar sempurna dengan bidang potong awal (Westbrook, 2014; McRobbie et al., 2017).

Penekanan lemak pada SPAIR juga memiliki nilai penting. Area CPA-IAC berada dekat petrous temporal dan jaringan lemak sekitar tulang temporal. Pada citra T2, sinyal lemak yang tidak ditekan dapat mengganggu kontras antara cairan, saraf, dan jaringan sekitar. Teknik fat suppression membantu menurunkan sinyal yang tidak dibutuhkan sehingga cairan pada cisterna CPA, labirin, dan internal auditory canal tampak lebih menonjol. Literatur pencitraan internal auditory canal juga mendukung penggunaan sekuens 3D T2 resolusi tinggi untuk mengevaluasi nervus kranialis, koklea, vestibule, dan kanalis semisirkularis (Benson et al., 2020; Makhamrah et al., 2023; Strauss et al., 2022; Huang et al., 2023).

Dalam konteks klinis vertigo, fungsi utama Axial 3D T2 SPAIR bukan hanya mencari satu diagnosis tertentu, tetapi meningkatkan keyakinan pembaca citra terhadap area yang secara anatomi relevan. Bila terdapat massa kecil, pelebaran internal auditory canal, asimetri cairan labirin, neurovascular contact yang bermakna, atau perubahan pada kompleks nervus VII-VIII, sekuens ini dapat membantu menampilkannya lebih terarah. Sebaliknya, bila area CPA-IAC dan saraf kranialis tampak normal, hasil tersebut tetap penting karena membantu menyingkirkan penyebab struktural pada area target. Inilah alasan mengapa hasil normal pada MRI vertigo tidak boleh dianggap tidak berguna.

Penjelasan hasil bacaan sampel pasien perlu ditempatkan secara hati-hati. Pada pasien epilepsi, radiolog dapat mencari lesi temporal, gliosis, malformasi kortikal, atau kelainan lain yang sesuai dengan fokus kejang. Pada pasien vertigo, tanda yang dicari berbeda karena jalur yang dievaluasi mencakup posterior fossa, brainstem, cerebellum, jalur vestibular sentral, CPA-IAC, saraf vestibulokoklear, labirin, dan pembuluh posterior. Dari tiga sampel, tidak ditemukan

massa CPA-IAC atau space occupying lesion, dan saraf kranialis yang tervisualisasi dilaporkan normal. Namun, variasi temuan tetap penting: sampel pertama menunjukkan chronic lacunar infarction dan white matter hyperintensity Fazekas 1; sampel kedua menunjukkan white matter hyperintensity ringan tanpa restriksi difusi dan tanpa neurovascular contact pada sekuens SPAIR; sedangkan sampel ketiga menunjukkan chronic infarction cerebellum, chronic small vessel disease Fazekas 2, microhemorrhage, serta stenosis pembuluh posterior. Dengan demikian, MRI tidak berfungsi untuk memberi label vertigo secara langsung, melainkan untuk menilai apakah terdapat kelainan sentral, vaskular, atau CPA-IAC yang dapat menjelaskan, memperberat, atau menyingkirkan penyebab berbahaya (Wang et al., 2024; American College of Radiology, 2024; Benson et al., 2020).

Perbandingan tiga sampel juga memperkuat alasan mengapa Axial 3D T2 SPAIR tetap relevan meskipun tidak semua pasien memperlihatkan kelainan CPA-IAC. Pada sampel kedua,

pernyataan tidak tampak neurovascular contact pada sekuens SPAIR menunjukkan bahwa sekuens ini dipakai bukan hanya untuk mencari lesi positif, tetapi juga untuk meningkatkan keyakinan radiolog bahwa hubungan saraf-pembuluh pada area CPA-IAC tidak menunjukkan kontak yang bermakna. Pada sampel ketiga, kelainan utama berada pada cerebellum dan pembuluh posterior, sehingga Axial 3D T2 SPAIR berperan sebagai pelengkap untuk memastikan bahwa keluhan vertigo tidak disertai massa kecil, kelainan saraf, atau gangguan cisterna CPA-IAC yang terlewat oleh sekuens rutin. Oleh karena itu, nilai sekuens ini terletak pada ketajaman visualisasi area target, bukan pada klaim bahwa semua vertigo harus memiliki temuan CPA-IAC.

Hasil penelitian juga memperlihatkan bahwa tambahan Axial 3D T2 SPAIR memiliki konsekuensi terhadap waktu pemeriksaan dan kestabilan pasien. Sekuens 3D menghasilkan lebih banyak data dan membutuhkan ketenangan pasien lebih lama. Pada pasien vertigo, tambahan waktu dapat menjadi kendala karena pasien mudah mual, cemas, atau ingin menggerakkan kepala. Bila sekuens ditempatkan di akhir pemeriksaan, keuntungan praktisnya adalah sekuens standar sudah diperoleh lebih dahulu. Namun, kelemahannya adalah pasien dapat sudah lelah saat sekuens target dijalankan. Oleh karena itu, radiografer perlu menilai kondisi pasien sebelum akuisisi, memberikan edukasi ulang, memastikan head coil dan ganjal nyaman, serta mengulang sekuens hanya bila manfaat diagnostiknya sebanding dengan kondisi pasien.

Keterangan responden bahwa sekuens ini rentan terhadap pergerakan sejalan dengan teori artefak MRI. Westbrook menjelaskan bahwa phase mismatching atau ghosting merupakan artefak yang terjadi akibat pergerakan anatomi selama penerapan phase encoding, sedangkan ESR Modern Radiology eBook mengelompokkan motion sebagai artefak yang berasal dari

pasien. Pada pasien vertigo, risiko motion artifact meningkat karena pusing, mual, cemas, claustrophobia ringan, dan ketidaknyamanan di dalam bore. Oleh karena itu, pengendalian motion artifact dilakukan sejak persiapan pasien melalui edukasi singkat, imobilisasi kepala, penggunaan ganjal yang nyaman, komunikasi selama pemeriksaan, pemilihan urutan sekuens yang mempertimbangkan toleransi pasien, dan evaluasi citra sebelum pasien keluar dari ruang pemeriksaan (Westbrook, 2014; European Society of Radiology et al., 2025).

Berdasarkan triangulasi sumber dan teknik, penambahan Axial 3D T2 SPAIR pada protokol MRI Brain klinis vertigo di RS Baliméd memiliki nilai praktis. Dari sisi SOP, sekuens ini tercantum dalam protokol pemeriksaan. Dari sisi parameter, sekuens ini memiliki irisan tipis dan data 3D. Dari sisi responden, sekuens ini dinilai membantu membaca struktur kecil. Dari sisi citra, area CPA-IAC tampak lebih terarah dibandingkan sekuens rutin. Dari sisi hasil ekspertise, sekuens ini membantu memastikan ada atau tidaknya kelainan di area target, walaupun pada sampel tidak ditemukan kelainan CPA-IAC yang menjadi penyebab tunggal vertigo.

Keterbatasan penelitian ini terletak pada jumlah sampel kasus yang terbatas dan cakupan penelitian yang dilakukan pada satu rumah sakit, sehingga hasil lebih tepat dibaca sebagai

gambaran prosedural dan pengalaman praktik di RS Baliméd Denpasar. Meskipun demikian, penggunaan tiga sampel bacaan dokter, observasi parameter, SOP, dan wawancara responden membantu memperlihatkan fungsi Axial 3D T2 SPAIR dalam alur pemeriksaan MRI Brain klinis vertigo.

Kesimpulan

Prosedur pemeriksaan MRI Brain dengan penambahan sekuens Axial 3D T2 SPAIR pada kasus vertigo di RS Baliméd Denpasar dilakukan melalui tahapan persiapan pasien, persiapan alat dan bahan, teknik pemeriksaan, pemilihan sekuens, pengaturan parameter scan, evaluasi citra, dan pembacaan hasil oleh dokter radiologi. Persiapan pasien meliputi verifikasi identitas dan surat permintaan, pengisian checklist keselamatan MRI, penjelasan prosedur, pelepasan benda logam atau feromagnetik, penggantian pakaian bila diperlukan, pemberian ear protection atau headset, serta pemberian emergency bell. Alat dan bahan yang digunakan meliputi pesawat MRI 1,5 Tesla, head coil, workstation operator, foam pad atau ganjal kepala, strap bila diperlukan, checklist MRI, SOP, parameter pemeriksaan, citra MRI, dan hasil ekspertise.

Teknik pemeriksaan dilakukan dengan pasien supine, kepala ditempatkan di dalam head coil, diposisikan lurus, dan distabilkan menggunakan foam pad atau strap bila diperlukan. Setelah localizer, pemeriksaan dilanjutkan dengan sekuens standar MRI Brain yang meliputi GRE scout, T1 spin echo transversal, T2 fast spin echo coronal, T2 fast spin echo sagittal, T2 fast spin echo transversal, T2 FLAIR fast spin echo transversal fat suppression, echo planar diffusion weighted imaging transversal, susceptibility weighted imaging transversal fast, T2 MX3D FLAIR sagittal, dan T2 MX3D transversal SPAIR. Parameter penting Axial 3D T2 SPAIR adalah TR/TE 1300/271,42 ms, irisan 1 mm, FOV 220 mm, matriks 256 x 256, bidang transversal 3D, dan kemampuan rekonstruksi multiplanar pada area CPA-IAC.

Penambahan Axial 3D T2 SPAIR pada protokol MRI Brain klinis vertigo dapat meningkatkan visualisasi anatomi CPA-IAC secara kualitatif dibandingkan protokol standar tanpa sekuens tersebut. Peningkatan ini terlihat dari kemampuan sekuens menampilkan internal auditory canal, kompleks nervus VII-VIII, cisterna CPA, cairan labirin, dan batas jaringan sekitar dengan lebih terarah melalui irisan 1 mm, akuisisi 3D, kontras T2, penekanan lemak, dan rekonstruksi multiplanar. Pada tiga sampel penelitian, tidak ditemukan massa CPA-IAC atau kelainan saraf kranialis sebagai penyebab tunggal vertigo, tetapi MRI tetap bermanfaat untuk menilai temuan vaskular kronis, white matter hyperintensity, chronic infarction cerebellum, stenosis pembuluh posterior, serta menyingkirkan perdarahan, infark akut, space occupying lesion, dan neurovascular contact. Kendala utama pemeriksaan adalah gerakan pasien, mual, cemas, rasa tidak nyaman di dalam bore, dan tambahan waktu scanning, sehingga edukasi pasien, imobilisasi kepala, dan evaluasi citra perlu dilakukan secara optimal.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Akademi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali, Unit Radiologi RS Baliméd Denpasar, responden penelitian, serta seluruh pihak yang membantu pelaksanaan penelitian dan penyusunan artikel ini.

Daftar Pustaka

- American College of Radiology. (2024a). ACR Appropriateness Criteria: Hearing loss and/or vertigo. Retrieved May 22, 2026, from <https://acsearch.acr.org/docs/69488/Narrative/>
- American College of Radiology. (2024b). ACR manual on MR safety. Reston, VA: Author.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. (2013). Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2013 dalam bentuk angka. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. (2019). Laporan Nasional Riskesdas 2018. Jakarta: Lembaga Penerbit Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan.
- Benson, J. C., Carlson, M. L., & Lane, J. I. (2020). MRI of the internal auditory canal, labyrinth, and middle ear: How we do it. *Radiology*, 297(2), 252–265. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020201767>
- Casani, A. P., Gufoni, M., & Ducci, N. (2023). Episodic vertigo: A narrative review based on a single-center clinical experience. *Audiology Research*, 13(6), 845–858. <https://doi.org/10.3390/audiolres13060074>
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- European Society of Radiology, Delattre, B. M. A., Laghi, A., Kincses, A., & Becker, M. (2025). ESR Modern Radiology eBook: Magnetic resonance imaging. Retrieved May 24, 2026, from https://www.myesr.org/app/uploads/2025/05/ESR_Modern_eBook_05.pdf
- Hennink, M., & Kaiser, B. N. (2022). Sample sizes for saturation in qualitative research: A systematic review of empirical tests. *Social Science & Medicine*, 292, 114523. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2021.114523>
- Huang, K., Lin, X., Luo, Y., Hu, Q., Guo, B., Ouyang, F., et al. (2023). Image quality and evaluation ability of magnetic resonance imaging techniques for thyroid-associated ophthalmopathy: Dixon fat-suppression technique vs spectral attenuated inversion recovery. *Frontiers in Medicine*, 10, 1154828. <https://doi.org/10.3389/fmed.2023.1154828>
- Lempert, T., Olesen, J., Furman, J., Waterston, J., Seemungal, B., Carey, J., et al. (2022). Vestibular migraine: Diagnostic criteria update. *Journal of Vestibular Research*, 32(1), 1–6. <https://doi.org/10.3233/VES-201644>
- Lopez-Escamez, J. A., Carey, J., Chung, W. H., Goebel, J. A., Magnusson, M., Mandala, M., et al. (2015). Diagnostic criteria for Meniere's disease. *Journal of Vestibular Research*, 25(1), 1–7. <https://doi.org/10.3233/VES-150549>
- Makhamrah, O., Ahmad, M. S., Doufish, D., & Mohammad, H. (2023). Internal auditory canal and cerebellopontine angle: Comparison between T2-weighted SPACE and 3D-CISS sequences at 1.5T. *Radiation Physics and Chemistry*, 206, 110797. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2023.110797>
- McRobbie, D. W., Moore, E. A., Graves, M. J., & Prince, M. R. (2017). *MRI from picture to proton* (3rd ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Neuhauser, H. K. (2007). Epidemiology of vertigo. *Current Opinion in Neurology*, 20(1), 40–46. <https://doi.org/10.1097/WCO.0b013e328013f432>
- Neuhauser, H. K., von Brevern, M., Radtke, A., Lezius, F., Feldmann, M., Ziese, T., et al. (2005). Epidemiology of vestibular vertigo: A neurotologic survey of the general population. *Neurology*, 65(6), 898–904. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000175987.59991.3d>

- Pellegrino, N., Di Stefano, V., Rotondo, E., Graziosi, A., Rispoli, M. G., Torrente, A., et al. (2022). Neurological vertigo in the emergency room in pediatric and adult age: Systematic literature review and proposal for a diagnostic algorithm. *Italian Journal of Pediatrics*, 48, 125. <https://doi.org/10.1186/s13052-022-01313-7>
- Rumah Sakit Baliméd Denpasar. (2025). Pemeriksaan MRI pada kepala: SPO.RAD.090. Denpasar: Rumah Sakit Baliméd Denpasar.
- Strauss, S. B., Stern, S., Lantos, J. E., Lin, E., Shin, J., Yao, P., et al. (2022). High-resolution T2-weighted imaging for surveillance in postoperative vestibular schwannoma: Equivalence with contrast-enhanced T1WI for measurement and surveillance of residual tumor. *AJNR American Journal of Neuroradiology*, 43(12), 1792–1796. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A7717>
- Strupp, M., Bisdorff, A., Furman, J., Hornibrook, J., Jahn, K., Maire, R., et al. (2022). Acute unilateral vestibulopathy/vestibular neuritis: Diagnostic criteria. *Journal of Vestibular Research*, 32(5), 389–406. <https://doi.org/10.3233/VES-220201>
- Von Brevern, M., Radtke, A., Lezius, F., Feldmann, M., Ziese, T., Lempert, T., et al. (2007). Epidemiology of benign paroxysmal positional vertigo: A population based study. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 78(7), 710–715. <https://doi.org/10.1136/jnnp.2006.100420>
- Wang, L. L., Shih, R. Y., Dmytriw, A. A., et al. (2024). ACR Appropriateness Criteria dizziness and ataxia: 2023 update. *Journal of the American College of Radiology*. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2024.02.018>
- Westbrook, C. (2014). *Handbook of MRI technique* (4th ed.). Chichester: Wiley Blackwell.
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.