

Analisis Prosedur Pemeriksaan Mri Genu Pada Kasus Ruptur Anterior Cruciate Ligament (ACL) di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum X Denpasar

Hasanuddin¹, I Bagus Gede Dharmawan², Triningsih^{3*}

¹Akademi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali, Denpasar, Indonesia

²Instalasi Radiologi RSUD X Denpasar

^{2,3}Akademi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali, Denpasar, Indonesia

*Corresponding author: ahasanuddin345@gmail.com

Abstrak: Ruptur *Anterior Cruciate Ligament* (ACL) merupakan cedera ligamentum lutut yang memerlukan pemeriksaan pencitraan untuk mengevaluasi kondisi ligamentum. Magnetic Resonance Imaging (MRI) dapat memberikan gambaran jaringan lunak dan ACL pada berbagai bidang. Penelitian ini bertujuan mengetahui prosedur pemeriksaan MRI genu pada kasus ruptur ACL serta peranan sekuens *Proton density Fse Coronal Oblique Fatsat Acl* dan *Proton density Fse Axial Oblique Fatsat Acl* di Instalasi Radiologi RSUD X Denpasar. Penelitian menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan pendekatan studi kasus pada tiga pasien. Data diperoleh melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemeriksaan MRI genu dilakukan melalui persiapan pasien, skrining keselamatan MRI, *positioning*, penggunaan *knee coil*, *planning*, dan akuisisi citra. Protokol pemeriksaan menggunakan sekuens rutin serta dua sekuens khusus ACL yang direncanakan mengikuti arah anatomi ACL. Kedua sekuens tersebut membantu memperjelas gambaran ACL, meliputi diskontinuitas serabut, edema, perubahan sinyal, orientasi, dan area perlekatan ACL sehingga mendukung evaluasi ruptur ACL.

Kata kunci: MRI genu; ruptur ACL; PD FSE FS; ACL oblique.

Abstract: *Anterior Cruciate Ligament (ACL) rupture is a knee ligament injury that requires imaging examination to evaluate the condition of the ligament. Magnetic Resonance Imaging (MRI) can provide images of soft tissue and the ACL in various imaging planes. This study aimed to determine the MRI genu examination procedure in cases of ACL rupture and the role of Proton density Fse Coronal Oblique Fatsat Acl and Proton density Fse Axial Oblique Fatsat Acl sequences at the Radiology Department of X General Hospital Denpasar. This study used a descriptive qualitative method with a case study approach involving three patients. Data were obtained through observation, interviews, and documentation. The results showed that MRI genu examination included patient preparation, MRI safety screening, positioning, knee coil placement, planning, and image acquisition. The examination protocol used routine sequences and two ACL-specific sequences planned according to the anatomical direction of the ACL. Both sequences helped clarify ACL visualization, including fiber discontinuity, edema, signal changes, orientation, and attachment areas, thereby supporting the evaluation of ACL rupture.*

Keywords: MRI genu; ACL rupture; PD FSE FS; ACL oblique

Pendahuluan

Ruptur *Anterior Cruciate Ligament* (ACL) merupakan salah satu cedera ligamentum pada sendi lutut yang dapat terjadi akibat trauma kontak maupun non-kontak. Cedera ACL dapat berhubungan dengan gerakan deselerasi mendadak, perubahan arah secara cepat, hiperekstensi, rotasi lutut, atau pendaratan yang tidak stabil. Kondisi ini dapat menyebabkan nyeri, pembengkakan, hemarthrosis, keterbatasan gerak, dan instabilitas sendi lutut. Cedera ACL juga dapat disertai cedera pada struktur lain, seperti meniskus dan kartilago artikular, sehingga diperlukan pemeriksaan yang dapat memberikan informasi mengenai kondisi ligamentum dan struktur intraartikular lutut (Musahl et al., 2022; Zhao et al., 2020).

Secara epidemiologis, cedera ACL masih menjadi masalah muskuloskeletal yang relevan. Studi berbasis data nasional di Korea Selatan menunjukkan adanya peningkatan jumlah tindakan

Anterior Cruciate Ligament Reconstruction (ACLR) dari tahun 2008 sampai 2016, dengan peningkatan insiden dari 21,8 menjadi 29,1 per 100.000 orang-tahun (Chung et al., 2022). Di Indonesia, Damayanthi dan Hosea (2025) melaporkan bahwa insiden cedera sendi lutut berkisar 38–78 per 100.000 pasien, dengan prevalensi cedera ACL sebesar 16%. Pada tingkat lokal, data Risesdas Provinsi Bali tahun 2018 menunjukkan proporsi cedera yang mengganggu aktivitas sehari-hari sebesar 8,80%, dengan anggota gerak bawah sebagai lokasi cedera terbanyak sebesar 67,39% (Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, 2019). Berdasarkan data pemeriksaan di RSUD X Denpasar pada bulan April, dari 31 pemeriksaan MRI genu terdapat 9 pasien dengan klinis ruptur ACL atau sebesar 29,03%. Data tersebut menunjukkan bahwa kasus klinis ruptur ACL ditemukan pada pemeriksaan MRI genu sehingga diperlukan prosedur dan pemilihan sekuens yang sesuai untuk membantu evaluasi kondisi ACL.

Magnetic Resonance Imaging (MRI) merupakan salah satu modalitas yang digunakan dalam evaluasi cedera ACL karena mampu memberikan gambaran jaringan lunak dengan kontras yang baik serta menghasilkan citra pada beberapa bidang. MRI dapat menampilkan struktur ligamentum, meniskus, kartilago articular, tendon, otot, *bone marrow*, cairan sendi, dan edema jaringan lunak. Kemampuan menghasilkan citra pada bidang sagittal, coronal, axial, dan *oblique* dapat membantu mengevaluasi struktur anatomi dan perubahan patologis pada sendi genu, termasuk pada kasus cedera ACL (Westbrook, 2014; Al Mohammad & Gharaibeh, 2024).

Menurut Westbrook (2014), pemeriksaan MRI genu dapat menggunakan beberapa sekuens, antara lain *localizer* atau *scout*, *Proton density* dengan atau tanpa *fat saturation*, *T1 weighted*, *T2 weighted*, *gradient echo*, serta sekuens tambahan sesuai kebutuhan klinis. Pada pemeriksaan ACL, penggunaan beberapa bidang pencitraan diperlukan untuk memberikan informasi mengenai struktur ligamentum dari arah yang berbeda. Potongan sagittal dapat digunakan untuk mengikuti arah perjalanan ACL dari perlekatan femoral menuju perlekatan tibial, sedangkan potongan coronal dan axial dapat memberikan informasi tambahan mengenai area *intercondylar notch*, perlekatan ACL, meniskus, ligamentum kolateral, cairan sendi, dan jaringan lunak di sekitar lutut. Berdasarkan hasil penelitian Nuridzati et al. (2023) menunjukkan bahwa sekuens *T2 SPACE Fatsat* dan *Proton Density SPACE Fatsat* pada potongan sagittal dapat memberikan informasi anatomi MRI genu pada kasus ruptur ACL. Hasil penelitian Kiranawati et al. (2023) juga menunjukkan penggunaan beberapa sekuens pada pemeriksaan MRI genu dengan kasus cedera ACL, yaitu *Proton density TSE Fatsat Coronal*, *Proton density TSE Coronal*, *Proton density TSE Sagittal*, *T2 TSE Coronal*, *T2 TSE Fatsat Sagittal*, *T1 TSE Sagittal*, *Proton density TSE Fatsat Transversal*, dan *T2 STIR TSE Sagittal*. Hasil tersebut menunjukkan bahwa evaluasi ACL pada pemeriksaan MRI genu dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa jenis sekuens dan bidang pencitraan yang disesuaikan dengan kebutuhan pemeriksaan.

Di Instalasi Radiologi RSUD X Denpasar, pemeriksaan MRI genu pada klinis ruptur ACL dilakukan menggunakan pesawat MRI UIH 1,5 Tesla dengan *knee coil*. Prosedur pemeriksaan diawali dengan pemeriksaan surat permintaan, konfirmasi identitas pasien, anamnesis singkat, pengisian *checklist* keselamatan MRI, *screening* benda logam, edukasi pasien, *positioning supine feet first*, penempatan genu pada *knee coil*, *planning slice*, dan akuisisi citra. Protokol rutin yang digunakan terdiri atas *genu scout*, *Proton density Fse Axial Fatsat*, *Proton density Fse Coronal Fatsat*, *T1 Fse Coronal*, *Proton density Fse Sagittal Fatsat*, *Proton density Fse Sagittal*, dan *Bssfp 3D Coronal*. Selain sekuens rutin tersebut, pada kasus tertentu terdapat penambahan sekuens khusus, yaitu *Proton density Fse Coronal Oblique Fatsat Acl* dan *Proton density Fse Axial Oblique Fatsat Acl*. Penyesuaian ini bertujuan untuk memperjelas visualisasi ACL, terutama pada area *intercondylar notch*, area perlekatan femoral dan tibial, perubahan orientasi ligamentum, edema, serta diskontinuitas serabut. Sekuens *Proton density Fse Coronal Oblique Fatsat Acl* digunakan untuk memperjelas gambaran ACL pada potongan coronal khusus, sedangkan *Proton density Fse Axial Oblique Fatsat Acl* digunakan untuk menilai orientasi dan area perlekatan ACL pada potongan axial khusus.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui mengetahui prosedur pemeriksaan MRI genu pada kasus rupture ACL serta menganalisis peranan sekuens *Proton density Fse Coronal Oblique Fatsat Acl* dan *Proton density Fse Axial Oblique Fatsat Acl* dalam membantu evaluasi ruptur ACL di Instalasi Radiologi RSUD X Denpasar.

Metode

Jenis penelitian ini adalah deskriptif kualitatif dengan pendekatan studi kasus. Penelitian dilakukan pada bulan April 2026 di Instalasi Radiologi RSUD X Denpasar menggunakan pesawat MRI UIH 1,5 Tesla. Sampel penelitian terdiri atas tiga pasien dengan klinis suspek ruptur ACL yang dipilih secara *purposive sampling* berdasarkan kelengkapan data citra MRI, parameter sekuens, *planning* potongan, dan hasil ekspertise dokter radiologi. Informan penelitian terdiri atas dua radiografer MRI dan satu dokter spesialis radiologi. Data diperoleh melalui observasi langsung terhadap prosedur pemeriksaan, wawancara terstruktur, dan dokumentasi berupa surat permintaan, *checklist* keselamatan MRI, parameter sekuens, citra MRI yang telah dianonimkan, *planning* potongan, serta hasil ekspertise. Analisis data dilakukan secara deskriptif melalui reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Keabsahan data dijaga melalui triangulasi sumber dan teknik dengan membandingkan hasil observasi, wawancara, dokumentasi citra, parameter sekuens, dan hasil ekspertise. Penelitian dilakukan setelah memperoleh izin dari pihak rumah sakit, identitas pasien disamarkan, dan data digunakan hanya untuk kepentingan akademik.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian, pemeriksaan MRI genu pada kasus ruptur ACL di Instalasi Radiologi RSU X Denpasar dilakukan melalui beberapa tahapan, mulai dari persiapan pasien, skrining keselamatan MRI, *positioning*, penggunaan *knee coil*, *planning*, hingga akuisisi citra. Pasien diposisikan *supine feet first* dengan genu yang diperiksa berada ditengah *knee coil*. Pada kondisi tertentu digunakan *foam pad* atau *strap* untuk membantu mempertahankan posisi lutut. Selama pemeriksaan ditemukan beberapa kendala berupa gerakan pasien, nyeri lutut, dan rasa kurang nyaman. Temuan tersebut menunjukkan bahwa persiapan dan *positioning* menjadi bagian penting dalam pemeriksaan karena pasien perlu mempertahankan posisi selama proses akuisisi citra. Prosedur tersebut secara umum sesuai dengan prinsip pemeriksaan MRI yang dijelaskan oleh Westbrook et al. (2014).

Setelah *positioning*, dilakukan *genu scout* sebagai dasar untuk menentukan *planning* pemeriksaan. Berdasarkan hasil observasi, *planning* dilakukan pada bidang axial, coronal, dan sagittal sesuai dengan sekuens yang digunakan. Penggunaan beberapa bidang tersebut diperlukan karena ACL memiliki orientasi anatomi tertentu sehingga evaluasinya tidak hanya dilakukan dari satu bidang. Westbrook et al. (2014) menjelaskan bahwa *localizer* digunakan sebagai dasar dalam menentukan orientasi pemeriksaan sebelum dilakukan akuisisi citra diagnostik. Hasil penelitian ini juga sejalan dengan Kiranawati et al. (2023) yang menggunakan beberapa bidang dan sekuens pada pemeriksaan MRI genu dengan kasus cedera ACL, yaitu *Proton density TSE Fatsat Coronal*, *Proton density TSE Coronal*, *Proton density TSE Sagittal*, *T2 TSE Coronal*, *T2 TSE Fatsat Sagittal*, *T1 TSE Sagittal*, *Proton density TSE Fatsat Transversal*, dan *T2 STIR TSE Sagittal*. Persamaannya terletak pada penggunaan pemeriksaan multiplanar, sedangkan jenis sekuens yang digunakan berbeda.

Protokol pemeriksaan di RSU X Denpasar terdiri atas *genu scout*, *Proton density Fse Axial Fatsat*, *Proton density Fse Coronal Fatsat*, *T1 Fse Coronal*, *Proton density Fse Sagittal Fatsat*, *Proton density Fse Sagittal*, dan *Bssfp 3D Coronal*. Selain sekuens rutin tersebut, terdapat *Proton density Fse Coronal Oblique Fatsat Acl* dan *Proton density Fse Axial Oblique Fatsat Acl* sebagai sekuens tambahan. Jika dibandingkan dengan penelitian Lantang et al. (2023), terdapat persamaan pada penggunaan *Proton density Fatsat*, *T1*, dan sekuens *3D*. Namun, Lantang et al. menggunakan tambahan *T2*, *STIR*, *T2* GRE*, *PD 3D Cube*, dan *T2 Mapping MR Cartigram*. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa susunan protokol MRI genu pada kasus ACL dapat berbeda sesuai dengan protokol yang diterapkan pada masing-masing fasilitas.

Parameter yang digunakan pada setiap sekuens pemeriksaan MRI genu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Sekuens Pemeriksaan MRI Genu di RSUD X Denpasar

Sekuens	TR	TE	Slice Thickness	Matrix	FOV	Scan Time
<i>Pd Fse Axial Fatsat</i>	3869	34	3.0	224x320	160x160	03:05
<i>Pd Fse Coronal Fatsat</i>	4084	34	3.0	224x320	160x160	03:05
<i>T1 Fse Coronal</i>	721	9	3.0	228x304	160x160	02:58
<i>Pd Fse Sagittal Fatsat</i>	4056	37	3.0	228x304	160x160	03:28
<i>Pd Fse Sagittal</i>	3691	38	3.0	269x384	160x160	03:04
<i>Bssfp 3d Coronal</i>	10	4	1.5	320x320	160x160	04:42
<i>Pd Fse Coronal Oblique Fatsat Acl</i>	2500	38	2.0	224x320	160x160	02:23
<i>Pd Fse Axial Oblique Fatsat Acl</i>	2500	38	2.0	224x320	160x160	02:23

Proton density Fse Sagittal Fatsat merupakan salah satu sekuens rutin yang digunakan di RSUD X Denpasar dengan *slice thickness* 3,0 mm. Pada tiga pasien penelitian ditemukan variasi kondisi ACL, yaitu *complete tear* pada pasien pertama dan ketiga serta *partial thickness tear* pada pasien kedua. Pada pasien kedua ditemukan peningkatan sinyal dan diskontinuitas sebagian serabut ACL. Penggunaan *proton density* dengan *fat saturation* pada bidang sagittal juga ditemukan pada penelitian Nuridzati et al. (2023), yang membandingkan *Proton density SPACE Fatsat* dan *T2 SPACE Fatsat* pada pasien dengan klinis ruptur ACL. Penelitian tersebut menunjukkan perbedaan informasi anatomi secara keseluruhan dengan nilai $p = 0,001$, sedangkan pada anatomi ACL tidak ditemukan perbedaan bermakna dengan nilai $p = 0,564$. Dengan demikian, hasil penelitian Nuridzati et al. dapat digunakan sebagai pembanding terhadap penggunaan *Proton density Fse Sagittal Fatsat* dalam penelitian ini, tetapi kedua penelitian memiliki tujuan yang berbeda karena penelitian ini tidak melakukan perbandingan statistik antar-sekuens.

Hasil penelitian juga dapat dibandingkan dengan penelitian Masus et al. (2024) yang membandingkan *Proton density Fatsat* dengan *Proton density Dixon* pada potongan sagittal pada kasus ruptur ACL. Penelitian tersebut mendapatkan perbedaan informasi citra pada ACL dan PCL dengan nilai $p = 0,002$ dan menunjukkan bahwa *Proton density Fatsat* memiliki *mean rank* lebih tinggi dibandingkan *Proton density Dixon*. Temuan tersebut menjadi pembanding terhadap penggunaan *Proton density Fse Sagittal Fatsat* di RSUD X Denpasar. Namun, hasil tersebut tidak dapat digunakan untuk menyatakan bahwa sekuens *Proton density Fse Sagittal*

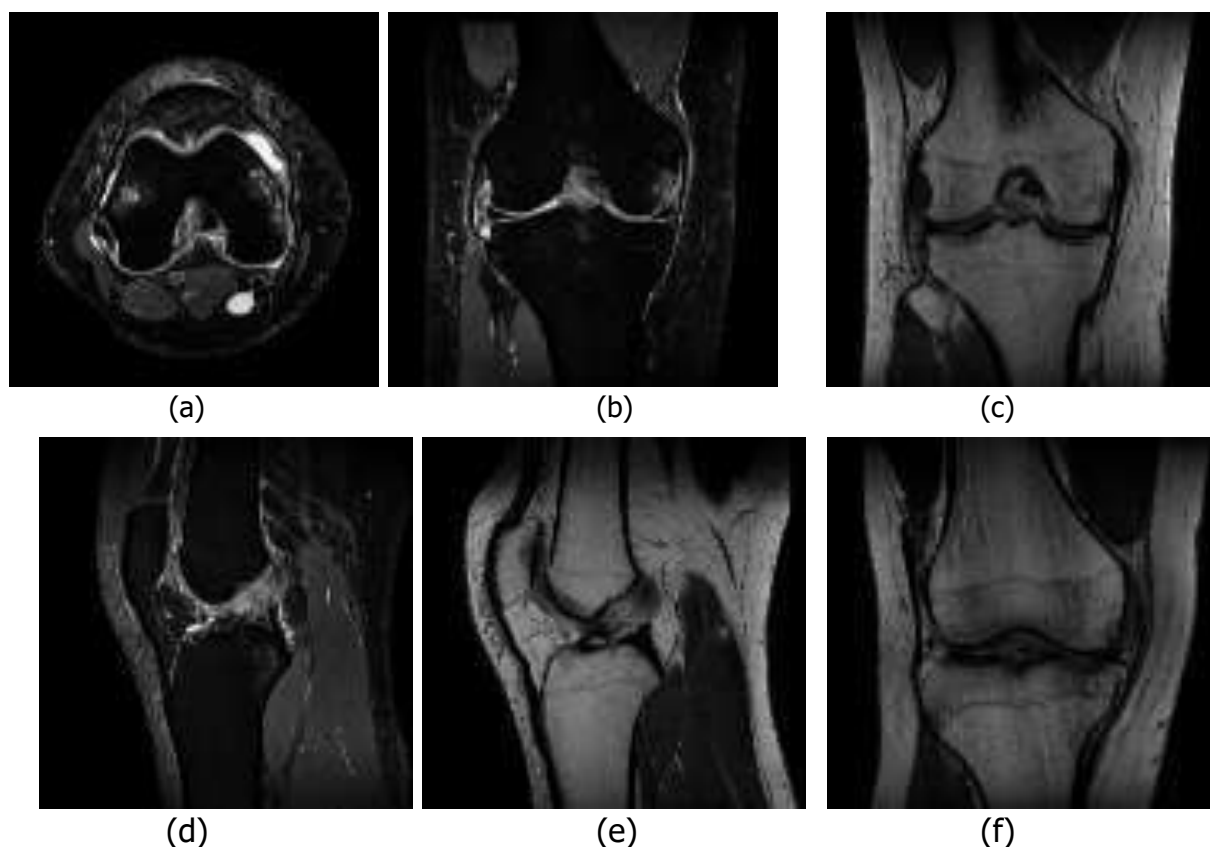
Fatsat pada penelitian ini lebih baik, karena penelitian yang dilakukan di RSUD X Denpasar tidak dirancang untuk membandingkan performa dua sekuens. Perbedaan tujuan penelitian tersebut perlu diperhatikan agar hasil penelitian terdahulu tidak ditarik menjadi kesimpulan yang tidak diuji pada penelitian ini.

Pada bidang axial dan coronal, RSUD X Denpasar menggunakan *Proton density Fse Axial Fatsat* dan *Proton density Fse Coronal Fatsat*. Kedua sekuens tersebut merupakan bagian dari protokol rutin dan digunakan untuk melengkapi informasi dari bidang sagittal. Berdasarkan hasil wawancara, sekuens rutin digunakan untuk menilai ACL, PCL, meniskus, kartilago, *bone marrow*, cairan sendi, dan jaringan lunak. Penggunaan beberapa bidang pada pemeriksaan MRI genu juga ditemukan pada penelitian Kiranawati et al. (2023). Dengan demikian, penggunaan bidang axial, coronal, dan sagittal dalam penelitian ini tidak hanya ditujukan untuk mengevaluasi ACL, tetapi juga memberikan informasi mengenai struktur lain pada sendi lutut.

Proton density Fse Coronal Fatsat pada penelitian ini menggunakan *slice thickness* 3,0 mm. Penggunaan *proton density* dengan teknik *fat saturation* pada bidang coronal juga terdapat pada penelitian Fajar et al. (2024), yang membandingkan *Proton density TSE Fat Saturation* dengan *T2 Fat Saturation BLADE* pada pemeriksaan MRI knee. Kesamaan tersebut menunjukkan bahwa *proton density* dengan *fat saturation* pada bidang coronal juga digunakan pada penelitian lain. Namun, tujuan penelitian Fajar et al. berbeda dengan penelitian ini karena Fajar et al. melakukan perbandingan antar-sekuens, sedangkan penelitian ini membahas penerapan protokol MRI genu pada kasus ruptur ACL di RSUD X Denpasar.

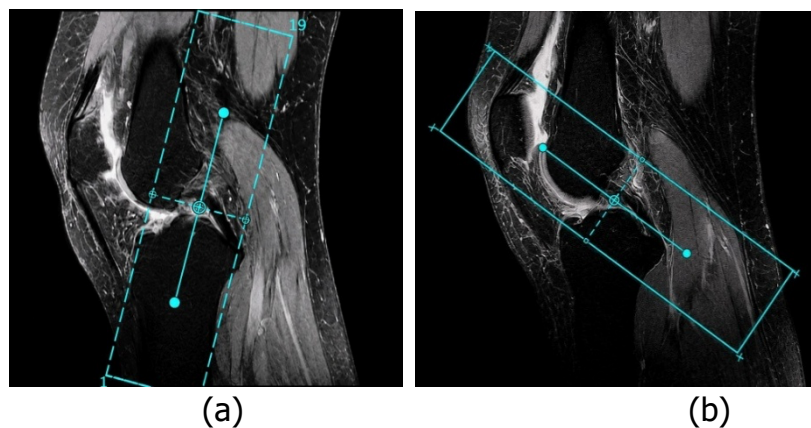
Sekuens *T1 Fse Coronal*, *Proton density Fse Sagittal*, dan *Bssfp 3D Coronal* juga menjadi bagian dari protokol pemeriksaan. *T1 Fse Coronal* menggunakan *slice thickness* 3,0 mm, sedangkan *Bssfp 3D Coronal* menggunakan *slice thickness* 1,5 mm. Penggunaan sekuens *3D* pada pemeriksaan MRI *knee* juga ditemukan pada penelitian Lantang et al. (2023), yaitu *Proton Density 3D Cube*, meskipun jenis sekuens yang digunakan berbeda. Selain itu, Azzahra et al. (2023) menggunakan *Proton Density Fatsat* pada bidang axial, coronal, dan sagittal serta menambahkan sekuens *Axial 3D Spoiled Gradient Recalled Echo*. Perbedaan jenis dan kombinasi sekuens tersebut menunjukkan bahwa protokol pemeriksaan MRI genu dapat bervariasi sesuai dengan kebutuhan evaluasi dan protokol yang diterapkan pada masing-masing fasilitas.

Hasil citra dari sekuens rutin ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil citra setiap sekuens rutin pada pemeriksaan MRI genu: (a) *Pd Fse Axial Fatsat*, (b) *Pd Fse Coronal Fatsat*, (c) *T1 Fse Coronal*, (d) *Pd Fse Sagittal Fatsat*, (e) *Pd Fse Sagittal*, dan (f) *Bssfp 3D Coronal*.

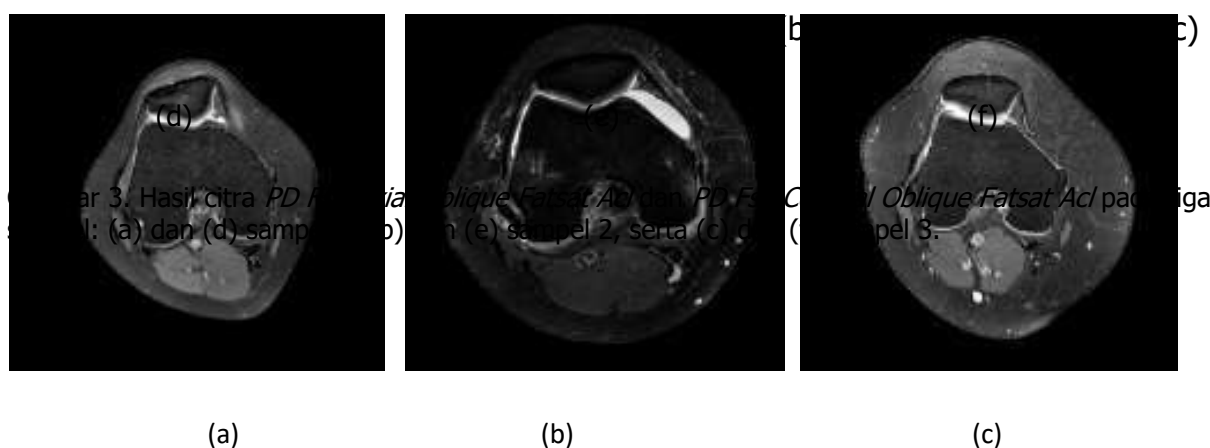
Selain sekuens rutin, pada penelitian ini digunakan dua sekuens tambahan, yaitu *Proton density Fse Coronal Oblique Fatsat Acl* dan *Proton density Fse Axial Oblique Fatsat Acl*. Kedua sekuens tersebut menggunakan *slice thickness* 2,0 mm, sedangkan beberapa sekuens rutin menggunakan *slice thickness* 3,0 mm. Pada penelitian ini, *planning* sekuens *Proton density Fse Coronal Oblique Fatsat Acl* dilakukan berdasarkan citra sagittal *localizer* dengan mengatur kemiringan *slice* coronal mengikuti arah ACL. Sementara itu, *planning* sekuens *Proton density Fse Axial Oblique Fatsat Acl* dilakukan berdasarkan citra sagittal dengan mengatur potongan axial mengikuti arah ACL dan memastikan seluruh ligamentum masuk ke dalam area pemindaian. Kedua sekuens tersebut digunakan untuk membantu memperjelas diskontinuitas serabut ACL, edema, dan perubahan sinyal ligamentum. Dengan demikian, penambahan kedua sekuens tersebut dalam penelitian ini lebih tepat dipahami sebagai sekuens tambahan untuk membantu evaluasi ACL, bukan sebagai pengganti protokol rutin MRI genu.



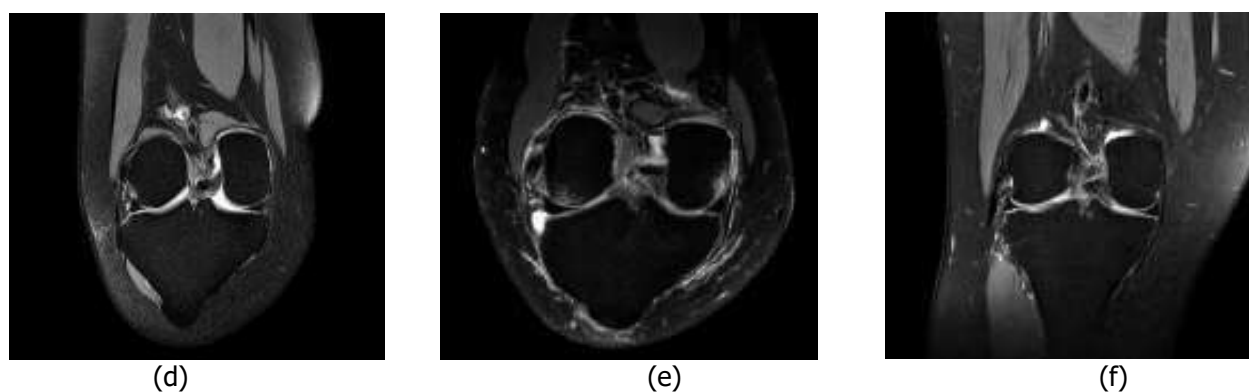
Gambar 2. Planning sekuens khusus ACL: (a) *planning PD Fse Axial Oblique Fatsat Acl* dan (b) *planning PD Fse Coronal Oblique Fatsat Acl*.

Penggunaan orientasi *oblique* pada penelitian ini dapat dibandingkan dengan penelitian Chen et al. (2024) yang membahas *high-resolution oblique coronal MRI* untuk visualisasi ACL. Penelitian tersebut melaporkan visualisasi keseluruhan ACL pada sedikitnya tiga lapisan sebesar 96,7% pada teknik *oblique coronal*, sedangkan pada pemeriksaan konvensional sebesar 12,0%, dengan *slice thickness* 1,2 mm. Pada penelitian di RSUD X Denpasar, *slice thickness* pada kedua sekuens khusus ACL adalah 2,0 mm. Selain itu, Li et al. (2024) menggunakan *thin-slice oblique sagittal fat suppression proton density weighted imaging* dalam evaluasi cedera ACL. Persamaan penelitian Chen et al. (2024), Li et al. (2024), dan penelitian ini terletak pada penggunaan orientasi *oblique* serta penyesuaian bidang potongan terhadap arah anatomi ACL, sedangkan terdapat perbedaan pada bidang potongan, parameter pemeriksaan, dan desain penelitian berbeda.

Hasil citra dari penggunaan sekuens *Proton density Fse Axial Oblique Fatsat Acl* dan *Proton density Fse Coronal Oblique Fatsat Acl* pada tiga pasien penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil citra *PD Fse Axial Oblique Fatsat Acl* dan *PD Fse Coronal Oblique Fatsat Acl* pada tiga sampel: (a) dan (d) sampel 1, (b) dan (e) sampel 2, serta (c) dan (f) sampel 3.



Gambar 3. Hasil citra *PD Fse Axial Oblique Fatsat Acl* dan *PD Fse Coronal Oblique Fatsat Acl* pada tiga sampel: (a) dan (d) sampel 1, (b) dan (e) sampel 2, serta (c) dan (f) sampel 3.

Hasil ekspertise pada tiga pasien menunjukkan adanya variasi kelainan ACL dan kelainan penyerta. Pasien pertama mengalami *complete tear* ACL disertai *buckling* dan *sprain* PCL, *complex tear* posterior horn lateral meniscus, *bone marrow edema*, serta *osteochondral injury*. Pasien kedua mengalami *partial thickness tear* ACL dengan peningkatan sinyal dan diskontinuitas sebagian serabut ACL, disertai *meniscus tear*, *suprapatellar bursitis*, dan *knee joint effusion*. Pasien ketiga mengalami *complete tear* ACL disertai *partial tear* PCL dan *complex tear* posterior root lateral meniscus. Temuan tersebut menunjukkan bahwa pada tiga pasien penelitian terdapat variasi kondisi ACL dan kelainan penyerta pada struktur lain di sekitar sendi lutut. Hal tersebut sesuai dengan pembahasan Musahl et al. (2022) mengenai cedera ACL dan struktur lain pada sendi lutut. Oleh karena itu, pemeriksaan MRI genu tidak hanya memberikan informasi mengenai kondisi ACL, tetapi juga dapat memperlihatkan kelainan pada struktur intraartikular lainnya.

Berdasarkan hasil wawancara dengan dokter radiologi dan radiografer, terdapat beberapa kategori utama yang memperkuat pembahasan, yaitu fungsi sekuens MRI, interpretasi radiologis, prosedur teknis, serta kualitas citra dan kenyamanan pasien. Dokter radiologi menjelaskan bahwa *Proton density Fse Coronal Oblique Fatsat Acl* sangat membantu untuk konfirmasi ruptur ACL dari bidang pemeriksaan yang berbeda, sedangkan *Proton density Fse Axial Oblique Fatsat Acl* membantu memberikan gambaran ACL dari *view* yang berbeda. Kedua sekuens tersebut membantu memperjelas diskontinuitas serabut ACL, edema, dan perubahan sinyal ligamentum. Sementara itu, radiografer menjelaskan bahwa pemeriksaan dilakukan melalui tahapan identifikasi pasien, verifikasi indikasi klinis dan sisi lutut, *skining* MRI, pelepasan benda logam, edukasi pasien, *positioning supine feet first*, penggunaan *knee coil*, serta imobilisasi dengan *foam pad* atau *strap* bila diperlukan. Hal ini menunjukkan bahwa keberhasilan pemeriksaan MRI genu pada kasus ruptur ACL tidak hanya bergantung pada penggunaan sekuens, tetapi juga pada ketepatan prosedur teknis dan kerja sama antara dokter radiologi dan radiografer.

Berdasarkan pembahasan tersebut, prosedur pemeriksaan MRI genu di RSUD X Denpasar memiliki kesesuaian dengan prinsip dasar pemeriksaan MRI genu menurut Westbrook et al. (2014), terutama dalam penggunaan *localizer*, pemeriksaan multiplanar, dan pemilihan beberapa sekuens sesuai kebutuhan pemeriksaan. Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu, terdapat persamaan pada penggunaan *Proton density Fatsat* dan beberapa bidang pencitraan, tetapi terdapat perbedaan pada jenis sekuens, penggunaan sekuens *3D*, orientasi *oblique*, dan *slice thickness*. Penelitian Kiranawati et al. (2023), Nuridzati et al. (2023), Lantang et al. (2023), Azzahra et al. (2023), Fajar et al. (2024), dan Masus et al. (2024) menunjukkan adanya variasi penggunaan sekuens dan bidang pencitraan dalam pemeriksaan MRI genu dengan fokus evaluasi ACL. Sementara itu, penggunaan orientasi khusus dalam evaluasi ACL dibahas oleh Chen et al. (2024) dan Li et al. (2024).

Pada penelitian ini, sekuens *Proton density Fse Coronal Fatsat Acl* dan *Proton density Fse Axial Fatsat Acl* digunakan sebagai sekuens tambahan untuk membantu evaluasi ACL. Hasil penelitian ini menggambarkan prosedur pemeriksaan dan penggunaan sekuens yang diterapkan di Instalasi Radiologi RSUD X Denpasar. Penelitian ini tidak melakukan perbandingan statistik antar sekuens.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, prosedur pemeriksaan MRI genu pada kasus ruptur *anterior cruciate ligament* (ACL) di Instalasi Radiologi RSUD X Denpasar dilakukan melalui tahapan persiapan pasien, verifikasi identitas, indikasi klinis dan sisi lutut, skrining keselamatan MRI, pelepasan benda logam, edukasi pasien, *positioning supine feet first*, penggunaan *knee coil*, *planning*, dan akuisisi citra. Protokol pemeriksaan menggunakan sekuens rutin yang terdiri atas *Proton density Fse Axial Fatsat*, *Proton density Fse Coronal Fatsat*, *T1 Fse Coronal*, *Proton density Fse Sagittal Fatsat*, *Proton density Fse Sagittal*, dan *Bssfp 3D Coronal*, serta sekuens tambahan *Proton density Fse Coronal Oblique Fatsat Acl* dan *Proton density Fse Axial Oblique Fatsat Acl*. Kedua sekuens khusus ACL menggunakan *slice thickness* 2,0 mm dan direncanakan mengikuti arah anatomi ACL. Berdasarkan hasil observasi, dokumentasi, hasil ekspertise, dan wawancara, penambahan kedua sekuens tersebut membantu memperjelas visualisasi serabut ACL, perubahan sinyal, edema, dan diskontinuitas ligamentum sehingga mendukung evaluasi ruptur ACL serta kelainan penyerta pada struktur sendi genu.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Instalasi Radiologi RSUD X Denpasar yang telah memberikan izin dan kesempatan untuk melaksanakan penelitian. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung proses penelitian ini

hingga selesai.

Referensi

- Al Mohammad, B., & Gharaibeh, M. A. (2024). Magnetic resonance imaging of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedic Research and Reviews*, 16, 233–242. <https://doi.org/10.2147/ORR.S450336>
- Azzahra, R. Z., Prasetya, I. M. L., & Lesmanasari, I. (2023). Teknik pemeriksaan MRI genu dengan penambahan sequence axial 3D spoiled gradient recalled echo. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Kedokteran (JURRIKE)*, 2(2), 92–108. <https://doi.org/10.55606/jurrike.v2i2.1868>
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. (2019). *Laporan Provinsi Bali Riskesdas 2018*. Lembaga Penerbit Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan.
- Chen, C., Liu, X., Wu, P., Liang, Q., Peng, S., Hu, P., & Liao, Y. (2024). High-resolution oblique coronal MRI at optimal flexed-knee angle: A novel imaging method for enhanced anterior cruciate ligament tear diagnosis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 19, 456. <https://doi.org/10.1186/s13018-024-04956-w>
- Chung, K. S., Kim, J. H., Kong, D. H., Park, I., Kim, J. G., & Ha, J. K. (2022). An increasing trend in the number of anterior cruciate ligament reconstruction in Korea: A nationwide epidemiologic study. *Clinics in Orthopedic Surgery*, 14(2), 220–226. <https://doi.org/10.4055/cios20276>
- Damayanthy, E. D., & Hosea, N. (2025). Characteristics of patients with anterior cruciate ligament injury at Ulin Hospital Banjarmasin, Indonesia. *Majalah Kedokteran Bandung*, 57(1), 74–79. <https://doi.org/10.15395/mkb.v57.3887>
- Fajar, M., Prastanti, A. D., & Jannah, M. (2024). Optimasi teknik MRI untuk *knee joint*: Perbandingan PD TSE fat saturation dan T2 fat saturation BLADE pada potongan coronal. *Jurnal Imejng Diagnostik*, 10(2), 103–110. <https://doi.org/10.31983/jimed.v10i2.11629>
- Kiranawati, A. D., Sugiyanto, & Setiawan, A. N. (2023). Prosedur pemeriksaan MRI genu dengan kasus cedera anterior cruciate ligament (ACL) di Instalasi Radiologi RS Mardi Rahayu Kudus. *Jurnal Imejng Diagnostik*, 9(2), 88–95. <https://doi.org/10.31983/jimed.v9i2.10331>
- Lantang, M. R., Diartama, A. A., & Triningsih, T. (2023). Peranan sekuen Cartigram pada pemeriksaan MRI *knee joint* dengan kasus anterior cruciate ligament di Instalasi Radiologi RSUD Sidoarjo. *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan Indonesia*, 3(3), 273–278. <https://doi.org/10.55606/jikki.v3i3.2341>
- Li, K., Jhonatan, F. Y., Yu, Z., Liu, J., Huang, L., Yang, H., & Du, J. (2024). A new modified MR dual precision positioning of thin-slice oblique sagittal fat suppression proton density weighted imaging: Its diagnostic accuracy in anterior cruciate ligament injury. *Scientific Reports*, 13, 23109. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-50909-4>
- Masus, G. M. P., Jeniyanthi, N. P. R., & Sugiarta, I. P. (2024). Informasi citra MRI genu kasus rupture ACL sekuen PD FATSAT dan Dixon. *PREPOTIF: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8(3), 6486–6492. <https://doi.org/10.31004/prepotif.v8i3.34557>
- Musahl, V., Nazzal, E. M., Lucidi, G. A., Serrano, R., Hughes, J. D., Margheritini, F., Zaffagnini, S., Fu, F. H., & Karlsson, J. (2022). Current trends in the anterior cruciate ligament part 1: Biology and biomechanics. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 30(1), 20–33. <https://doi.org/10.1007/s00167-021-06826-y>
- Nuridzati, A., Susanto, E., & Rasyid. (2023). Informasi anatomi MRI genu sekuen T2 SPACE FS dan PD SPACE FS pada potongan sagital dengan klinis ruptur anterior cruciate ligament (ACL). *Jurnal Imejng Diagnostik*, 9(1), 41–49. <https://doi.org/10.31983/jimed.v9i1.9771>
- Westbrook, C., Roth, C. K., & Talbot, J. (2014). *Handbook of MRI techniques* (4th ed.). Wiley-Blackwell.
- Zhao, M., Zhou, Y., Chang, J., Hu, J., Liu, H., Wang, S., Si, D., Yuan, Y., & Li, H. (2020). The accuracy of MRI in the diagnosis of anterior cruciate ligament injury. *Annals of Translational Medicine*, 8(24), 1657. <https://doi.org/10.21037/atm-20-7391>