E-ISSN: 3025-0994
Halaman 1994-2005
Volume 4 Nomor 4 Tahun 2026

Radiografi Ossa Antebrachi dengan Sangkaan Fraktur Shaft Radius Ulna di Rumah Sakit Adam Malik Medan Tahun 2026

Rimna Claudiya Br. Sitepu[1], Parsaoran Pardede[2], Dame Meldaria Sipahutar[3], Fitler[4]

[1,2,3,4] Program Studi Diploma III Radiodiagnostik dan Radioterapi, Fakultas Teknologi dan Ilmu Kesehatan, Universitas Senior Medan
e-mail: claudiyasitepu@gmail.com

Abstrak

Fraktur shaft radius ulna merupakan cedera pada batang tulang lengan bawah yang umumnya disebabkan oleh trauma dan memerlukan pemeriksaan radiografi untuk menegakkan diagnosis serta menentukan penatalaksanaan. Variasi teknik pemeriksaan antarfasilitas pelayanan kesehatan serta kondisi nyeri dan keterbatasan gerak pasien dapat memengaruhi kualitas citra yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan mengetahui prosedur pemeriksaan radiografi ossa antebrachi dengan sangkaan fraktur shaft radius ulna di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Adam Malik Medan, meliputi tujuan penggunaan proyeksi, penerapan proteksi radiasi, dan faktor eksposi. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan teknik purposive sampling dan melibatkan satu pasien laki-laki berusia 42 tahun dengan diagnosis klinis suspek fraktur shaft radius ulna kanan. Data dikumpulkan melalui observasi langsung, dokumentasi citra digital, dan rekam medik pada Maret sampai Mei 2026, kemudian dianalisis secara deskriptif kualitatif. Pemeriksaan dilakukan dengan pesawat Philips Digital Diagnost menggunakan proyeksi Antero-Posterior dan Lateral, jarak fokus ke detektor 100 cm, faktor eksposi 50 kV dan 5 mAs, dengan sinar pusat tegak lurus pada pertengahan antebrachi. Pasien diposisikan berbaring di atas brankar dengan bantuan keluarga yang dilindungi apron timbal. Citra menunjukkan fraktur komplit pada shaft radius dan ulna kanan disertai pergeseran fragmen distal ulna ke medial, pemendekan, dan pembengkakan jaringan lunak. Kualitas citra pada aspek densitas, kontras, detail, dan ketajaman dinilai baik. Proyeksi AP dan Lateral sudah memadai sehingga proyeksi tambahan tidak diperlukan.

Kata Kunci: Radiografi Antebrachi, Fraktur Shaft Radius Ulna, Proyeksi AP, Proyeksi Lateral, Proteksi Radiasi

Abstract

A radius-ulna shaft fracture is a forearm injury commonly caused by trauma that requires radiographic examination for diagnosis and management planning. Variations in technique between facilities, along with the patient's pain and limited mobility, can affect image quality.

This study aimed to determine the radiographic procedure for the antebrachial bones with suspected radius-ulna shaft fracture at the Radiology Installation of Adam Malik Hospital, Medan, including the purpose of the projections, radiation protection, and exposure factors. A descriptive qualitative approach with purposive sampling was used, involving one 42-year-old male patient with a clinical diagnosis of suspected right radius-ulna shaft fracture. Data were collected from March to May 2026 through direct observation, digital image documentation, and medical records, then analyzed descriptively. The examination used a Philips Digital Diagnost unit with Antero-Posterior and Lateral projections, a focus-to-detector distance of 100 cm, and exposure factors of 50 kV and 5 mAs, with the central ray perpendicular to the midpoint of the antebrachium. The patient lay supine on a stretcher, assisted by family members wearing lead aprons. The images showed complete fractures of the right radius and ulna shafts, with medial displacement and shortening of the distal ulnar fragment and soft tissue swelling. Image density, contrast, detail, and sharpness were assessed as good. The AP and Lateral projections were sufficient, so additional projections were unnecessary.

Keywords : Antebrachial Radiography, Radius-Ulna Shaft Fracture, AP Projection, Lateral Projection, Radiation Protection

LATAR BELAKANG

Fraktur atau patah tulang merupakan salah satu masalah kesehatan dengan prevalensi tinggi di seluruh dunia dan menjadi beban yang besar bagi sistem pelayanan kesehatan global. Organisasi Kesehatan Dunia menempatkan trauma muskuloskeletal sebagai penyebab kecacatan jangka panjang yang substansial di berbagai belahan dunia (World Health Organization, 2023). Data dari Global Burden of Disease Study memperkirakan terdapat sekitar 178 juta kasus fraktur baru setiap tahun secara global. Kelompok usia produktif, khususnya 20 hingga 49 tahun, menjadi kelompok yang paling banyak mengalaminya akibat kecelakaan lalu lintas dan aktivitas kerja berisiko tinggi (GBD Fracture Collaborators, 2023). Tingginya angka kejadian tersebut menjadikan penanganan fraktur sebagai prioritas pelayanan kesehatan, mulai dari diagnosis yang akurat sampai intervensi terapeutik yang tepat sasaran.

Kondisi di Indonesia tidak jauh berbeda. Riset Kesehatan Dasar mencatat bahwa cedera akibat kecelakaan merupakan penyebab utama fraktur, dengan kecelakaan lalu lintas sebagai penyumbang terbesar (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2018). Korps Lalu Lintas Kepolisian Negara Republik Indonesia melaporkan 137.851 kejadian kecelakaan lalu lintas pada tahun 2022 dengan 25.671 korban meninggal dunia, dan sebagian korban luka berat mengalami komplikasi fraktur ekstremitas (Korlantas Polri, 2022). Pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor yang terus berlanjut turut meningkatkan risiko kecelakaan dan cedera tulang pada populasi (Badan Pusat Statistik, 2022).

Di antara berbagai lokasi fraktur, cedera pada regio antebrachium atau lengan bawah, khususnya tulang radius dan ulna, termasuk yang paling sering dijumpai dalam praktik klinis sehari-hari (Court-Brown et al., 2022). Fraktur shaft radius ulna adalah patahnya bagian diafisis atau batang kedua tulang tersebut. Cedera ini memiliki karakteristik

khusus karena melibatkan dua tulang penyusun lengan bawah yang bersama-sama berperan dalam gerakan pronasi dan supinasi. Diagnosis atau evaluasi radiografis yang kurang tepat dapat berujung pada gangguan fungsi ekstremitas atas, malunion, nonunion, hingga keterbatasan gerak permanen. Karena itu, pemeriksaan radiografi menjadi modalitas pencitraan utama untuk menilai lokasi fraktur, jenis fraktur, pergeseran fragmen tulang, serta keterlibatan sendi di sekitarnya (Small et al., 2022).

Meskipun radiografi merupakan pemeriksaan standar pada kasus fraktur shaft radius ulna, dalam praktiknya masih ditemukan variasi teknik antarfasilitas pelayanan kesehatan. Perbedaan dalam penentuan proyeksi, posisi pasien, cakupan anatomi yang direkam, dan kualitas citra dapat memengaruhi informasi diagnostik yang dihasilkan. Kondisi ini berpotensi menyulitkan interpretasi radiograf, terutama pada fraktur kompleks yang membutuhkan evaluasi menyeluruh terhadap hubungan anatomi radius dan ulna. Pada pasien trauma akut, tantangan bertambah karena nyeri, pembengkakan, dan keterbatasan gerak membuat posisi ideal seperti yang diuraikan dalam buku teks sering kali sulit dicapai. Radiografer dituntut menghasilkan citra yang informatif tanpa menambah cedera, tanpa pengulangan eksposi yang tidak perlu, dan dengan dosis radiasi serendah yang dapat dicapai.

Kebutuhan akan citra yang optimal menjadi semakin penting pada rumah sakit rujukan seperti Rumah Sakit Adam Malik Medan, yang menangani kasus trauma dengan tingkat kompleksitas beragam. Dokumentasi praktik pemeriksaan di rumah sakit rujukan dapat menjadi bahan pembelajaran bagi tenaga radiografer maupun mahasiswa radiodiagnostik, terutama mengenai cara menjembatani teori dengan kondisi nyata pasien. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan mengetahui prosedur pemeriksaan radiografi ossa antebrachi dengan sangkaan fraktur shaft radius ulna di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Adam Malik Medan. Secara khusus, penelitian ini mengkaji tujuan penggunaan proyeksi Antero-Posterior (AP) dan Lateral, penerapan proteksi radiasi, serta faktor eksposi yang digunakan.

METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif. Pendekatan kualitatif dipilih karena penelitian dilakukan pada kondisi alamiah dengan peneliti sebagai instrumen utama, dan hasilnya lebih menekankan pemahaman makna di balik fenomena yang diamati daripada generalisasi (Sugiyono, 2019). Tujuan penelitian ini adalah menggambarkan secara rinci bagaimana pemeriksaan radiografi antebrachi dilaksanakan pada pasien dengan sangkaan fraktur shaft radius ulna, sehingga desain deskriptif dinilai paling sesuai.

Penelitian dilaksanakan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Adam Malik Medan pada Maret sampai Mei 2026. Pemeriksaan pada sampel yang dilaporkan dalam artikel ini dilakukan pada 30 Maret 2026.

Populasi dan Sampel

Populasi penelitian adalah seluruh pasien yang menjalani pemeriksaan radiografi antebrachi di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Adam Malik Medan. Sampel ditentukan dengan teknik purposive sampling, yaitu pengambilan sumber data berdasarkan pertimbangan tertentu yang bersifat ilmiah (Sugiyono, 2019). Kriteria yang dipertimbangkan

adalah pasien dengan diagnosis klinis suspek fraktur shaft radius ulna yang menjalani pemeriksaan radiografi antebrachi dua proyeksi. Berdasarkan pertimbangan tersebut, sampel penelitian berjumlah satu pasien. Unit data mencakup pasien, rekam medik, dan citra radiografi dalam bentuk digital. Karena sampel hanya satu kasus, penelitian ini bersifat studi kasus yang menekankan kedalaman uraian dan tidak dimaksudkan untuk menarik kesimpulan yang berlaku umum.

Alat dan Teknik Pengumpulan Data

Pemeriksaan dilakukan dengan pesawat sinar-X digital merek Philips model SRO 33100 ROT 380 tipe Digital Diagnost, buatan tahun 2020, yang tersedia satu unit di instalasi tersebut. Perlengkapan lain meliputi detektor digital, marker kanan (R), kolimator, apron timbal untuk pendamping pasien, dan perisai pada ruang kendali.

Data dikumpulkan melalui tiga cara. Pertama, observasi langsung, yaitu peneliti mengamati dan mengikuti pelaksanaan pemeriksaan sejak pasien tiba di instalasi radiologi hingga pengambilan gambar selesai. Kedua, dokumentasi, yaitu pengumpulan citra radiografi digital hasil pemeriksaan. Ketiga, penelaahan rekam medik, yaitu pencatatan identitas, diagnosis klinis, dan hasil bacaan (ekspertise) radiolog. Gabungan ketiga sumber ini digunakan sebagai bentuk triangulasi agar data yang diperoleh lebih akurat.

Teknik Analisis Data

Data dianalisis secara deskriptif kualitatif dalam bentuk rangkaian kalimat yang menjelaskan karakteristik kasus. Analisis dilakukan melalui dua tahap. Tahap pertama adalah observasi terhadap identifikasi pasien, kondisi umum pasien, persiapan alat dan pasien, serta teknik pemeriksaan. Tahap kedua adalah pengamatan rinci terhadap radiograf, yang mencakup proyeksi yang digunakan, kualitas citra (densitas, kontras, detail, dan ketajaman), serta isi ekspertise. Temuan lapangan kemudian dibandingkan dengan teori dan prosedur baku dalam literatur radiografi. Untuk menjaga kerahasiaan, identitas pasien ditulis dalam bentuk inisial dan nomor rekam medik disamarkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Identitas dan Alur Pasien

Subjek penelitian adalah seorang laki-laki berusia 42 tahun, berinisial Tn. D.S., yang diperiksa pada 30 Maret 2026. Jenis pemeriksaan adalah radiografi antebrachi dua proyeksi dengan diagnosis klinis suspek fraktur shaft radius ulna kanan.

Pasien datang ke Instalasi Gawat Darurat bersama keluarga dengan keluhan nyeri pada lengan bawah kanan dan kesulitan menggerakkannya. Dokter jaga melakukan pemeriksaan klinis, kemudian menerbitkan surat permintaan pemeriksaan radiografi antebrachi. Perawat dan keluarga mengantar pasien menggunakan brankar ke instalasi radiologi dan menyerahkan surat permintaan kepada petugas. Petugas radiologi memverifikasi kembali identitas pasien, lalu menjelaskan prosedur agar pasien mengikuti instruksi selama pemeriksaan.

Persiapan Pesawat dan Pasien

Pemeriksaan menggunakan pesawat digital radiografi Philips Digital Diagnost sebagaimana dijelaskan pada bagian Metode. Pasien datang dengan lengan bawah dalam

kondisi cedera, tidak dapat digerakkan, dan tampak berubah bentuk disertai pembengkakan yang jelas. Karena pasien kesakitan dan lengannya bengkak, keluarga diminta mendampingi dan membantu menahan lengan selama pemeriksaan. Keluarga yang membantu diberi apron timbal untuk melindungi dari radiasi hambur.

Tidak ada persiapan khusus. Petugas hanya memastikan tidak ada benda logam pada area pemeriksaan yang berpotensi menimbulkan artefak. Sebelum eksposi, radiografer menjelaskan kepada pasien agar tidak bergerak dan mengikuti aba-aba selama pengambilan gambar.

Teknik Pemeriksaan Proyeksi Antero-Posterior (AP)

Tujuan proyeksi AP adalah memperlihatkan anatomi ossa antebrachi, yaitu radius dan ulna, pada kasus sangkaan fraktur shaft. Pasien berbaring di atas brankar. Objek (antebrachi) dipindahkan secara bersamaan pada bagian proksimal dan distal untuk menjaga kesejajaran segmen dan menghindari pergerakan di sekitar garis fraktur. Pasien diberi tahu bahwa lengannya akan diangkat. Karena pasien tidak mampu mempertahankan posisi, keluarga diminta memegang lengan pasien selama pengaturan posisi.

Titik bidik (central point) berada pada pertengahan antebrachi dengan arah sinar pusat vertikal tegak lurus terhadap detektor. Jarak fokus ke detektor (FFD) 100 cm. Faktor eksposi yang dipilih adalah 50 kV dan 5 mAs, dengan marker kanan (R) terpasang.

Pada radiograf AP tampak fraktur pada batang tulang radius dan batang tulang ulna, dengan pergeseran fragmen distal ulna ke arah medial, serta pembengkakan jaringan lunak regio antebrachi kanan. Evaluasi kualitas citra menunjukkan hasil sebagai berikut.

- **Densitas:** cukup baik. Korteks tulang tampak radiopak dengan perbedaan jelas terhadap jaringan lunak yang masih dapat diamati.
- **Kontras:** baik. Gradasi keabuan antara tulang, jaringan lunak, dan ruang sendi tampak jelas dan garis korteks radius serta ulna dapat dibedakan dari jaringan sekitarnya.
- **Detail:** baik. Struktur radius dan ulna teridentifikasi jelas, sendi siku dan pergelangan tangan masih tercakup, fraktur diafisis disertai pergeseran fragmen dapat diamati.
- **Ketajaman:** cukup baik. Tepi korteks tampak tegas tanpa blur akibat gerakan yang bermakna.

Teknik Pemeriksaan Proyeksi Lateral

Tujuan proyeksi lateral adalah memperlihatkan posisi dan kondisi tulang radius dan ulna dari sisi samping. Pasien tetap berbaring di atas brankar. Lengan bawah diletakkan di atas detektor, tangan dan pergelangan tangan diputar ke posisi lateral, dan batas atas serta bawah lapangan penyinaran diatur agar objek tidak terpotong. Siku tidak difleksikan karena kondisi cedera, dan keluarga kembali membantu menahan lengan pasien.

Titik bidik berada pada pertengahan antebrachi, sinar pusat vertikal tegak lurus, FFD 100 cm, faktor eksposi 50 kV dan 5 mAs, dengan marker kanan (R). Radiograf lateral memperlihatkan fraktur batang radius, fraktur batang ulna dengan pergeseran fragmen distal ke medial, dan pembengkakan jaringan lunak. Evaluasi citra menunjukkan densitas yang optimal dengan rongga medula yang masih dapat dibedakan dari korteks, kontras yang baik sehingga garis fraktur dan hubungan antara fragmen proksimal dan distal tampak jelas, serta

detail yang memperlihatkan displacement dan angulasi fragmen. Ketajaman juga baik, dengan batas korteks radius dan ulna tegas dan tepi fragmen fraktur tajam.

Hasil Bacaan Radiolog

Ekspertise pada foto ossa antebrachi dekstra proyeksi AP dan Lateral menyatakan temuan berikut.

1. Fraktur komplit pada shaft os radius kanan dengan displacement minimal pada fragmen distal.
2. Fraktur komplit pada shaft os ulna kanan dengan pemendekan (shortening) dan pergeseran fragmen distal ke medial.
3. Densitas tulang baik.
4. Tidak tampak lesi litik maupun blastik.
5. Tidak tampak pembentukan osteofit maupun reaksi periosteal.
6. Sela sendi tidak tampak menyempit.
7. Tampak pembengkakan jaringan lunak regio antebrachi kanan.

Kesimpulan ekspertise adalah fraktur komplit pada shaft os radius dan ulna kanan disertai soft tissue swelling regio antebrachi kanan.

Proteksi Radiasi

Kolimasi diatur sesuai kebutuhan pemeriksaan untuk membatasi area penyinaran. Keluarga yang mendampingi pasien menggunakan apron timbal, sedangkan radiografer berlindung di balik dinding perisai selama eksposi berlangsung. Pengolahan citra memakai sistem Digital Radiography (DR).

PEMBAHASAN

Prosedur pemeriksaan dan penyesuaian terhadap kondisi pasien

Rumusan masalah penelitian ini berangkat dari pertanyaan bagaimana memperoleh citra antebrachi yang berkualitas pada pasien yang kesakitan dan terbatas geraknya. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa prosedur di Rumah Sakit Adam Malik mengikuti prinsip dasar teknik radiografi antebrachi, tetapi dengan sejumlah penyesuaian yang masuk akal secara klinis. Teknik radiografi pada dasarnya adalah prosedur pengambilan gambar suatu objek dengan sinar-X untuk menghasilkan citra yang membantu dokter menegakkan diagnosis secara tepat (Ballinger et al., 2016). Dalam praktik, ketepatan itu bergantung pada kemampuan radiografer menyesuaikan prosedur baku dengan keadaan pasien.

Perbedaan antara prosedur baku dan praktik yang diamati ringkas disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 ***Perbandingan Prosedur Baku Menurut Literatur dan Praktik di Lapangan***

Aspek	Literatur (Bontrager & Lampignano, 2018)	Praktik di Rumah Sakit Adam Malik
Posisi pasien	Duduk di ujung meja	Berbaring di atas brankar
Posisi lengan (AP)	Lengan terentang penuh, telapak tangan supinasi	Lengan diangkat dan diposisikan bersama pada bagian proksimal dan distal

Aspek	Literatur (Bontrager & Lampignano, 2018)	Praktik di Rumah Sakit Adam Malik
Posisi lengan (lateral)	Siku fleksi 90°	Siku tidak difleksikan
Titik bidik	Pertengahan antebrachi	Pertengahan antebrachi
Sinar pusat	Vertikal tegak lurus detektor	Vertikal tegak lurus detektor
FFD	90 cm	100 cm
Faktor eksposi	50 kV, 3 mAs	50 kV, 5 mAs

Tabel tersebut memperlihatkan bahwa komponen inti teknik, yakni proyeksi, titik bidik, dan arah sinar, tidak berubah. Penyesuaian terjadi pada posisi pasien dan sebagian parameter teknis. Posisi duduk dengan lengan terentang dan siku fleksi 90° pada lateral sulit dicapai pada pasien yang nyeri, bengkak, dan mengalami deformitas. Memaksakan fleksi siku atau rotasi lengan dapat memperparah cedera, menambah nyeri, dan menggeser fragmen. Pilihan memposisikan pasien di atas brankar, mengangkat lengan secara bersamaan di sisi proksimal dan distal, serta tidak memfleksikan siku, sejalan dengan tujuan utama yang diidentifikasi pada rumusan masalah, yaitu menghindari risiko bertambahnya cedera. Kesulitan mempertahankan posisi karena nyeri diatasi dengan bantuan keluarga, sesuai dengan identifikasi masalah pada penelitian ini.

Keterlibatan keluarga sebagai pendamping memiliki konsekuensi proteksi radiasi. Karena pendamping berada di ruang pemeriksaan saat eksposi, mereka perlu menggunakan alat pelindung. Pemberian apron timbal kepada pendamping pada kasus ini merupakan langkah yang tepat dan perlu dijadikan prosedur tetap setiap kali pasien membutuhkan bantuan fiksasi manual.

Pemilihan dua proyeksi

Penggunaan proyeksi AP dan Lateral sudah sesuai dengan prosedur baku radiografi antebrachi baik dalam teori maupun praktik. Proyeksi AP memperlihatkan seluruh radius dan ulna dengan keterlibatan minimal barisan karpal proksimal dan humerus distal, sehingga hubungan kedua tulang dengan sendi di kedua ujungnya dapat dinilai (Bontrager & Lampignano, 2018). Proyeksi lateral melengkapinya dengan memperlihatkan arah pergeseran dan angulasi pada bidang yang berbeda. Dua proyeksi yang saling tegak lurus dibutuhkan karena fraktur pada satu bidang dapat tampak minimal atau tersamar pada bidang lainnya.

Pada kasus ini, kebutuhan dua proyeksi terbukti. Proyeksi AP memperlihatkan fraktur radius dan ulna serta pergeseran fragmen distal ulna ke medial, sedangkan proyeksi lateral menambah informasi berupa displacement dan angulasi fragmen serta lokasi fraktur ulna pada transisi sepertiga proksimal ke sepertiga tengah. Informasi ini penting untuk perencanaan terapi karena pergeseran dan angulasi pada fraktur kedua tulang lengan bawah memengaruhi keputusan antara pengelolaan konservatif dan operatif serta risiko gangguan rotasi lengan bawah (Small et al., 2022).

Temuan bahwa kedua proyeksi sudah cukup memperlihatkan fraktur mendukung saran penelitian ini bahwa proyeksi tambahan tidak diperlukan pada kasus serupa. Hal ini sejalan dengan prinsip justifikasi dalam proteksi radiasi, yaitu setiap paparan harus memberi manfaat yang lebih besar daripada risikonya (Badan Pengawas Tenaga Nuklir [BAPETEN], 2024). Menambah proyeksi tanpa indikasi klinis berarti menambah dosis tanpa menambah informasi diagnostik. Meski demikian, kesimpulan ini terbatas pada fraktur yang tampak jelas pada dua proyeksi standar. Pada kasus yang dicurigai melibatkan sendi siku atau pergelangan tangan, atau bila cakupan anatomi pada citra tidak mencukupi, proyeksi tambahan atau citra sendi terkait tetap dapat dipertimbangkan oleh radiolog dan klinisi.

Arah sinar, titik bidik, dan jarak fokus ke detektor

Titik bidik pada pertengahan antebrachi dengan sinar pusat vertikal tegak lurus terhadap detektor sesuai dengan literatur (Bontrager & Lampignano, 2018). Penempatan sinar pusat pada pertengahan objek bertujuan menjaga distorsi bentuk seminimal mungkin dan memastikan seluruh batang radius dan ulna berada di dalam lapangan penyinaran. Divergensi berkas di bagian tepi akan membuat ruang sendi siku dan pergelangan tangan hanya terbuka sebagian, yang wajar pada proyeksi ini.

FFD yang digunakan di rumah sakit adalah 100 cm, sedangkan literatur menyebut 90 cm. Perbedaan ini bukan penyimpangan yang merugikan, karena 100 cm merupakan jarak standar yang umum digunakan pada pesawat radiografi digital. Dari sudut pandang kualitas citra, FFD yang lebih besar menurunkan ketidaktajaman geometrik. Ketidaktajaman geometrik (Ug) dipengaruhi oleh ukuran bintik fokus dan perbandingan jarak, dengan rumus $Ug = a \times d / (f - d)$, di mana a adalah ukuran bintik fokus, f adalah FFD, dan d adalah jarak objek ke detektor (Rasad, 2005). Semakin besar FFD dan semakin kecil jarak objek ke detektor, semakin tajam gambar yang dihasilkan. Pada pemeriksaan ini lengan diletakkan langsung di atas detektor sehingga jarak objek ke detektor kecil. Kondisi tersebut mendukung ketajaman yang dilaporkan baik pada kedua radiograf.

Faktor eksposi dan prinsip ALARA

Faktor eksposi yang digunakan adalah 50 kV, 100 mA, dan waktu 0,05 detik, sehingga menghasilkan 5 mAs. Tegangan tabung berhubungan dengan kualitas radiasi dan daya tembus sinar-X, sedangkan mAs berhubungan dengan kuantitas radiasi (Rasad, 2005). Antebrachi relatif tipis dengan komposisi dominan tulang dan jaringan lunak, sehingga tegangan rendah sekitar 50 kV sudah memadai dan memberi kontras tulang yang baik. Literatur menyebut 3 mAs, sedangkan di lapangan digunakan 5 mAs. Selisih ini dapat dimaknai sebagai penyesuaian terhadap pembengkakan jaringan lunak yang menambah ketebalan objek, pembesaran jarak FFD dari 90 menjadi 100 cm yang menurunkan intensitas pada detektor, serta karakteristik sensitivitas detektor digital yang digunakan.

Waktu eksposi yang pendek, yaitu 0,05 detik, juga memiliki fungsi penting pada pasien nyeri. Ketidaktajaman akibat gerakan (Um) bergantung pada kecepatan gerak objek dan waktu eksposi (Rasad, 2005). Dengan waktu eksposi yang singkat, kemungkinan blur akibat tremor atau gerakan tidak disengaja dapat ditekan, dan hal ini sesuai dengan hasil pengamatan bahwa tepi korteks tampak tegas tanpa blur yang bermakna. Pemilihan kombinasi mA yang cukup tinggi dengan waktu yang singkat merupakan strategi yang sesuai bagi pasien trauma yang sulit diam.

Pada pesawat digital, citra tidak lagi bergantung pada kehitaman film sehingga pembahasan densitas sebagian ditentukan oleh pengolahan citra pada komputer. Ini membuat kesalahan eksposi dalam batas tertentu dapat dikompensasi. Namun, kemampuan kompensasi tersebut tidak boleh dijadikan alasan untuk menggunakan eksposi berlebih, karena eksposi berlebih tetap meningkatkan dosis pasien meski citra tampak baik di monitor. Karena itu pemilihan faktor eksposi yang sesuai tetap menjadi tanggung jawab radiografer, selaras dengan prinsip ALARA (as low as reasonably achievable) dan prinsip optimasi, yaitu dosis diupayakan serendah yang dapat dicapai dengan tetap mempertimbangkan kualitas diagnostik (BAPETEN, 2024).

Kualitas citra

Kualitas citra radiografi dinilai melalui densitas, kontras, detail, dan ketajaman (Rasad, 2005). Densitas adalah derajat kehitaman yang dipengaruhi oleh tebal objek. Kontras adalah perbedaan densitas antarstruktur. Detail adalah kemampuan memperlihatkan struktur terkecil dari objek. Ketajaman adalah batas tegas antara tulang dan jaringan sekitarnya. Pada kedua radiograf yang diamati, keempat aspek tersebut dinilai baik. Korteks tulang tampak radiopak, jaringan lunak masih terlihat, garis fraktur terlihat jelas, dan tidak ada indikasi eksposi berlebih maupun kurang yang bermakna.

Kriteria evaluasi dalam literatur menuntut anatomi yang ditampilkan mencakup seluruh radius dan ulna dengan sendi siku dan pergelangan tangan, serta sumbu panjang lengan bawah sejajar dengan sumbu panjang detektor (Bontrager & Lampignano, 2018). Pada kasus ini, cakupan anatomi terpenuhi sebagaimana terlihat pada evaluasi detail. Kriteria posisi yang lebih ketat, seperti tidak adanya rotasi pada epikondilus humerus pada proyeksi AP dan tumpang tindih kepala ulna pada proyeksi lateral, tidak dapat dituntut sepenuhnya pada pasien dengan fraktur yang telah mengalami pergeseran. Radiografer dan pembaca citra perlu memahami bahwa kriteria ideal dalam buku teks menjadi acuan, sedangkan pada pasien trauma hasil yang dapat dipertanggungjawabkan secara diagnostik lebih diutamakan daripada kesempurnaan posisi.

Proteksi radiasi

Proteksi radiasi bertujuan meminimalkan risiko akibat paparan radiasi, terutama efek deterministik dan efek stokastik (Indriati Rini dkk., 2017). Tiga prinsip utama, yaitu justifikasi, limitasi, dan optimasi, tercermin dalam praktik yang diamati. Justifikasi terpenuhi karena pemeriksaan dilakukan atas indikasi klinis yang jelas, yaitu nyeri, bengkak, dan deformitas lengan bawah setelah trauma. Optimasi terlihat dari pengaturan kolimasi sesuai kebutuhan serta pemilihan faktor eksposi yang rendah dan waktu yang singkat. Limitasi diwujudkan melalui perlindungan terhadap pendamping pasien dan radiografer sehingga dosis yang diterima tetap di bawah batas yang ditetapkan.

Pengendalian paparan radiasi juga dapat ditinjau dari tiga faktor, yaitu jarak, waktu, dan perisai (Eri, 2015). Hukum kuadrat terbalik menyatakan bahwa dosis akan menurun bila jarak dari sumber radiasi diperbesar. Radiografer yang berada di balik dinding perisai selama eksposi menerapkan faktor jarak dan perisai sekaligus. Waktu eksposi yang singkat menerapkan faktor waktu. Pemakaian apron timbal oleh keluarga pendamping menerapkan faktor perisai terhadap radiasi hambur, yang merupakan sumber paparan utama bagi orang yang berada di dekat pasien (Hiswara, 2023).

Satu catatan perlu dikemukakan. Pada pengamatan ini tidak tercatat penggunaan perisai gonad atau pelindung tiroid pada pasien. Pada pemeriksaan antebrachi, dosis ke organ-organ tersebut sangat rendah karena berkas dibatasi pada lengan bawah dan jaraknya jauh dari lapangan penyinaran, sehingga kolimasi yang tepat tetap menjadi tindakan proteksi yang paling penting. Pendamping yang membantu fiksasi sebaiknya selain memakai apron juga menjauhkan tangannya dari berkas primer, dan bila memungkinkan menggunakan sarung tangan timbal.

Peran digital radiography

Sistem digital radiography menggantikan kaset dan film konvensional dengan detektor elektronik yang mengubah sinar-X menjadi sinyal listrik, yang kemudian dikonversi menjadi data digital dan diproses oleh komputer untuk ditampilkan pada monitor (Seeram, 2019). Bagi pemeriksaan pada pasien trauma, sistem ini menawarkan beberapa keuntungan praktis. Citra dapat dinilai segera di monitor oleh radiografer untuk menentukan kelayakan sebelum diteruskan ke radiolog, sehingga risiko pengulangan eksposi akibat kesalahan teknis dapat ditekan. Rentang dinamik yang luas pada detektor digital juga memberi toleransi terhadap variasi faktor eksposi. Selain itu, citra dapat disimpan dan dikirim melalui jaringan ke ruang baca radiolog sehingga memungkinkan pembacaan jarak jauh dan kebutuhan dokumentasi medikolegal terpenuhi (Seeram, 2019). Pengurangan pengulangan eksposi ini berkontribusi langsung terhadap penurunan dosis kumulatif pasien.

Temuan patologis

Hasil bacaan radiolog menunjukkan fraktur komplit pada shaft radius dan ulna kanan. Secara klasifikasi klinis, fraktur ini termasuk fraktur yang melibatkan diafisis dengan garis patah yang menembus seluruh ketebalan tulang (Price & Wilson, 2014). Pergeseran fragmen distal ulna ke medial disertai pemendekan menunjukkan bahwa energi trauma cukup besar dan cedera tidak stabil. Pada fraktur kedua tulang lengan bawah, ulna dan radius saling terikat melalui membran interoseus dan sendi radioulnar proksimal serta distal, sehingga pergeseran pada satu tulang dapat memengaruhi posisi tulang lainnya (Bontrager & Lampignano, 2018). Pembengkakan jaringan lunak yang tampak pada citra konsisten dengan temuan klinis berupa bengkak dan deformitas.

Temuan negatif pada ekspertise juga bernilai diagnostik. Tidak adanya lesi litik, lesi blastik, osteofit, dan reaksi periosteal serta densitas tulang yang baik mengarahkan pada fraktur traumatik. Hasil ini bukan fraktur patologis akibat proses penyakit yang mendasari seperti tumor atau infeksi tulang, dan bukan fraktur stres akibat trauma ringan berulang (Price & Wilson, 2014). Perbedaan ini penting karena memengaruhi pendekatan penatalaksanaan. Sela sendi yang tidak menyempit menunjukkan tidak ada tanda kelainan degeneratif pada sendi di sekitarnya.

Keterbatasan penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, sampel hanya satu pasien sehingga temuan tidak dapat digeneralisasi pada seluruh kasus fraktur antebrachi. Kedua, penilaian kualitas citra didasarkan pada pengamatan kualitatif, bukan pengukuran objektif seperti pengukuran dosis, indeks eksposi detektor, atau penilaian oleh beberapa pembaca independen. Ketiga, penelitian tidak membandingkan prosedur dengan fasilitas lain sehingga variasi teknik antarrumah sakit yang dipaparkan pada latar belakang belum dapat dipastikan.

Penelitian berikutnya disarankan melibatkan jumlah sampel yang lebih besar, mencakup berbagai tipe dan tingkat keparahan fraktur, dan menambahkan data dosis serta penilaian kualitas citra yang terstandar.

KESIMPULAN

Pemeriksaan radiografi ossa antebrachi dengan sangkaan fraktur shaft radius ulna di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Adam Malik Medan menggunakan dua proyeksi, yaitu Antero-Posterior dan Lateral, dengan titik bidik pada pertengahan antebrachi, sinar pusat vertikal tegak lurus terhadap detektor, FFD 100 cm, dan faktor eksposi 50 kV serta 5 mAs. Kedua proyeksi tersebut mampu memperlihatkan fraktur komplit pada shaft radius dan ulna kanan, pergeseran dan pemendekan fragmen ulna, serta pembengkakan jaringan lunak, sehingga membantu penegakan diagnosis. Pada kondisi pasien yang nyeri dan terbatas geraknya, prosedur disesuaikan dengan memposisikan pasien berbaring di atas brankar, memindahkan lengan secara bersamaan pada bagian proksimal dan distal, dan melibatkan keluarga untuk membantu fiksasi. Penyesuaian ini memungkinkan pemeriksaan berjalan tanpa menambah cedera dan menghasilkan citra dengan densitas, kontras, detail, dan ketajaman yang baik. Proteksi radiasi diterapkan dengan mengatur kolimasi sesuai kebutuhan, memberikan apron timbal kepada keluarga pendamping, serta menempatkan radiografer di balik dinding perisai selama eksposi. Pemakaian sistem digital radiography turut membantu menghasilkan citra yang optimal secara efisien dan mendukung upaya menjaga dosis tetap serendah yang dapat dicapai. Berdasarkan hasil tersebut, disarankan agar pada kasus serupa pemeriksaan tidak ditambah proyeksi lain selama fraktur sudah tampak jelas pada kedua proyeksi standar, karena penambahan proyeksi tanpa indikasi hanya menambah dosis. Pemilihan faktor eksposi perlu disesuaikan dengan ketebalan objek dan kondisi jaringan lunak agar gambaran tulang dan jaringan lunak optimal. Luas lapangan penyinaran sebaiknya dibatasi sesuai kebutuhan klinis dengan waktu eksposi yang singkat guna menurunkan dosis. Prosedur proteksi bagi pendamping pasien, termasuk apron timbal, sebaiknya dibakukan setiap kali pasien memerlukan bantuan fiksasi saat eksposi.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pengawas Tenaga Nuklir. (2024). *Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 4 Tahun 2024 Tentang Proteksi Dan Keselamatan Radiasi*. BAPETEN.

Badan Pusat Statistik. (2022). *Statistik Transportasi Indonesia 2022*. BPS.

Ballinger, P. W., Frank, E. D., & Merrill, V. (2016). *Merrill's Atlas Of Radiographic Positioning And Procedures* (13th Ed.). Elsevier.

Bontrager, K. L., & Lampignano, J. P. (2018). *Textbook Of Radiographic Positioning And Related Anatomy* (9th Ed.). Elsevier.

Bushong, S. C. (2013). *Radiologic Science For Technologists: Physics, Biology, And Protection* (10th Ed.). Elsevier.

Bushong, S. C. (2017). *Radiologic Science For Technologists: Physics, Biology, And Protection* (11th Ed.). Elsevier.

Court-Brown, C. M., Heckman, J. D., Mcqueen, M. M., Ricci, W. M., Tornetta, P., & Mckee, M. D. (2022). *Rockwood And Green's Fractures In Adults* (9th Ed.). Wolters Kluwer.

Dorland, W. A. N. (2002). *Kamus Kedokteran Dorland* (Edisi Bahasa Indonesia). EGC.
Eri, T. (2015). *Proteksi Dan Keselamatan Radiasi Dalam Radiologi Diagnostik*. EGC.
Fatimah. (2020). *Teknik Radiografi Diagnostik*. EGC.
GBD Fracture Collaborators. (2023). Global, Regional, And National Burden Of Fractures, 1990-2021: Findings From The Global Burden Of Disease Study 2021. *The Lancet*.
Ginting, D., Dkk. (2022). *Fisiologi Manusia*. Yayasan Kita Menulis.
Hiswara, E. (2023). *Keselamatan Radiasi Dan Proteksi Radiasi Dalam Pelayanan Kesehatan*. BRIN Press.
Indrajit, R. E. (2011). *Sistem Informasi Radiologi Digital*. Andi.
Indriati Rini, Dkk. (2017). *Proteksi Dan Keselamatan Radiasi*. BATAN Press.
Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2018). *Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) Tahun 2018*. Kementerian Kesehatan RI.
Korlantas Polri. (2022). *Data Kecelakaan Lalu Lintas Tahun 2022*. Korps Lalu Lintas Kepolisian Negara Republik Indonesia.
Malueka, R. G. (2008). *Dasar-Dasar Radiologi Diagnostik*. Pustaka Cendekia.
Nugroho, H. (2013). *Fisika Radiologi Untuk Radiografer*. Nuha Medika.
Price, S. A., & Wilson, L. M. (2014). *Patofisiologi: Konsep Klinis Proses-Proses Penyakit* (6th Ed.). EGC.
Rasad, S. (2005). *Radiologi Diagnostik* (2nd Ed.). Balai Penerbit FKUI.
Seeram, E. (2019). *Digital Radiography: Physical Principles And Quality Control* (2nd Ed.). Springer.
Small, J. O., Solomon, L., & Warwick, D. (2022). *Apley's System Of Orthopaedics And Fractures* (10th Ed.). CRC Press.
Sobotta. (2018). *Sobotta Atlas Of Human Anatomy* (16th Ed.). Elsevier.
Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif Dan R&D*. Alfabeta.
Syaifuddin. (2010). *Anatomi Tubuh Manusia Untuk Mahasiswa Keperawatan*. Salemba Medika.
Tian, Y., Dkk. (2021). *General Pathology And Clinical Medicine*. Springer.
World Health Organization. (2023). *Musculoskeletal Health And Trauma*. World Health Organization.