

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Radiografi anteroposterior (AP) merupakan salah satu metode pencitraan yang penting dalam dunia radiologi diagnostik, terutama untuk menilai struktur tulang ekstremitas bawah seperti tulang tarsal. Tulang tarsal terdiri dari tujuh bagian utama, yaitu talus, kalkaneus, navikular, kuboid, dan tiga tulang kuneiform, yang saling berhubungan membentuk bagian belakang kaki. Kompleksitas struktur anatomi ini menjadi tantangan tersendiri dalam menghasilkan citra yang tajam dan informatif karena banyaknya sendi serta potensi tumpang tindih (superimposisi) antara tulang-tulang tersebut. Masalah utama yang sering dihadapi dalam pencitraan tulang tarsal dengan proyeksi AP adalah rendahnya visibilitas struktur anatomi akibat superimposisi (Thapa et al., 2010.)

Proyeksi AP konvensional dengan sinar tegak lurus sering kali tidak mampu memisahkan celah sendi secara optimal, sehingga menyulitkan diagnosis klinis terhadap kondisi seperti fraktur, osteofit, atau deformitas sendi tarsal. Selain itu, distorsi geometris dapat terjadi apabila sudut sinar X tidak sesuai, yang berisiko menghasilkan interpretasi citra yang keliru. Permasalahan ini memiliki skala signifikan karena berpengaruh langsung terhadap akurasi diagnosis, efisiensi klinis, dan keselamatan pasien (Mosby Elsevier, 2006.)

Seiring berkembangnya teknologi dan penelitian dalam bidang radiologi, telah dilakukan berbagai upaya untuk mengatasi keterbatasan visualisasi pada proyeksi AP. Salah satu pendekatan yang dikembangkan adalah penggunaan sudut sinar caudal pada radiografi AP. Variasi sudut sinar seperti 5° , 10° , dan 15° mulai diterapkan untuk memperbaiki visualisasi celah sendi dan kontur tulang (Gorton, 2015.)

Awalnya, pendekatan ini dilakukan secara empiris, namun belakangan mulai didukung oleh kajian ilmiah. Penelitian oleh Wahyuni et al. (2018) dan Juwita (2022) menyebutkan bahwa sudut 10° memberikan hasil terbaik dalam membuka celah sendi tanpa menciptakan distorsi berlebihan. Namun, sudut yang terlalu besar seperti 15° meskipun memperjelas kontur, berisiko menyebabkan distorsi pada ukuran dan bentuk tulang.

Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) juga menekankan pentingnya penerapan teknik radiografi yang sesuai protokol demi menjaga keselamatan pasien, di mana pemilihan sudut sinar harus mempertimbangkan keseimbangan antara kualitas citra dan efisiensi dosis radiasi. Sebagai solusi terhadap permasalahan visualisasi ini, penggunaan variasi sudut sinar caudal menjadi pendekatan yang paling rasional dan efektif. Dalam upaya menentukan sudut optimal, penelitian dilakukan menggunakan phantom pedis, yaitu model kaki tiruan yang memungkinkan pencitraan berulang secara aman tanpa melibatkan pasien. Phantom memberikan kondisi kontrol yang stabil untuk mengukur secara objektif pengaruh variasi sudut sinar terhadap kualitas gambar radiografik (Rankine et al., 2012.).

Penggunaan sudut sinar caudal 5° , 10° , dan 15° dievaluasi dalam konteks ketajaman citra, kontras, dan kemampuan menampilkan celah sendi. Penelitian-penelitian terdahulu menunjukkan bahwa sudut 10° memberikan hasil paling seimbang antara visibilitas dan minimnya distorsi. Dengan demikian, pendekatan ini menjadi acuan penting dalam upaya mengembangkan standar protokol pencitraan AP tulang tarsal. Berdasarkan uraian di atas, penelitian mengenai variasi sudut sinar X dalam proyeksi AP tulang tarsal sangat penting untuk dilakukan secara sistematis. Penentuan sudut yang paling optimal tidak hanya akan meningkatkan kualitas diagnosis radiografik, tetapi juga mengurangi risiko pengambilan gambar ulang dan paparan radiasi yang tidak perlu. Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi dalam pembentukan panduan teknis praktis bagi tenaga radiologi serta

meningkatkan mutu layanan pencitraan diagnostik secara umum Berglund, L. J. (2005).

Selaras dengan prinsip justifikasi dan optimasi dalam proteksi radiasi, BAPETEN (Badan Pengawas Tenaga Nuklir) menyarankan penerapan teknik radiografi yang sesuai protokol untuk menghindari paparan radiasi yang tidak perlu dan memastikan keselamatan pasien. Dalam konteks ini, penelitian terhadap sudut optimal dalam pencitraan tarsal menjadi relevan untuk mendukung prinsip tersebut.

Penelitian terdahulu juga memanfaatkan phantom pedis sebagai model simulasi kaki manusia dalam pencitraan berulang, untuk menghindari risiko pada pasien. Dengan menggunakan phantom, dapat dilakukan pengujian objektif terhadap variasi sudut sinar X dan dampaknya terhadap ketajaman citra, kontras, serta kemampuan visualisasi celah sendi. Ini mendukung pendekatan yang sistematis dan aman dalam penelitian radiografi Taylor,M.M.,& Haggerty, P. A. (2020). Secara keseluruhan, studi-studi terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan sudut caudal 10° merupakan pilihan yang paling seimbang antara peningkatan kualitas citra dan minimalisasi distorsi. Oleh karena itu, penelitian lanjutan yang mengkaji lebih lanjut pengaruh variasi sudut sinar ini sangat dibutuhkan untuk menyusun protokol pencitraan yang lebih efisien dan aman, serta meningkatkan akurasi diagnostik dalam praktik radiologi. Oleh karena itu berdasarkan studi-studi tersebut, solusi yang mulai diterapkan dalam praktik radiografi modern adalah penggunaan sudut sinar caudal pada proyeksi AP. Pendekatan ini bertujuan untuk membuka celah sendi secara lebih efektif, mengurangi tumpangtindih tulang, serta memperjelas kontur anatomi.

Pemeriksaan radiografi kaki, khususnya proyeksi anteroposterior (AP) atau dorsoplantar (DP), memiliki peranan penting dalam menilai struktur tulang tarsal, terutama dalam mendeteksi kelainan pada sendi tarsometatarsal. Namun, proyeksi radiografi standar dengan sinar tegak lurus (0°) seringkali menghasilkan gambar yang mengalami superimposisi struktur anatomi, seperti tarsal tengah dan tulang

metatarsal, sehingga mengaburkan celah sendi, terutama sendi Lisfranc. Masalah ini dapat menyebabkan kesalahan diagnosis atau perlunya pengambilan gambar ulang yang meningkatkan paparan radiasi pasien. Untuk mengatasi masalah tersebut, berbagai studi telah mengkaji modifikasi sudut sinar X, terutama angulasi caudal sebagai metode untuk meningkatkan kualitas visualisasi radiografik.

Salah satu studi penting oleh Kinnard et al. (2012) menunjukkan bahwa sudut 20° craniocaudal memberikan visualisasi paling optimal terhadap celah sendi Lisfranc saat menggunakan phantom kaki sebagai model simulasi. Selain itu, literatur radiografi klinis menyarankan bahwa sudut 15° sering digunakan sebagai kompromi yang ideal antara visibilitas struktur dan distorsi minimal (RadiologyKey, 2020).

Dalam praktik radiologi di lapangan, belum ada standar baku terkait sudut caudal yang paling tepat untuk proyeksi tulang tarsal, terutama untuk pencitraan struktur tarsometatarsal. Oleh karena itu, dibutuhkan analisis sistematis terhadap variasi sudut sinar caudal 5° , 10° , dan 15° dalam konteks pencitraan tulang tarsal. Evaluasi ini difokuskan pada ketajaman citra, kontras, dan visibilitas celah sendi, dengan harapan menemukan sudut optimal yang mampu menampilkan struktur anatomi dengan lebih jelas, tanpa meningkatkan distorsi atau paparan radiasi berlebih. Untuk menjamin keselamatan dan efisiensi, penelitian ini dilakukan menggunakan phantom pedis, yaitu model kaki buatan yang memungkinkan simulasi pencitraan berulang tanpa melibatkan pasien. Metode ini sesuai dengan prinsip ALARA (As Low As Reasonably Achievable) yang dianjurkan oleh Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) dalam pelaksanaan radiografi diagnostik.

Dengan mempertimbangkan faktor-faktor di atas, penelitian tentang analisis variasi sudut sinar caudal pada proyeksi tulang tarsal menjadi penting untuk dikembangkan. Penelitian ini tidak hanya diharapkan memberikan kontribusi ilmiah dalam optimalisasi teknik radiografi kaki, tetapi juga menjadi acuan dalam pembuatan protokol baku pencitraan tarsal demi peningkatan mutu layanan radiologi dan keselamatan pasien.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana analisis variasi sudut sinar caudal 5° , 10° dan 15° pada tulang tarsal di instalasi radiologi Rumah Sakit Baptis Kediri ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Mendeskripsikan pengaruh variasi sudut sinar caudal 5° , 10° , dan 15° terhadap kualitas citra radiografi tulang tarsal, di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Baptis Kediri.

2. Tujuan Khusus

- a. Mendeskripsikan pengaruh sudut sinar caudal 5° terhadap citra tulang tarsal, di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Baptis Kediri.
- b. Mendeskripsikan pengaruh sudut sinar caudal 10° terhadap citra tulang tarsal, di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Baptis Kediri.
- c. Mendeskripsikan pengaruh sudut sinar caudal 15° terhadap citra tulang tarsal, di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Baptis Kediri.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini memberikan kontribusi dalam bidang radiologi dan pencitraan medis dengan menambah wawasan mengenai:

- a. Penelitian ini memberikan wawasan baru mengenai pengaruh variasi sudut sinar caudal terhadap visualisasi struktur anatomi tulang tarsal, yang masih terbatas dalam literatur radiologi.
- b. Menjadi dasar bagi penelitian lanjutan terkait pengaruh sudut sinar lainnya atau evaluasi struktur anatomi spesifik pada bagian kaki.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Radiografer

Penelitian ini memberikan informasi yang jelas mengenai dampak sudut sinar caudal 5° , 10° , dan 15° terhadap kualitas citra tulang tarsal, sehingga radiografer dapat memilih sudut yang paling sesuai dengan kebutuhan diagnostik tanpa melakukan uji coba berulang.

b. Bagi Instansi

Menjadi acuan dalam menyusun SOP (Standard Operating Procedure) pemeriksaan ankle atau foot dan Memberikan pedoman teknis bagi radiografer, khususnya dalam pengambilan proyeksi AP tarsal.

c. Bagi Penelitian

Penelitian selanjutnya dapat membandingkan antara tipe proyeksi berbeda atau membandingkan antara teknik manual dan digital radiografi dan Membuka ruang penelitian terkait perbandingan antar posisi pasien, seperti dorsiflexi vs plantarflexi.

1.5 Keaslian Penelitian

Penelitian yang berjudul “ANALISIS VARIASI SUDUT SINAR CAUDAL 5°, 10° dan 15° PADA TULANG TARSAL DI INSTALASI RADIOLOGI RUMAH SAKIT BAPTIS KEDIRI” belum pernah dilakukan, tetapi penelitian tentang analisis visualisasi tulang tarsal dengan kasus yang berbeda sudah pernah dilakukan.

Tabel 2. 1 Keaslian Penelitian

No	Nama	Judul	Persamaan	Perbedaan	Hasil Penelitian
1.	Wibowo et al. (2021)	Informasi Anatomi Radiograf dengan dan Tanpa Penyudutan Tabung Sinar-X pada Pemeriksaan Pedis Proyeksi AP	Membandingkan informasi anatomi yang dihasilkan oleh proyeksi AP tulang kaki dengan sudut sinar caudal 10° dan tanpa sudut.	Sudut caudal 10° menghasilkan visualisasi ruang sendi yang lebih baik, termasuk sendi interphalangeal, metatarsophalangeal, dantarsometatarsal, tanpa distorsi pada metatarsal. Sudut 0° lebih cocok untuk evaluasi fraktur karena tidak memprioritaskan ruang sendi.	Penyudutan tabung sinar-X 10° cephalad pada pemeriksaan pedis proyeksi AP menghasilkan visualisasi informasi anatomi yang lebih baik dibandingkan tanpa penyudutan (0°), terutama pada ruang sendi metatarsophalangeal, interphalangeal, tarsometatarsal, serta tulang navicular dan cuboid. Meskipun ada sedikit elongasi bentuk tulang, kualitas citra secara keseluruhan tetap lebih unggul. Untuk struktur yang kurang terlihat optimal seperti tulang cuneiform dan sesamoid, disarankan menggunakan proyeksi tambahan khusus.
2.	Andika et al. (2020)	Analisis Perubahan Visualisasi Radiograf Pergelangan Kaki	Menentukan pengaruh variasi sudut sinar caudal (0° , 5° , 10°) terhadap visualisasi struktur anatomi	Visualisasi struktur senditarsal membaik secara signifikan pada sudut 5° dan 10° , terutama pada	Penyudutan sinar-X secara caudal pada proyeksi AP pergelangan kaki dapat memengaruhi kejelasan visualisasi ruang sendi dan struktur tulang. Sudut caudal tertentu

No	Nama	Judul	Persamaan	Perbedaan	Hasil Penelitian
		pada Proyeksi AP dengan Variasi Sudut Sinar Caudal	pergelangan kaki pada proyeksi AP.	ruang sendi subtalar. Sudut 0° memberikan hasil lebih baik untuk evaluasi tulang keras.	(misalnya 10° atau 15°) sering memberikan hasil terbaik untuk memperjelas celah sendi tibiotalar dan mengurangi tumpang tindih struktur, sedangkan sudut terlalu kecil atau terlalu besar dapat menurunkan kualitas visualisasi.
3.	Yuliawatiet al. (2019)	Evaluasi Sudut Optimal untuk Visualisasi Anatomi Tulang Kaki pada Radiografi Proyeksi AP	Menentukan sudut sinar optimal untuk menghasilkan citra diagnostik berkualitas tinggi pada tulang kaki khususnya sendi-sendi utama tarsal dan metatarsal.	Sudut 10° menghasilkan ruang sendi yang lebih jelas dibandingkan sudut 0° dan 5° , terutama untuk sendi talonavikular. Distorsi tulang metatarsal meningkat pada sudut di atas 10° , sehingga sudut ini direkomendasikan sebagai pilihan optimal.	Sudut penyudutan sinar-X tertentu pada proyeksi AP kaki dapat meningkatkan kualitas visualisasi anatomi tulang kaki. Dari variasi sudut yang diuji, sudut $\pm 10^\circ$ cephalad umumnya memberikan gambaran paling jelas pada ruang sendi dan sebagian besar tulang tarsal, sedangkan sudut lain (0° atau 15°) hanya optimal untuk struktur tertentu. Pemilihan sudut yang tepat dapat meminimalkan tumpang tindih struktur dan meningkatkan interpretasi radiograf.