

PROSEDUR PEMERIKSAAN *CT-SCAN THORAX* DENGAN *DIAGNOSIS NODUL PARU MULTIPLE* DI INSTALASI RADIOLOGI RSA UGM YOGYAKARTA

Artikel ilmiah ini disusun dalam rangka memenuhi tugas Praktek Kerja Lapangan Pencitraan
Mutakhir di Instalasi Radiologi RSA UGM Yogyakarta



Disusun oleh:

Moh.Aril Apriansyah

2310505098

PROGRAM STUDI RADIOLOGI PROGRAM DIPLOMA TIGA

FAKULTAS ILMU KESEHATAN

UNIVERSITAS 'AISYIYAH YOGYAKARTATA

2026

HALAMAN PENGESAHAN

Artikel ilmiah ini telah diperiksa oleh pembimbing klinik dan telah disetujui untuk memenuhi tugas Praktek Kerja Lapangan 3 Program Studi Radiologi Program Diploma Tiga Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta:

Nama : Moh.Aril Apriansyah
NIM : 2310505098
Program Studi : Diploma-III Radiologi
Judul Artikel Ilmiah : Prosedur Pemeriksaan *Ct-Scan Thorax* Dengan *Diagnosis Nodul Paru Multiple* di Instalasi Radiologi RSA UGM Yogyakarta

Yogyakarta, Februari 2025

Mengetahui,

Clinical Instructure

Dosen Pembimbing

Iwan Setiyawan, S.SI

NIP: 198904032015041001

Anisa Nur Istiqomah, S.Tr.Rad., M.T.

NIP:

PROSEDUR PEMERIKSAAN *CT-SCAN THORAX* DENGAN DIAGNOSIS *NODUL PARU MULTIPLE* DI INSTALASI RADIOLOGI RSA UGM YOGYAKARTA

CT-SCAN THORAX EXAMINATION PROCEDURE FOR THE DIAGNOSIS OF MULTIPLE PULMONARY NODULES AT THE RADIOLOGY DEPARTMENT OF RSA UGM YOGYAKARTA

Moh.Arıl Apriansyah¹, Iwan Setiyawan², Anisa Nur Istiqomah³

^{1,3}Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta, ²RSA UGM Yogyakarta

Email : arilapriansyah29@gmail.com

ABSTRACT

Multiple pulmonary nodules are radiological findings that require appropriate diagnostic evaluation to determine their characteristics and possible involvement of surrounding structures. Thoracic CT-scan is the primary imaging modality used to assess the size, number, distribution of nodules, as well as mediastinal and thoracic lymph node involvement. This study aimed to determine the procedure of thoracic CT-scan examination in patients diagnosed with multiple pulmonary nodules at the Radiology Department of RSA UGM Yogyakarta. The study employed a qualitative approach with a case study design through observation, documentation, and literature review. The results showed that the examination procedure was carried out in accordance with standard operating procedures and provided adequate diagnostic information to support clinical diagnosis.

Keywords: *CT-Scan, Thorax, Nodules*

ABSTRAK

Nodul paru multiple merupakan temuan radiologis yang memerlukan evaluasi diagnostik yang tepat untuk menentukan karakteristik dan kemungkinan keterlibatan struktur sekitarnya. Pemeriksaan CT-scan thorax menjadi modalitas pencitraan utama dalam menilai ukuran, jumlah, distribusi nodul, serta kondisi mediastinum dan limfonodi torakal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui prosedur pemeriksaan CT-scan thorax pada pasien dengan diagnosis nodul paru multiple di Instalasi Radiologi RSA UGM Yogyakarta. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain studi kasus melalui observasi, dokumentasi, dan telaah pustaka. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prosedur pemeriksaan telah dilaksanakan sesuai standar operasional dan mampu memberikan informasi diagnostik yang adekuat dalam mendukung penegakan diagnosis.

Kata Kunci: *CT-Scan, Thorax, Nodul*

PENDAHULUAN

Computed Tomography (CT) thorax merupakan salah satu modalitas pencitraan yang memiliki peran sentral dalam evaluasi kelainan paru karena mampu menghasilkan gambaran anatomi toraks secara detail dengan resolusi spasial yang tinggi. Dibandingkan dengan radiografi konvensional, *CT-scan thorax* mampu menampilkan struktur *parenkim* paru, *bronkus*, pembuluh darah *pulmonal*, *pleura*, serta *mediastinum* secara lebih jelas dan akurat, sehingga meningkatkan sensitivitas dalam mendeteksi lesi kecil seperti *nodul* paru, *ground-glass opacity*, *konsolidasi*, maupun kelainan interstisial. Selain itu, *CT thorax* memungkinkan karakterisasi lesi berdasarkan ukuran, bentuk, batas, densitas, dan distribusinya, yang sangat penting dalam menentukan diagnosis banding serta perencanaan penatalaksanaan lebih lanjut. Dengan kemampuan tersebut, *CT-scan thorax* menjadi modalitas utama dalam evaluasi berbagai penyakit paru, baik yang bersifat infeksi, *inflamasi*, *neoplastik*, maupun metastatik, serta berperan penting dalam mendukung pengambilan keputusan klinis secara tepat dan komprehensif (Labaki et al., 2017).

Nodul paru merupakan lesi fokal berbentuk bulat atau *oval* pada *parenkim* paru dengan diameter kurang dari atau sama dengan 3 cm yang dikelilingi oleh jaringan paru normal dan tidak disertai *atelektasis*, *limfadenopati*, maupun *efusi pleura*. Berdasarkan jumlahnya, *nodul* paru dapat dibedakan menjadi *nodul soliter* dan *nodul paru multiple*, yaitu adanya dua atau lebih lesi *nodular* dalam satu atau kedua lapang paru. Salah satu bentuk yang sering ditemukan pada pemeriksaan *CT-scan thorax* adalah *multiple ground-glass nodules (GGNs)*, yang tampak sebagai area peningkatan densitas paru tanpa menghilangkan gambaran *bronkus* dan pembuluh darah di dalamnya. peningkatan penggunaan *low-dose CT* dalam *skrining* paru menyebabkan temuan *nodul* paru *multiple*, khususnya *ground-glass nodules*, semakin sering teridentifikasi, sehingga memerlukan evaluasi diagnostik yang cermat untuk menentukan etiologi dan risiko keganasannya (Li et al., 2024).

Secara klinis, *nodul* paru *multiple* memiliki signifikansi yang luas karena dapat merepresentasikan berbagai kondisi patologis, baik yang bersifat ganas maupun tidak ganas. Meskipun metastasis paru merupakan penyebab yang paling sering dipertimbangkan pada temuan *multiple pulmonary nodules*, terutama pada pasien dengan riwayat keganasan *primer*, tidak semua *nodul multipel* bersifat metastatik. Dalam artikel *Non-metastatic causes of multiple pulmonary nodules* dijelaskan bahwa berbagai kondisi non-metastatik seperti infeksi (misalnya tuberkulosis dan infeksi jamur), penyakit *granulomatosa* seperti *sarcoidosis*, *vaskulitis*, serta penyakit *inflamasi* lainnya juga dapat menimbulkan gambaran *nodul multipel* pada *CT-scan thoraks*. Karakteristik distribusi, ukuran, batas lesi, serta korelasi dengan kondisi klinis pasien menjadi faktor penting dalam membedakan etiologi tersebut. Oleh karena itu, evaluasi *nodul* paru *multiple* tidak hanya berfokus pada kemungkinan metastasis, tetapi juga memerlukan pendekatan diagnostik komprehensif untuk menentukan penyebab yang mendasarinya dan menentukan tata laksana yang tepat (Akçiçek et al., 2024).

Computed Tomography (CT) thorax memiliki peran sentral dalam evaluasi dan karakterisasi nodul paru karena mampu memberikan gambaran detail mengenai ukuran, jumlah, densitas, serta pola distribusi lesi di dalam parenkim paru. Dalam artikel *Lung nodules: A comprehensive review on current approach and management*, dijelaskan bahwa *CT-scan* merupakan modalitas utama dalam menilai diameter nodul secara akurat, membedakan tipe densitas seperti solid dan subsolid (termasuk *ground-glass*), serta mengevaluasi karakteristik *morfologi* seperti batas lesi, kontur, dan pertumbuhan *nodul* pada evaluasi serial. Selain itu, *CT* juga memungkinkan penilaian keterlibatan struktur sekitar seperti pleura, bronkus, dan pembuluh darah *pulmonal*, yang penting dalam menentukan kemungkinan etiologi jinak maupun ganas. Dengan kemampuan tersebut, *CT-scan* tidak hanya berfungsi sebagai alat deteksi, tetapi juga sebagai dasar dalam penentuan stratifikasi risiko dan perencanaan tindak lanjut klinis pada pasien dengan *nodul* paru multiple (Loverdos et al., 2019).

Prosedur pemeriksaan *CT-scan thorax* pada pasien dengan diagnosis *nodul* paru *multiple* di Instalasi Radiologi RSA UGM dilakukan dengan memperhatikan standar operasional prosedur pemeriksaan serta prinsip keselamatan radiasi selama proses pencitraan. Sebelum pemeriksaan dilakukan, pasien dipastikan telah melepaskan benda-benda yang dapat menimbulkan artefak pada citra *CT-scan*, seperti kalung, bra berkawat, atau aksesoris logam di daerah dada dan leher, karena keberadaan objek tersebut dapat menurunkan kualitas gambaran serta mengganggu interpretasi diagnostik. Pemeriksaan *CT-scan thorax* umumnya dilakukan dengan atau tanpa pemberian media kontras *intravena* sesuai dengan indikasi klinis, dengan tujuan untuk mengidentifikasi jumlah, ukuran, densitas, distribusi *nodul*, serta kemungkinan keterlibatan struktur sekitar seperti *pleura*, *bronkus*, dan pembuluh darah *pulmonal*. Selama proses akuisisi citra, pasien diberikan instruksi menahan napas untuk meminimalkan artefak gerakan sehingga *nodul* berukuran kecil dapat divisualisasi secara optimal. Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis tertarik untuk membahas dan mengetahui lebih lanjut mengenai prosedur pemeriksaan *CT-scan thorax* pada kasus *nodul* paru *multiple* serta menyajikannya dalam bentuk artikel ilmiah dengan judul “**Prosedur Pemeriksaan CT-Scan Thorax dengan *Diagnosis Nodul Paru Multiple* di Instalasi Radiologi RSA UGM Yogyakarta**”.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dengan pendekatan kualitatif menggunakan studi kasus, yang berfokus pada prosedur pemeriksaan *CT-scan thorax* pada pasien dengan *diagnosis nodul* paru *multiple* di Instalasi Radiologi RSA UGM. Penelitian dilakukan pada bulan Januari tahun 2026. Teknik pengumpulan data meliputi observasi langsung terhadap pelaksanaan pemeriksaan *CT-scan thorax* di lapangan, pencatatan melalui dokumentasi, serta telaah pustaka untuk memperkuat landasan teori terkait evaluasi *nodul* paru *multiple* menggunakan *CT-scan*. Data yang terkumpul diolah secara deskriptif naratif, kemudian dianalisis dan dibandingkan dengan teori serta pedoman yang relevan guna memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai kesesuaian prosedur pemeriksaan yang dilakukan dengan standar operasional dan prinsip keselamatan radiasi. Sumber data terdiri atas data *primer* berupa hasil observasi dan dokumentasi

selama proses pemeriksaan *CT-scan thorax* berlangsung, serta data *sekunder* yang berasal dari literatur ilmiah seperti jurnal penelitian, buku teks radiologi, dan karya ilmiah terdahulu yang berkaitan dengan karakterisasi nodul paru pada pemeriksaan *CT-scan*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. HASIL

1. Identitas Pasien

Nama : Tn. G
Umur : 27 Tahun
Jenis Kelamin : Laki-laki
Jenis Pemeriksaan : *CT-Scan Thorax* Polos

2. Persiapan Pasien

Persiapan pemeriksaan *CT-scan thorax* tidak bersifat khusus, hanya dilakukan pelepasan benda-benda di daerah dada dan leher yang berpotensi menimbulkan artefak pada citra *CT-scan*, seperti kalung atau aksesoris logam lainnya, karena dapat memengaruhi kualitas gambaran dan interpretasi diagnostik.

3. Persiapan Alat dan Bahan

a. Modalitas *MSCT-Scan*



(Instalasi Radiologi RSA UGM Yogyakarta, 2026)

b. *Operator Console*



(Instalasi Radiologi RSA UGM Yogyakarta, 2026)

c. *Head Holder* / Alat Fiksasi



(Instalasi Radiologi RSA UGM Yogyakarta, 2026)

d. Selimut



(Instalasi Radiologi RSA UGM Yogyakarta, 2026)

4. Teknik Pemeriksaan

Dalam penelitian Prosedur Pemeriksaan *CT-Scan Thorax* dengan *Diagnosis Nodul Paru Multiple* di Instalasi Radiologi RSA UGM Yogyakarta:

a. Posisi Pasien

Pasien diposisikan supine (terlentang) di atas meja pemeriksaan dengan teknik *feet first supine*, yaitu kedua kaki terlebih dahulu masuk ke dalam *gantry*. Kedua lengan diangkat ke atas kepala untuk mengurangi artefak dan memperluas lapangan pencitraan. Pasien diinstruksikan untuk menahan napas saat akuisisi citra guna meminimalkan artefak gerakan pernapasan.

b. Posisi Objek

Thorax diposisikan sejajar dengan garis tengah meja (*midline*) dan disesuaikan menggunakan laser *positioning light* agar tidak terjadi rotasi. Batas pemindaian mencakup apeks paru hingga sinus kostofrenikus sesuai indikasi klinis, sehingga seluruh struktur paru dan mediastinum dapat tervisualisasi secara optimal.

c. Parameter

Parameter pemeriksaan *CT-scan thorax* pada pasien dengan *diagnosis nodul paru multiple* di Instalasi Radiologi RSA UGM Yogyakarta adalah sebagai berikut:

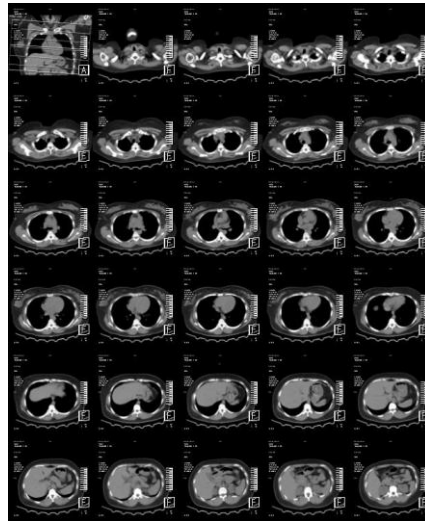
| | |
|------------------------|-------------------------------------|
| <i>Scanogram</i> | : <i>Thorax AP</i> |
| <i>Range</i> | : <i>Apex Paru Hingga Diafragma</i> |
| <i>Slice thickness</i> | : 5 – 10 mm |
| <i>FOV</i> | : 30 - 50 cm |
| <i>KV</i> | : 140 |
| <i>mAs</i> | : 180 |
| <i>Window Level</i> | : -6000 HU sampai -700 HU |
| <i>Window Widht</i> | -1000 HU sampai -2000 HU |

d. Proses *Scanning*

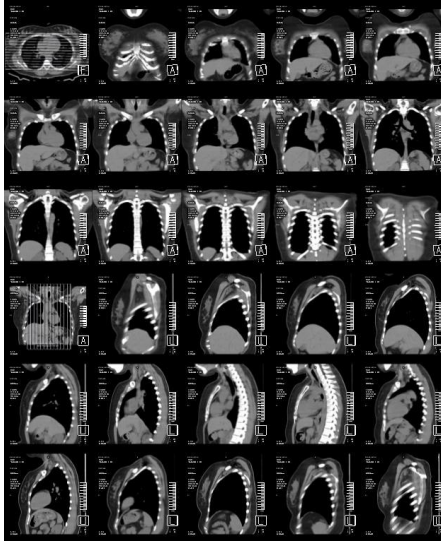
- 1) Radiografer melakukan registrasi pasien pada sistem komputer *CT-scan* dengan menginput identitas pasien yang meliputi nomor rekam medis (RM), nama pasien, jenis kelamin, tanggal lahir, nomor pemeriksaan, jenis pemeriksaan *CT-scan thorax*, dokter pengirim, serta radiografer yang melaksanakan pemeriksaan.
- 2) Radiografer memilih orientasi posisi pasien *feet first supine* dan menentukan protokol pemeriksaan *thorax helical* sesuai dengan standar pemeriksaan *nodul paru*.

- 3) Radiografer menyesuaikan panjang pemindaian (*scan length*) pada monitor dengan pengaturan di *control box*, kemudian menekan tombol “Go” hingga terdengar bunyi indikator dan dilanjutkan dengan menekan tombol “scan” untuk memperoleh *scout view (scanogram) thorax* proyeksi AP atau lateral sebagai panduan area pemindaian.
- 4) Berdasarkan *scout view* yang diperoleh, radiografer mengatur batas area pemindaian dari apeks paru hingga sinus kostofrenikus serta menentukan *field of view (FOV)* yang sesuai untuk visualisasi paru dan mediastinum secara optimal.
- 5) Setelah pengaturan selesai, radiografer menekan kembali tombol “Go” dan memulai proses pemindaian *helical* hingga diperoleh gambaran *volumetrik thorax* yang selanjutnya dapat direkonstruksi dalam potongan *axial, coronal, dan sagital*.
- 6) Selama proses pemeriksaan berlangsung, radiografer memantau kondisi pasien dari ruang kendali melalui kaca pengawas dan sistem *interkom* untuk memastikan pasien tetap stabil serta menahan napas sesuai instruksi.
- 7) Setelah proses pemindaian selesai, radiografer menekan opsi “*end exam*” pada monitor untuk mengakhiri pemeriksaan dan menyimpan data hasil akuisisi sebelum dilakukan proses rekonstruksi citra.
- 8) Tahap akhir pemeriksaan dilakukan dengan masuk kembali ke ruang pemeriksaan untuk mengeluarkan meja dari *gantry* dan membantu pasien turun dari meja pemeriksaan dengan tetap memperhatikan keselamatan pasien.

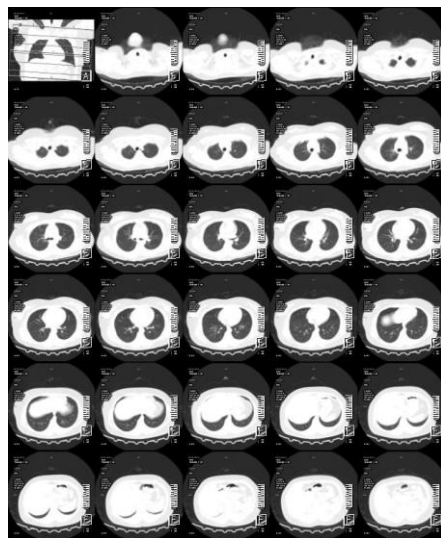
5. Hasil Gambar



Gambar 1. Hasil *CT-Scan Axial Mediastinal Window* (Instalasi Radiologi RSA UGM Yogyakarta, 2026)

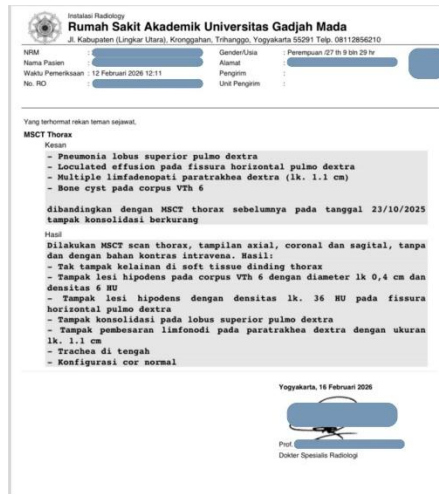


Gambar 2. Hasil *CT-Scan Coronal dan Sagittal Mediastinal Window* (Instalasi Radiologi RSA UGM Yogyakarta, 2026)



Gambar 3. Hasil *CT-Scan Axial Lung Window* (Instalasi Radiologi RSA UGM Yogyakarta, 2026)

6. Hasil *Expertise*



Gambar 4. Hasil *Expertise* Dokter Spesialis Radiologi (Instalasi Radiologi RSA UGM Yogyakarta, 2026)

Berdasarkan hasil pemeriksaan *MSCT thorax* dengan dan tanpa kontras, tampak adanya konsolidasi pada *lobus superior* paru kanan yang sesuai dengan gambaran *pneumonia*, yaitu infeksi paru yang menyebabkan jaringan paru tampak lebih padat karena terisi cairan atau radang. Dibandingkan dengan pemeriksaan sebelumnya, konsolidasi ini terlihat berkurang, yang berarti ada perbaikan kondisi. Selain itu, ditemukan penumpukan cairan yang terlokalisir pada *fissura horizontal* paru kanan (*loculated effusion*), serta pembesaran kelenjar getah bening di sekitar trakea sebelah kanan dengan ukuran sekitar 1,1 cm yang kemungkinan merupakan reaksi akibat infeksi. Pada *thorakal ke-6* juga tampak lesi kecil berisi cairan dan umumnya bersifat jinak. Struktur lain seperti dinding *thorax*, posisi trakea, dan ukuran jantung dalam batas normal. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan *pneumonia* paru kanan yang sedang membaik disertai sedikit cairan dan pembesaran kelenjar getah bening sebagai respons terhadap infeksi.

B. PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan terhadap pasien dari klinik penyakit dalam dengan indikasi infeksi paru yang disertai evaluasi kelenjar getah bening *mediastinum*. Pasien datang ke Instalasi Radiologi RSA UGM dengan membawa surat pengantar dari dokter penanggung jawab untuk menjalani pemeriksaan *MSCT thorax*. Pemeriksaan dilakukan guna menilai kondisi parenkim paru serta kemungkinan adanya pembesaran *limfonodi intratorakal* yang dapat memengaruhi penentuan diagnosis dan rencana terapi.

Berdasarkan hasil *expertise* dokter radiologi, tampak pembesaran *limfonodi* pada *regio paratrakea dextra* dengan ukuran $\pm 1,1$ cm. Pada evaluasi *CT-scan*, diameter *short axis* merupakan parameter utama dalam menentukan pembesaran *limfonodi mediastinum*, dengan batas ≥ 1 cm yang umumnya digunakan sebagai kriteria patologis. Selain ukuran, nilai densitas (*attenuation value*) pada *CT plain scan* juga dapat membantu dalam karakterisasi *limfonodi*,

terutama dalam membedakan kemungkinan proses metastatik dengan pembesaran reaktif (Wang et al., 2023).

Oleh karena itu, penilaian tidak hanya berfokus pada ukuran, tetapi juga mempertimbangkan karakteristik densitas *nodul limfatik* tersebut. Secara klinis, pembesaran *limfonodi mediastinum* dapat disebabkan oleh proses inflamasi, infeksi, maupun keganasan. *Regio paratrachea dextra* merupakan salah satu lokasi yang sering menunjukkan keterlibatan *nodal* karena merupakan jalur *drainase limfatik* utama dari paru kanan. Pada kasus dengan gambaran infeksi paru, pembesaran *limfonodi* ini lebih mungkin bersifat reaktif, namun tetap diperlukan korelasi klinis dan evaluasi lanjutan untuk menilai stabilitas ukuran maupun perubahan karakteristik densitasnya pada pemeriksaan berikutnya.

KESIMPULAN

Pemeriksaan *CT-scan thorax* pada pasien dengan diagnosis *nodul paru multiple* di Instalasi Radiologi RSA UGM Yogyakarta telah dilaksanakan sesuai dengan prosedur yang berlaku, meliputi persiapan pasien, teknik akuisisi citra, serta evaluasi struktur paru dan *mediastinum* secara komprehensif. Pemeriksaan ini mampu memperlihatkan gambaran *nodul* paru secara jelas, termasuk ukuran, jumlah, distribusi, serta keterlibatan struktur sekitar, sehingga memberikan informasi diagnostik yang adekuat. Selain itu, *CT-scan* juga memungkinkan penilaian pembesaran *limfonodi mediastinum* sebagai temuan penyerta yang relevan dalam evaluasi penyakit *thorax*. Dengan demikian, prosedur pemeriksaan yang dilakukan sudah sesuai standar dan berperan penting dalam membantu dokter spesialis radiologi menegakkan diagnosis serta menentukan tindak lanjut klinis pasien.

SARAN

Pelaksanaan pemeriksaan *CT-scan thorax* pada kasus *nodul paru multiple* sebaiknya terus mengacu pada standar prosedur operasional guna memastikan kualitas citra yang optimal dan ketepatan *diagnosis*. Radiografer perlu memperhatikan persiapan pasien, teknik akuisisi, serta pengaturan parameter pemeriksaan agar gambaran *nodul*, termasuk ukuran, jumlah, dan distribusinya, dapat dievaluasi secara maksimal. Selain itu, peningkatan koordinasi antara radiografer dan dokter spesialis radiologi serta evaluasi berkala terhadap prosedur pemeriksaan di Instalasi Radiologi RSA UGM Yogyakarta penting dilakukan untuk menjaga mutu pelayanan dan keselamatan pasien.

DAFTAR PUSTAKA

- Akçiçek, E., Durhan, G., Düzgün, S. A., Kurtulan, O., Akpınar, M. G., Demirkazık, F., & Arıyürek, O. M. (2024). Non-metastatic causes of multiple pulmonary nodules. In *Insights into Imaging* (Vol. 15, Number 1). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1186/s13244-024-01856-9>
- Labaki, W. W., Martinez, C. H., Martinez, F. J., Galbán, C. J., Ross, B. D., Washko, G. R., Barr, R. G., Regan, E. A., Coxson, H. O., Hoffman, E. A., Newell, J. D., Curran-Everett, D., Hogg, J. C., Crapo, J. D., Lynch, D. A., Kazerooni, E. A., & Han, M. L. K. (2017). The role of chest computed tomography in the evaluation and management of the patient with chronic obstructive pulmonary disease. In *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* (Vol. 196, Number 11, pp. 1372–1379). American Thoracic Society. <https://doi.org/10.1164/rccm.201703-0451PP>
- Li, Q., Xiao, T., Li, J., Niu, Y., & Zhang, G. (2024). The diagnosis and management of multiple ground-glass nodules in the lung. In *European journal of medical research* (Vol. 29, Number 1, p. 305). <https://doi.org/10.1186/s40001-024-01904-6>
- Loverdos, K., Fotiadis, A., Kontogianni, C., Iliopoulou, M., & Gaga, M. (2019). Lung nodules: A comprehensive review on current approach and management. In *Annals of Thoracic Medicine* (Vol. 14, Number 4, pp. 226–238). Wolters Kluwer Medknow Publications. https://doi.org/10.4103/atm.ATM_110_19
- Wang, Z. L., Yan, Y., Li, X. T., Li, Y. L., Li, Z. W., & Sun, Y. S. (2023). Usefulness of attenuation value on computed tomography plain scan for diagnosing enlarged mediastinal lymph nodes metastases. *Quantitative Imaging in Medicine and Surgery*, 13(9), 5759–5769. <https://doi.org/10.21037/qims-22-1305>