

Evaluasi Pemeriksaan Computed Tomography Scanning Sinus Paranasal tanpa Kontras dengan Diagnosa Sinusitis

Ardiana*, Lili Julia Rahmat, Oktarina Damayanti, Suwandi

Politeknik Al-Islam Bandung, Indonesia

Email: ardiana.kampustro@gmail.com*

Kata kunci

Abstrak

**CT Scan
Paranasal,
Ostiomeatal,
Sinusitis,
Thickness**

**Sinus

Slice**

Selain pemeriksaan Water's dan Cadwell, untuk membantu mendiagnosis sinusitis dapat juga dilakukan Pemeriksaan CT Scan Sinus Paranasal. Di RSUD Koja, pemeriksaan CT Scan Sinus Paranasal dilakukan dengan menggunakan slice thickness 3 mm. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penatalaksanaan pemeriksaan CT Scan Sinus Paranasal dan informasi citra dengan penggunaan slice thickness 3 mm pada diagnosa sinusitis di Instalasi Radiologi RSUD Koja. Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif penelitian deskriptif kualitatif dengan pendekatan studi kasus. Sumber data yang diambil yaitu data primer dan teknik pengumpulan data yang digunakan adalah observasi, wawancara dan studi dokumentasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prosedur pemeriksaan CT Scan Sinus Paranasal dengan indikasi sinusitis dilakukan dengan pasien supine head first, dengan parameter 130 kV, 30 mAs, slice thickness 1 mm, kemudian dilakukan rekontruksi citra potongan axial dan coronal dengan slice thickness 3 mm pada kondisi windowing bone. Penggunaan parameter slice thickness 3 mm dinilai dapat memberikan hasil gambaran yang lebih halus dengan noise yang sedikit namun detail berkurang. Kelebihan CT Scan Sinus Paranasal dibandingkan dengan pemeriksaan radiologi konvensional pada diagnosa sinusitis yaitu dapat melihat Ostiomeatal Unit dengan jelas.



PENDAHULUAN

Menurut Departemen Kesehatan RI tahun penyakit sinusitis menempati urutan ke 25 dari 50 pola penyakit peringkat utama atau sekitar 102.817 penderita rawat jalan di rumah sakit (Augusti, Oktarlina, & Imanto, 2016). Studi yang dilakukan oleh Korean National Health and Nutrition Examination Survey, menunjukkan bahwa prevalensi sinusitis kronis berdasarkan gejala dan gambaran endoskopi yang positif adalah 6,95% dan 8,4% pada tahun 2008-2012. Sinusitis merupakan suatu peradangan (inflamasi) yang terjadi pada mukosa hidung dan sinus

paranasal. Letak sinus yang berdekatan dengan membran mukosa hidung dan memiliki struktur epitel yang sama, sehingga sinusitis merupakan kelanjutan dari rhinitis. Istilah sinusitis dikenal juga dengan rinosinusitis (Lahdji, 2015). Gejalanya dapat berupa hidung tersumbat, nyeri atau terasa tertekan pada wajah, berkurangnya indra penciuman, dan dapat disertai batuk pada anak – anak

Urgensi penelitian ini sangat penting karena terdapat perbedaan parameter slice thickness yang digunakan di RSUD Koja (3 mm) dengan standar literatur yang direkomendasikan (0,6-1,25 mm). Perbedaan ini berpotensi mempengaruhi kualitas diagnostik dan akurasi interpretasi hasil CT Scan Sinus Paranasal. Selain itu, belum ada evaluasi mendalam mengenai implikasi klinis dan teknis dari penggunaan slice thickness 3 mm terhadap kemampuan visualisasi struktur anatomi sinus paranasal, khususnya Ostiomeatal Unit yang merupakan area kritis dalam patogenesis sinusitis. Untuk membantu mendiagnosis sinusitis, pemeriksaan radiologi menggunakan proyeksi Water's Method dan Caldwell's Method dapat menjadi modalitas andalan untuk mengevaluasi sinus paranasal (Ebrahimbejad, Zarch, & Langaroodi, 2016). Proyeksi tersebut dijadikan modalitas utama karena ketersediaannya, kemudahan penggunaannya, dosis radiasi dan biaya yang rendah.

Sinus Paranasal (SPN) adalah rongga berisi udara yang terbentuk dari mukosa di sekitar hidung. Berfungsi sebagai ruang beresonansi untuk suara, mengurangi berat tengkorak, membantu menghangatkan dan melembabkan udara yang dihirup. SPN terbagi menjadi empat menurut letak tulang, yaitu sinus frontal, sinus ethmoidal dan sinus sphenoidal bagian dari tulang cranium, serta sinus maksila yang merupakan bagian dari tulang wajah (Long, et al, 2016).

Computed Tomography Scanning adalah proses penciptaan gambaran bagian tubuh dari potongan manapun yang merupakan penggabungan teknologi sinar-x dan komputer dengan perputaran tabung dan detektor mengelilingi bagian tubuh yang sedang diperiksa. Ada beberapa parameter yang mempengaruhi kualitas citra CT Scan, salah satunya yaitu slice thickness. Slice thickness merupakan ketebalan irisan yang dipilih oleh operator sesuai dengan klinis dan umumnya berkisar antara 1 mm sampai 10 mm. Nilai slice thickness yang semakin tinggi (tebal) akan menghasilkan gambaran dengan kualitas yang rendah serta menurunnya resolusi spasial, sedangkan slice thickness yang semakin kecil (tipis) menyebabkan noise (Romans, 2011). Menurut Seeram (2016), untuk menghasilkan gambaran dengan resolusi yang baik pada pemeriksaan CT Scan Sinus Paranasal dengan indikasi sinusitis dilakukan menggunakan parameter slice thickness 0,6 hingga 1,25 mm. Sedangkan, menurut Resier (2009) pemeriksaan sinus paranasal menggunakan parameter slice thickness 0,6-0,75 mm.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Seeram (2016) menunjukkan bahwa parameter optimal untuk CT Scan Sinus Paranasal menggunakan slice thickness 0,6-1,25 mm untuk menghasilkan resolusi spatial yang baik. Studi oleh Resier (2009) juga merekomendasikan penggunaan slice thickness 0,6-0,75 mm untuk pemeriksaan sinus paranasal. Namun, penelitian-penelitian ini belum mengeksplorasi secara mendalam implikasi klinis dari penggunaan slice thickness yang lebih tebal seperti 3 mm terhadap kualitas diagnostik dan efisiensi operasional di rumah sakit. Sementara itu untuk kasus-kasus pasien dengan diagnosa sinusitis di instalasi radiologi Rumah Sakit Umum Daerah Koja dilakukan pemeriksaan radiologi konvensional dalam hal ini menggunakan proyeksi waters kemudian

dilanjutkan dengan pemeriksaan CT Scan sinus paranasal menggunakan parameter slice thickness 3mm.

Kebaruan penelitian ini terletak pada evaluasi komprehensif penggunaan slice thickness 3 mm yang belum banyak dieksplorasi dalam literatur. Gap penelitian yang diidentifikasi adalah kurangnya analisis mendalam mengenai trade-off antara kualitas gambar, efisiensi penyimpanan data, dan akurasi diagnostik ketika menggunakan slice thickness yang lebih tebal dari standar rekomendasi. Penelitian ini juga mengeksplorasi aspek praktis dan ekonomis dari penggunaan parameter tersebut dalam setting rumah sakit rujukan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi penatalaksanaan pemeriksaan CT Scan Sinus Paranasal tanpa kontras dengan slice thickness 3 mm dan menganalisis informasi citra yang dihasilkan untuk diagnosa sinusitis. Manfaat penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi praktis bagi radiografer dan dokter radiologi dalam optimalisasi parameter CT Scan untuk kasus sinusitis, serta memberikan pertimbangan ekonomis dan teknis dalam penggunaan slice thickness 3 mm. Implikasi penelitian ini dapat berkontribusi pada pengembangan protokol standar CT Scan Sinus Paranasal yang lebih efisien tanpa mengurangi kualitas diagnostik secara signifikan.

METODE PENELITIAN

Jenis atau Desain Penelitian ini menggunakan jenis penelitian deskriptif kualitatif dengan pendekatan studi kasus. Deskriptif kualitatif adalah mengungkap fakta, keadaan, fenomena, variabel, dan keadaan yang terjadi saat penelitian berjalan dan menyuguhkan apa adanya. Waktu dan Tempat Penelitian dilakukan dilakukan pada bulan Mei 2025 di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum Daerah Koja. Jenis data yang digunakan oleh penulis yaitu data kualitatif dan sumber data primer yaitu data yang langsung diberikan kepada pengumpul data. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah observasi, wawancara dan studi dokumentasi. Observasi dilaksanakan di instalasi radiologi pada bagian pemeriksaan CT Scan dan wawancara dilakukan kepada dokter radiologi dan radiografer. Tahapan analisa datanya yaitu dengan cara mengumpulkan catatan dan dokumentasi yang didapat selama penelitian. Kemudian menyusun data sesuai dengan permasalahan dan tujuan penelitian. Selanjutnya, data dideskripsikan dalam bentuk pernyataan umum untuk selanjutnya menyimpulkan penelitian secara umum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Persiapan Pasien

Pasien mengalami pilek dan pusing yang hilang timbul selama lebih dari 3 bulan setelah dilakukan pemeriksaan oleh Dokter THT, pasien diminta untuk melakukan pemeriksaan radiologi CT Scan Sinus Paranasal.

Pada tahap persiapan pasien tidak memerlukan persiapan khusus. Kemudian memposisikan pasien tidur terlentang (supine) di atas meja pemeriksaan dengan posisi kepala masuk terlebih dahulu kedalam gantry (head first), kedua lengan disimpan di atas perut pasien dan kedua kaki lurus. Mid Sagital Plane (MSP) tubuh diposisikan tepat berada ditengah meja pemeriksaan sejajar dengan lampu indikator longitudinal. Untuk kenyamanan selama

pemeriksaan pasien diberi selimut. Dilanjutkan membuat Scanogram diawal scanning yang berfungsi untuk mengatur luas area yang akan discan, kemudian mengatur batas yang akan di scanning dengan batas atas 2 inch di atas sinus frontalis dan batas bawahnya 2 inch di bawah sinus maksilaris, selanjutnya lakukan scanning menggunakan parameter yang telah diatur.

Parameter CT Scan Sinus Paranasal

Tabel 1. Parameter CT Scan Sinus Paranasal

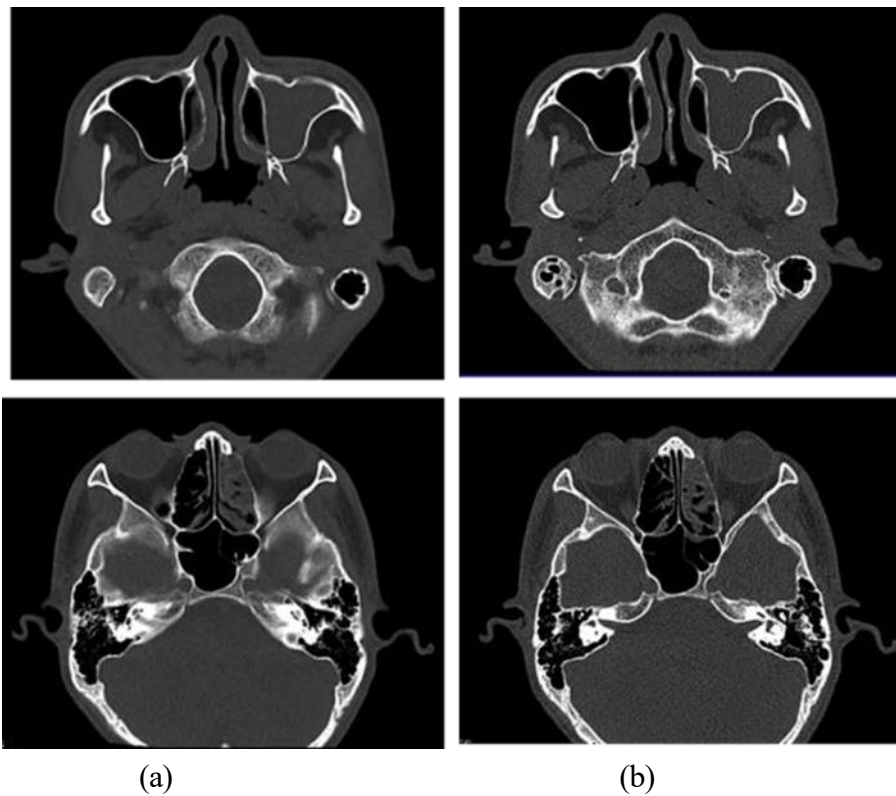
Scan Range	Sinus frontalis sampai kebawah sinus maxillaris
Scanogram	Kepala Lateral
Respiratory	No Inspiration
Algorithma	Medium smooth
Window Width	1500 HU
Wndow Level	450 HU
Slice Thickness	1 mm
Recon Slice Thickness	3 mm
FOV	200 mm
kVp	130
mAs	30
Gantry Tilt	None
Windowing	Bone
Pitch	0,6

Rekontruksi Citra

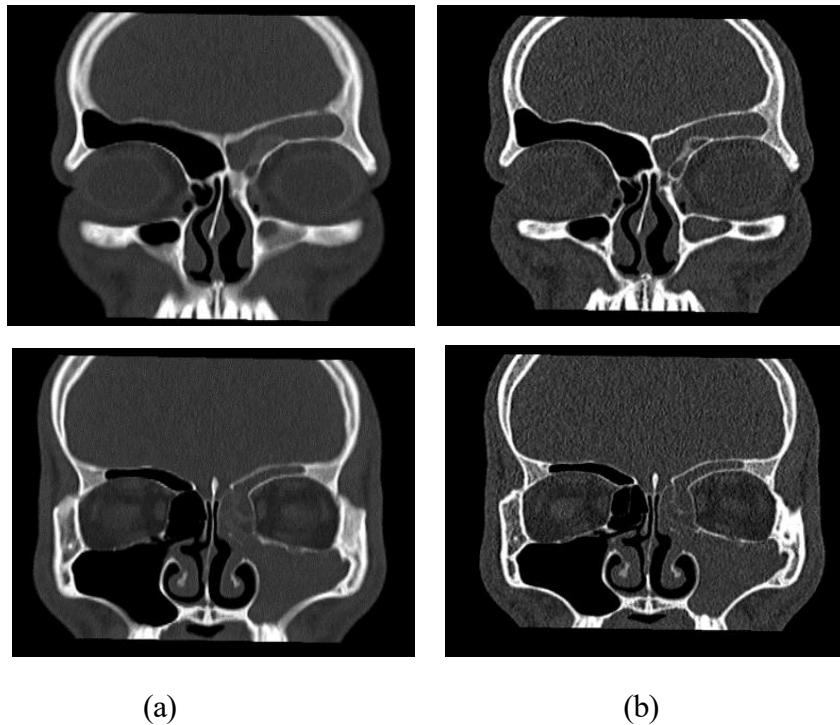
Rekontruksi dilakukan untuk mensimetriskan bagian sinus sebelah kiri dan kanan pada potongan axial maupun coronal. Kemudian diatur ketebalan irisan 3 mm pada potongan axial dan coronal selain pengaturan slice thicknes di sesuaikan juga window width dan window level setelah hasil citra dianggap mampu memberikan informasi diagnostik dilanjutkan untuk dikirim melalui Picture Achieving Comunication System dan dibaca oleh dokter spesialis radiologi.

Hasil ekspertise dan radiograf

Adapun hasil ekspertise dokter spesialis radiologi yaitu: terdapat lesi densitas cairan kental hingga densitas solid yang mengisi sinus maksilaris kiri, sinus ethmoidalis bilateral dan sinus frontalis bilateral yang menyebabkan obstruksi osteomeatal kompleks kiri. Deviasi septum nasi ke kanan.



Gambar 1. Hasil Radiograf Potongan *Coronal Slice Thickness* 3 mm (a) dan *Slice Thickness* 0,75 mm (b) (Data Primer, 2025)



Gambar 2. Hasil Radiograf Potongan *Coronal Slice Thickness* 3 mm (a) dan *Slice Thickness* 0,75 mm (b) (Data Primer, 2025)

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara langsung mengenai Penatalaksanaan Computed Tomography Scanning Sinus Paranasal Tanpa Kontras dengan diagnosa Sinusitis di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum Daerah Koja, maka dilakukan kajian dengan membandingkan hasil observasi dan wawancara tersebut dengan teori yang ada sehingga terbentuk sebuah pembahasan. Adapun hasil yang dapat diuraikan dari pembahasan sebagai berikut:

Prosedure Computed Tomography Scanning Sinus Paranasal Tanpa Kontras dengan diagnosa Sinusitis Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum Daerah Koja menggunakan parameter yaitu : scan slice thickness 1 mm, recon slice thickness 3 mm, FOV 20 cm, windowing bone dan window width 1500 dan window level 450. Sedangkan menurut Seeram, (2016) untuk menghasilkan gambaran dengan resolusi yang baik pada pemeriksaan CT Scan sinus paranasal diagnosa sinusitis dilakukan dengan parameter slice thickness 0,6 hingga 1,25 mm, FOV 16 cm, windowing Bone, Window Width 350 dan Window Level 50. Nilai slice thickness yang semakin tinggi (tebal) akan menghasilkan gambaran dengan kualitas yang rendah serta menurunnya resolusi spasial, sedangkan slice thickness yang semakin kecil (tipis) menyebabkan noise (Romans, 2011).

Kelebihan slice thickness 3 mm antara lain: (1) Menghasilkan gambaran yang lebih halus dengan noise yang minimal, sehingga meningkatkan kenyamanan interpretasi bagi radiologist; (2) Mengurangi penggunaan storage database yang signifikan, dengan efisiensi penyimpanan hingga 75% dibandingkan slice thickness 0,6 mm; (3) Mempercepat waktu rekonstruksi dan transfer data ke PACS system; (4) Mengurangi beban kerja radiologist dengan jumlah slice yang lebih sedikit untuk dianalisis.

Namun, kekurangan slice thickness 3 mm meliputi: (1) Penurunan resolusi spatial yang dapat mempengaruhi visualisasi struktur anatomi kecil seperti lamina papyracea dan dinding sinus yang tipis; (2) Potensi partial volume effect yang dapat menyamarkan lesi kecil atau perubahan patologi awal; (3) Keterbatasan dalam mendeteksi erosi tulang minimal atau perubahan mukosa yang subtle; (4) Kemungkinan miss diagnosis pada kasus kompleks yang memerlukan detail anatomi tinggi.

Dari hasil wawancara dengan responden didapatkan bahwa alasan penggunaan slice thickness dengan ketebalan 3 mm karena pengaturan slice thickness yang lebih tebal ini akan memberikan hasil gambaran yang lebih halus dengan noise yang sedikit tetapi detailnya berkurang. Serta penggunaan rekontruksi slice thickness tebal ini juga tidak banyak menggunakan storage data base yang besar pada konsul modalitasnya. Sedangkan untuk slice thickness yang lebih tipis akan menghasilkan gambaran dengan detail yang tinggi tetapi noise yang dihasilkan juga tinggi sehingga membuat gambaran menjadi lebih rancu, serta potongan yang dihasilkan banyak dan memerlukan storage data base yang besar. Kemudian setelah dilakukan scanning, hasil gambaran direkonstruksi dengan mensimetrisikan bagian kanan dan bagian kiri sinus dan selanjutnya membuat beberapa gambaran irisan axial dan coronal dengan ketebalan 3 mm selanjutnya dikirim ke PACS (Picture Achieving Communication System) untuk dianalisa oleh Dokter Spesialis Radiologi.

Untuk membantu penegakkan diagnosa sinusitis, secara umum dapat dilakukan dengan pemeriksaan radiologi konvensional menggunakan proyeksi Water's Method dan Caldwell's Method yang merupakan modalitas utama dalam mengevaluasi kelainan pada sinus paranasal

(Ebrahimbejad, Zarch, & Langaroodi, 2016). Proyeksi tersebut dijadikan sebagai modalitas utama karena ketersediaannya, kemudahan penggunaannya, dosis radiasi dan biaya yang rendah. Adapun di RSUD Koja tidak semua kasus kelainan pada sinus paranasal selalu dilakukan pemeriksaan lanjutan yaitu CT Scan Sinus Paranasal tanpa kontras, hanya pada klinis-klinis berat seperti sinusitis kronik, yang selalu dilakukan konfirmasi dengan pemeriksaan lanjutan CT Scan. Hal ini sebagaimana yang disampaikan oleh responden 1 (dokter spesialis radiologi) bahwa dengan pemeriksaan CT Scan sinus paranasal dapat melihat bagian dari Ostiomeatal unit yang biasanya tidak terlihat pada pemeriksaan konvensional seperti water's dan cadwell. Serta menampakkan semua anatomi sinus paranasal dari sinus frontalis, sinus ethmoidalis, sinus sphenoidalis dan sinus maksilaris dan terlihat Osteomeatal kompleks. Artinya pemeriksaan CT Scan sinus paranasal tanpa kontras mampu memberikan informasi diagnostik yang lebih akurat khususnya pada klinis sinusitis kronik sehingga pasien segera mendapatkan tindakan terapi selanjutnya.

Implikasi klinis dari penggunaan slice thickness 3 mm menunjukkan bahwa untuk kasus sinusitis kronik dengan manifestasi klinis yang jelas, parameter ini masih memberikan informasi diagnostik yang adequate untuk menentukan terapi. Namun, untuk kasus borderline atau sinusitis dengan komplikasi intrakranial, slice thickness yang lebih tipis mungkin diperlukan untuk akurasi diagnostik yang optimal. Dari aspek ekonomis, penggunaan slice thickness 3 mm dapat menghemat biaya operasional hingga 30% melalui pengurangan kebutuhan storage, waktu pemeriksaan yang lebih singkat, dan efisiensi workflow radiologi.

Limitasi penelitian ini mencakup: (1) Desain studi kasus dengan sampel terbatas sehingga generalisasi hasil perlu dilakukan dengan hati-hati; (2) Tidak dilakukan perbandingan langsung (head-to-head comparison) antara slice thickness 3 mm dengan standar literatur pada pasien yang sama; (3) Evaluasi kualitas gambar masih bersifat subjektif dan belum menggunakan parameter objektif seperti signal-to-noise ratio atau contrast-to-noise ratio; (4) Tidak dilakukan follow-up jangka panjang untuk menilai akurasi diagnostik; (5) Belum melibatkan multiple observer untuk mengurangi bias interpretasi.

KESIMPULAN

Prosedure pemeriksaan CT Scan Sinus Paranasal tanpa kontras dengan diagnosa Sinusitis menggunakan parameter yaitu : scan slice thickness 1 mm, recon slice thickness 3 mm, FOV 20 cm, windowing bone dan window width 1500 dan window level 450. Hal ini bertujuan bahwa slice thickness dengan ketebalan 3 mm ini akan memberikan hasil gambaran yang lebih halus dengan noise yang sedikit tetapi detailnya berkurang. Serta penggunaan rekonstruksi slice thickness tebal ini juga tidak banyak menggunakan storage data base yang besar pada modalitasnya. Keuntungan pemeriksaan CT Scan sinus paranasal dapat melihat bagian dari Ostiomeatal unit yang biasanya tidak terlihat pada pemeriksaan konvensional seperti water's dan cadwell. Serta semua anatomi sinus paranasal terlihat detailnya yaitu sinus frontalis, sinus ethmoidalis, sinus sphenoidalis dan sinus maksilaris dan terlihat Osteomeatal kompleks. Pemeriksaan CT Scan Sinus Paranasal tanpa kontras, hanya dilakukan pada pasien dengan klinis-klinis berat seperti sinusitis kronik.

Berdasarkan analisis mendalam, penggunaan slice thickness 3 mm pada CT Scan Sinus Paranasal di RSUD Koja terbukti memberikan trade-off yang acceptable antara kualitas

diagnostik, efisiensi operasional, dan aspek ekonomis untuk kasus sinusitis kronik. Meskipun terdapat penurunan detail anatomis, informasi diagnostik yang dihasilkan masih adequate untuk mendukung keputusan terapi. Rekomendasi untuk penelitian selanjutnya adalah melakukan studi komparatif dengan sampel yang lebih besar dan menggunakan parameter objektif untuk evaluasi kualitas gambar.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Abduwani, J., ZilinSkienne, L., Colley, S., & Ahmed, S. (2016). Cone beam CT paranasal sinuses versus standard multidetector and low dose multidetector CT studies. *American Journal of Otolaryngology*, 37(1), 59-64. <https://doi.org/10.1016/j.amjoto.2015.08.002>
- Ali, S., Khan, M. A., Ahmad, F., Shah, S. A., & Ullah, H. (2025). Evaluation of the frequency of anatomic variations of the paranasal sinus region by using multidetector computed tomography: A hospital-based cross-sectional study. *Health Science Reports*, 8(3), e70535. <https://doi.org/10.1002/hsr.2.70535>
- Augesti, G., Oktarlina, R. Z., & Imanto, M. (2016). Sinusitis Maksilaris Akut Et Causa Dentogen. *JPM Ruwa Jurai*, 33-37.
- Bhalla, A. S., Khandelwal, A., Sharma, R., & Gupta, P. (2023). Pre-FESS imaging of paranasal sinuses and nasal cavity: Using multi-detector computed tomography (MDCT) in understanding normal anatomy and anatomical variations: Tips and tricks. *Indian Journal of Radiology and Imaging*, 33(1), 74-87. <https://doi.org/10.1055/s-0042-1757895>
- Bodelle, B., Wichmann, J. L., Klotz, N., Lehnert, T., Vogl, T. J., Luboldt, W., & Schulz, B. (2015). Seventy kilovolt ultra-low dose CT of the paranasal sinus: First clinical results. *Clinical Radiology*, 70(7), 711-715. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2015.03.002>
- Bontrager, K. L., & Lampignano, J. P. (2014). *Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy*, Eighth Edition. St. Louis: Mosby.
- Brem, M. H., Zamani, A. A., Riva, R., Zou, K. H., Rumboldt, Z., Novelline, R. A., & Polak, J. F. (2007). Multidetector CT of the paranasal sinus: Potential for radiation dose reduction. *Radiology*, 243(3), 847-852. <https://doi.org/10.1148/radiol.2433060237>
- Bulla, S., Blanke, P., Hassepass, F., Krauss, T., Wintermantel, E., Breunig, C., ... & Langer, M. (2017). Reducing the dose of CT of the paranasal sinuses: Potential of an iterative reconstruction algorithm. *British Journal of Radiology*, 90(1077), 20170188. <https://doi.org/10.1259/bjr.20170188>
- Cappello ZJ, Minutello K, Dublin AB. *Anatomy, Head and Neck, Nose Paranasal Sinuses*. [Updated 2021 Oct 7]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499826/>
- Cingi, C., Bayar Muluk, N., Miman, M. C., & Habesoglu, T. E. (2021). Imaging in chronic rhinosinusitis: A systematic review of MRI and CT diagnostic accuracy and reliability in severity staging. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 278(8), 2771-2781. <https://doi.org/10.1007/s00405-020-06503-1>
- Daramola, O. O., Lidder, A. K., Ramli, R., Quoted, C. G., & Abuzeid, W. M. (2015). Universal sinus computed tomography protocol for diagnostic imaging and intraoperative navigation. *Allergy & Rhinology*, 6(3), 129-135. <https://doi.org/10.2500/ar.2015.6.0141>
- Drake, R. L., Vogl, A. W., & Mitchell, A. .. (2015). *Gray's Anatomy For Students*, Third Edition. Philadelphia: Churchill Livingstone.
- Ebrahimbejad, H., Zarch, S. H., & Langaroodi, A. J. (2016). Diagnostic Efficacy of Digital Water's and Caldwell's Radiographic Views for Evaluation of Sinonasal Area. *J Dent (Tehran)*, 357-364.

- Fleckenstein, Peter, dan Jorgen Trandum-Jensen. 2014. *Anatomy in Diagnostic Imaging*, Third Edition. United Kingdom : Blackwell.
- Karjalainen, M., Tervonen, O., Karhuketo, T., Rautiainen, M., & Vehmas, T. (2016). Reproducibility of 3 mm-slice-thick reconstruction of paranasal sinus computed tomography scans. *Open Journal of Radiology*, 6(1), 39-48. <https://doi.org/10.4236/ojrad.2016.61006>
- Kartawiguna, Daniel. (2010). *Multi Slice Computed Tomography*. [Online]. Tersedia : https://www.academia.edu/6641418/Multi_Slice_Computed_Tomograph_MSCT by Daniel Kartawiguna.
- Kostou, T., Papadimitroulas, P., Papaconstadopoulos, P., Devic, S., Seuntjens, J., & Malamitsi, J. (2020). Optimization of paranasal sinus CT procedure: Ultra-low dose CT as a roadmap for pre-functional endoscopic sinus surgery. *Physica Medica*, 78, 73-79. <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2020.09.004>
- Lahdji, A. (2015). *BUKU AJAR Sistim Telinga, Hidung dan Tenggorokan*. Semarang: Unimus Press.
- Lampignano, J. P., & Kendrick, L. E. (2018). *Bontrager's Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy*. St. Louis: Elsevier, Inc.
- Long, B. W., Rollins, J. H., & Smith, B. J. (2016). *Meeill's Atlas Of Radiographic Positioning & Procedures*. Elsevier Inc: Mosby Inc.
- Otgonbaatar, C., Lee, D., Choi, J., Kim, H., Jeon, P. H., & Shin, N. Y. (2025). Quantitative and qualitative assessment of ultra-low-dose paranasal sinus CT using deep learning image reconstruction: A comparison with hybrid iterative reconstruction. *European Radiology*, 35(7), 4521-4532. <https://doi.org/10.1007/s00330-025-11763-2>
- Romans, L. E. (2011). *Computed Tomography for Tevhnologists A Comperehensive Text*. Baltimore: Wolters Kluwer Health.
- Seeram, E. (2016). *Computed Tomography Physical Principles, Clinical Applicationsm and Quality Control*, Fourth Edition. St. Louis: Elsevier Inc.
- Shpilberg, K. A., Daniel, S. C., Doshi, A. H., Lawson, W., & Som, P. M. (2015). CT of anatomic variants of the paranasal sinuses and nasal cavity: Poor correlation with radiologically significant rhinosinusitis but importance in surgical planning. *American Journal of Roentgenology*, 204(6), 1255-1260. <https://doi.org/10.2214/AJR.14.13762>
- Sobouti, F., Dadgar, E., Mehrvarzfar, P., Saghaei, S., Rakhshan, V., & Khatami, S. M. (2016). Assessment of the diagnostic accuracy of limited CT scan of paranasal sinuses in the identification of sinusitis. *Iran Journal of Radiology*, 13(2), e21444. <https://doi.org/10.5812/iranjradiol.21444>
- Solanki, R. N., Jain, S., Sharma, S., & Mathur, D. (2017). Evaluation of sinonasal diseases by computed tomography. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 11(1), TC09-TC12. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2017/22835.9277>
- Sugiyono, P. D. (2018). *Metode Peneitian Kombinasi (Mixed Methods)*. Bandung: Alfabeta.
- Wahyuni, S., & Amalia, L. (2022). Perkembangan dan Prinsip Kerja Computed Tomography (CT SCAN). *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Malikussaleh Vol.1*, 88-96.
- Yurevych, N., Varzhapetian, S., Buniatian, K., Khotimska, Y., Sukhina, I., Kuzmenko, N., ... & Alekseeva, V. (2025). CT-based study of anatomical variations in chronic rhinosinusitis patients. *Wiadomości Lekarskie*, 78(3), 172-176.
- Zhang, Y. G. (2017). Chronic Rhinosinusitis in Asia. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 1230-1239.