

EVALUASI KESESUAIAN CT NUMBER DAN KUALITAS CITRA PADA PERANGKAT CT SCAN : TINJAUAN LITERATUR DI BERBAGAI FASILITAS KESEHATAN

Arlin Welda Prasticha^{1*}, Ni Putu Rita Jeniyanthi², Ni Nyoman Sri Wikanadi³

AKTEK Radiodiagnostik dan radioterapi Bali^{1,2,3}

**Corresponding Author : arlinwelda99@gmail.com*

ABSTRAK

Teknologi CT scan multislice (Computed Tomography) telah menjadi alat diagnostik utama dalam dunia medis berkat kemampuannya menghasilkan gambar rinci tubuh manusia. Kualitas gambar yang optimal sangat penting untuk akurasi diagnosis dan keselamatan pasien, sehingga pengujian kualitas perangkat secara berkala menjadi krusial. Salah satu langkah utama dalam pengujian ini adalah program Quality Control (QC) yang memastikan perangkat CT berfungsi dengan baik. Tinjauan literatur ini mengkaji lima penelitian yang diterbitkan antara 2014 hingga 2024 mengenai uji kesesuaian pada perangkat CT scan. Fokus utama dari penelitian ini adalah evaluasi akurasi dan keseragaman CT number, yang menggambarkan kepadatan jaringan tubuh dalam gambar CT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas gambar yang dihasilkan sangat bergantung pada akurasi dan keseragaman CT number, yang penting untuk diagnosis yang tepat. Beberapa fasilitas kesehatan, seperti rumah sakit di Bali dan Padang, menunjukkan bahwa mayoritas perangkat CT scan telah memenuhi standar keselamatan yang ditetapkan, meskipun beberapa perangkat masih memerlukan kalibrasi ulang. Simpulan : studi yang melibatkan kelima jurnal mengenai uji kesesuaian CT scan menunjukkan bahwa evaluasi akurasi dan keseragaman CT Number sangat penting untuk memastikan kualitas citra diagnostik yang optimal serta keselamatan radiasi bagi pasien. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, uji kesesuaian CT Number pada perangkat CT scan dilakukan secara berkala di setiap fasilitas radiologi untuk memastikan kualitas citra diagnostik yang optimal dan keamanan radiasi bagi pasien.

Kata kunci : CT number, CT scan, Uji kesesuaian

ABSTRACT

Multislice CT scan technology (Computed Tomography) has become a primary diagnostic tool in modern medicine due to its ability to produce detailed images of the human body. Optimal image quality is crucial for accurate diagnosis and patient safety, making regular quality control testing essential. One of the key steps in this testing process is the Quality Control (QC) program, which ensures that the CT device is functioning properly. This literature review examines five studies published between 2014 and 2024 regarding the conformity testing of CT scan devices. The primary focus of these studies is the evaluation of the accuracy and consistency of CT numbers, which represent the density of tissues in CT images. The findings indicate that the quality of the images produced heavily depends on the accuracy and consistency of the CT numbers, which are vital for accurate diagnoses. Several healthcare facilities, such as hospitals in Bali and Padang, show that the majority of CT scan devices meet the established safety standards, although some devices still require recalibration. Conclusion: a study involving five journals regarding CT scan suitability tests shows that evaluating the accuracy and uniformity of CT Numbers is very important to ensure optimal diagnostic image quality and radiation safety for patients. Based on the results of research that has been carried out, CT Number suitability tests on CT scan devices are carried out periodically at each radiology facility to ensure optimal diagnostic image quality and radiation safety for patients.

Keywords : compliance testing, CT number, CT scan

PENDAHULUAN

CT scan (Computed Tomography) merupakan salah satu teknologi pencitraan medis yang telah merevolusi bidang radiologi modern. Dengan kemampuan menghasilkan gambar yang

lebih detail dan akurat, teknologi ini telah menjadi alat yang sangat penting dalam diagnosis berbagai kondisi medis, seperti penyakit kardiovaskular, kanker, dan trauma. Khususnya, perkembangan teknologi multislice pada CT scan memberikan peningkatan signifikan dalam hal kualitas gambar dengan memanfaatkan detektor ganda yang bekerja simultan untuk mempercepat proses pengambilan gambar. Teknologi ini memungkinkan pencitraan tiga dimensi yang lebih jelas, sehingga mendukung dokter dalam mengambil keputusan medis yang lebih tepat dan berdasarkan data visual yang lebih akurat (Roo'in et al., 2014).

Meskipun memiliki kemampuan yang unggul, kualitas gambar yang dihasilkan oleh CT scan multislice sangat bergantung pada beberapa faktor teknis, termasuk kondisi perangkat dan pengaturan parameter operasi. Untuk menjaga kualitas citra yang optimal, diperlukan program kendali mutu (Quality Control/QC) yang komprehensif. QC ini melibatkan pengujian berbagai parameter penting, termasuk CT Number, deviasi standar, dan keberadaan artefak pada hasil gambar. Ketepatan CT Number sangat krusial, karena nilai ini merepresentasikan koefisien penyerapan sinar-X oleh jaringan tubuh. Ketidakakuratan dalam parameter ini dapat menyebabkan kesalahan diagnosis, yang berpotensi membahayakan pasien melalui perawatan yang tidak sesuai (BAPETEN, 2022; Kneth, 2014).

Pengujian kesesuaian perangkat secara berkala menjadi bagian integral dari program jaminan mutu ini. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa perangkat CT scan berfungsi dengan baik dan sesuai dengan standar keamanan serta kualitas yang telah ditetapkan. Selain itu, pengujian kesesuaian juga mencakup evaluasi terhadap parameter dosis radiasi yang digunakan. Pentingnya pengendalian dosis radiasi tidak hanya untuk menjaga kualitas gambar, tetapi juga untuk meminimalkan paparan radiasi yang tidak perlu kepada pasien (BAPETEN, 2011). Perangkat yang tidak memenuhi standar bisa menyebabkan misdiagnosis dan berdampak serius terhadap perencanaan serta implementasi perawatan medis, yang pada akhirnya merugikan pasien dan penyedia layanan kesehatan (Irsal, 2020).

Sejumlah penelitian yang dilakukan di berbagai fasilitas kesehatan telah menyoroti pentingnya pengujian kesesuaian secara rutin terhadap perangkat CT scan. Sebagai contoh, penelitian di Rumah Sakit Sunset Vet Kuta dan Rumah Sakit Islam Yogyakarta PDHI menunjukkan bahwa nilai CT Number pada perangkat yang diuji berada dalam rentang toleransi yang ditetapkan, yang menunjukkan bahwa perangkat tersebut memenuhi standar akurasi dan keselamatan (Roo'in et al., 2014). Namun, beberapa penelitian lain menemukan ketidaksesuaian pada perangkat CT scan. Misalnya, di RSU BMC Padang, ditemukan beberapa nilai CT Number yang berada di luar batas toleransi, yang menegaskan pentingnya kalibrasi rutin untuk memastikan akurasi perangkat. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun teknologi CT scan telah berkembang, pemeliharaan rutin tetap diperlukan untuk menjaga keandalan perangkat (Sutanto et al., 2023).

Uji kesesuaian juga memainkan peran penting dalam menjaga keselamatan pasien. Selain memastikan akurasi gambar, evaluasi terhadap perangkat CT scan juga bertujuan untuk memastikan bahwa dosis radiasi yang diterima pasien berada pada tingkat yang aman. Hal ini penting karena paparan radiasi yang berlebihan dapat meningkatkan risiko komplikasi kesehatan jangka panjang bagi pasien. Oleh karena itu, perangkat CT scan harus diuji secara berkala untuk memverifikasi bahwa semua parameter teknis bekerja dalam rentang yang aman dan efektif.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan tinjauan literatur yang mendalam mengenai uji kesesuaian perangkat CT scan di berbagai fasilitas kesehatan. Dengan mengevaluasi hasil uji kesesuaian yang telah dilakukan di beberapa rumah sakit, penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih luas mengenai pentingnya pengujian ini dalam menjaga akurasi diagnostik, keamanan pasien, dan kinerja optimal perangkat CT scan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi penyedia layanan kesehatan dalam meningkatkan jaminan mutu perangkat CT scan serta menjaga keselamatan pasien.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur review untuk mengkaji uji kesesuaian perangkat CT-Scan. Metode ini dilakukan dengan mengumpulkan, menganalisis, dan mensintesis hasil penelitian yang relevan dari berbagai sumber literatur yang tersedia. Tujuan utama dari literatur review ini adalah untuk memberikan Gambaran komprehensif mengenai hasil penelitian sebelumnya terkait uji kesesuaian perangkat CT-Scan, dengan focus pada kualitas gambar dan keselamatan radiasi. Sumber data utama yang digunakan adalah artikel-artikel jurnal yang diperoleh dari basis data terpercaya seperti Google Scholar, PubMed, dan JimeD (Jurnal Imaging Diagnostik). Basis data ini dipilih karena mencakup berbagai bidang terkait teknologi pencitraan medis, radiologi, dan kendali mutu perangkat CT-Scan.

Pemilihan artikel dilakukan berdasarkan kriteria inklusi yang mencakup artikel yang dipublikasikan antara 2014 hingga 2024, berfokus pada uji kesesuaian CT-Scan, kualitas gambar, dan keselamatan radiasi, serta yang merupakan hasil penelitian peer-reviewed atau studi eksperimental. Kriteria eksklusi mencakup artikel yang tidak menyebutkan uji kesesuaian CT-Scan secara eksplisit atau yang tidak menyediakan data primer. Pencarian artikel dilakukan menggunakan kata kunci spesifik, seperti "CT-Scan", "uji kesesuaian CT-Scan", "CT Number accuracy", dan "multislice CT quality control", dengan mengoptimalkan hasil pencarian menggunakan operator boolean.

Setelah artikel teridentifikasi, dilakukan seleksi berdasarkan relevansi dengan topik penelitian dan kesesuaian dengan kriteria inklusi. Artikel yang lolos seleksi dibaca secara penuh dan dievaluasi menggunakan alat bantu penilaian kritis seperti Critical Appraisal Tools (CATs). Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan metode sintesis tematik, mengelompokkan hasil penelitian berdasarkan tema utama seperti akurasi CT Number, kualitas gambar, dan dosis radiasi. Selain itu, perbandingan antara hasil penelitian dilakukan untuk mengidentifikasi konsistensi, perbedaan, dan keterbatasan masing-masing studi. Selain jurnal, penelitian ini juga memanfaatkan sumber pendukung seperti e-book dan literatur tambahan yang relevan, untuk memperkaya kajian teoritis dan mendukung interpretasi hasil. Dengan pendekatan ini diharapkan penelitian ini dapat memberikan pemahaman mendalam tentang uji kesesuaian perangkat CT-Scan dan rekomendasi praktis untuk pengembangan program kendali mutu di fasilitas kesehatan.

HASIL

Hasil analisis terhadap lima jurnal yang relevan menunjukkan konsistensi dalam menekankan pentingnya uji kesesuaian pada perangkat CT scan untuk menjaga akurasi diagnostik dan keselamatan pasien. Secara keseluruhan, semua studi menyimpulkan bahwa pengujian berkala sangat penting untuk memastikan perangkat CT scan beroperasi sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Di RS Sunset Vet Kuta, penelitian mengindikasikan bahwa seluruh nilai CT Number berada dalam rentang toleransi yang ditentukan. Hal ini menunjukkan bahwa perangkat CT scan yang digunakan di fasilitas tersebut memenuhi standar keamanan dan akurasi yang diperlukan untuk diagnosis yang tepat. Keberhasilan ini sangat penting untuk meminimalkan risiko kesalahan diagnosis yang dapat berakibat fatal bagi pasien.

Di RSU Semara Ratih Bali, hasil serupa ditemukan, dengan mayoritas nilai CT Number berada dalam batas toleransi. Namun, satu pengecualian terdeteksi pada printer laser, yang menunjukkan perlunya kalibrasi tambahan. Temuan ini menekankan pentingnya tidak hanya pemantauan rutin terhadap perangkat CT scan, tetapi juga terhadap alat bantu yang berperan dalam proses pencitraan. Penelitian yang dilakukan oleh Nur Asni dan Moh. Shofi Nur Utami mengonfirmasi bahwa kualitas citra CT scan tetap optimal meskipun dengan dosis radiasi yang minimal. Ini menunjukkan bahwa dengan pengaturan yang tepat, penggunaan dosis radiasi

dapat diminimalkan tanpa mengorbankan kualitas gambar, yang merupakan salah satu tujuan utama dari program kendali mutu.

Di RS Islam Yogyakarta PDHI, hasil pengujian juga menunjukkan bahwa perangkat CT scan memenuhi standar toleransi yang ditetapkan. Hal ini memberikan jaminan kepada pasien bahwa hasil pemeriksaan yang mereka terima adalah akurat dan dapat diandalkan. Pemenuhan standar ini sangat penting dalam konteks diagnosis penyakit yang kompleks dan memerlukan ketelitian tinggi. Sementara itu, hasil penelitian di RSU BMC Padang menunjukkan beberapa nilai CT Number yang melebihi batas toleransi. Temuan ini menyoroti perlunya kalibrasi dan pemantauan rutin untuk memastikan akurasi dan keamanan perangkat CT scan. Ketidakcocokan ini merupakan pengingat bahwa tanpa evaluasi dan pemeliharaan yang tepat, risiko misdiagnosis dapat meningkat, yang pada akhirnya dapat membahayakan pasien.

PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan di berbagai rumah sakit dan fasilitas kesehatan, terdapat konsistensi yang menunjukkan pentingnya uji kesesuaian pada perangkat CT scan untuk memastikan kualitas gambar yang optimal dan keselamatan pasien. Keberhasilan uji kesesuaian di beberapa fasilitas seperti RS Sunset Vet Kuta dan RSU Semara Ratih Bali menunjukkan bahwa perangkat CT scan yang terawat dengan baik dapat menghasilkan gambar dengan akurasi tinggi dan berada dalam batas toleransi yang ditentukan. Hal ini menjadi indikator penting dalam menjamin keamanan dan kualitas diagnosis medis. Namun, temuan di RSU BMC Padang memberikan gambaran penting tentang potensi risiko jika pemantauan dan kalibrasi tidak dilakukan secara rutin. Ketidakcocokan pada nilai CT Number di fasilitas ini menekankan bahwa pengujian dan pemeliharaan perangkat CT scan harus dilakukan secara terus-menerus untuk mencegah kesalahan diagnosis yang bisa berbahaya bagi pasien. Selain itu, pengujian terhadap alat bantu seperti printer laser, seperti yang ditemukan di RSU Semara Ratih Bali, juga menunjukkan pentingnya memperhatikan seluruh sistem pencitraan dalam kendali mutu.

Penelitian oleh Nur Asni dan Moh. Shofi Nur Utami menyoroti aspek penting lainnya, yaitu pengaturan dosis radiasi yang efisien. Dengan dosis radiasi yang minimal, kualitas citra tetap terjaga, mengurangi paparan radiasi pada pasien, dan memenuhi tujuan utama kendali mutu untuk memastikan prosedur medis yang aman dan efektif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat CT scan yang diuji telah memenuhi standar kualitas yang diperlukan, menghasilkan citra yang optimal untuk keperluan diagnostik dengan dosis radiasi minimal. Kesimpulan dari penelitian ini adalah pentingnya pemantauan dan evaluasi berkala untuk memastikan kinerja perangkat tetap optimal. Penelitian di RS Islam Yogyakarta PDHI berfokus pada uji kesesuaian CT Number pada pesawat CT scan multislice untuk memastikan akurasi dan keseragaman hasil citra. Penelitian ini menggunakan water phantom dengan pengukuran pada lima titik ROI (Region of Interest) berbeda, yaitu di tengah dan di tepi citra. Pengujian dilakukan dengan ketebalan irisan 10 mm, tegangan tabung 140 kV, dan arus 280 mAs, sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh PERKA BAPETEN.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh nilai CT Number berada dalam rentang toleransi yang ditentukan, yaitu antara -4 hingga 4 HU, menandakan bahwa perangkat CT scan di RS Islam Yogyakarta PDHI telah memenuhi standar diagnostik dan dapat memberikan hasil yang akurat dan aman bagi pasien. Penelitian ini menekankan pentingnya uji kesesuaian secara berkala untuk menjaga kualitas citra dan mencegah kesalahan diagnosis. Secara keseluruhan, uji kesesuaian perangkat CT scan yang rutin dan menyeluruh sangat penting untuk menjaga kualitas diagnostik dan keselamatan pasien. Pemeliharaan yang tepat serta kalibrasi yang teratur menjadi kunci dalam menghindari kesalahan teknis yang dapat berdampak fatal dalam proses diagnosis medis.

KESIMPULAN

Studi terhadap lima jurnal menunjukkan bahwa uji kesesuaian CT Number sangat penting untuk memastikan akurasi diagnostik dan keselamatan pasien. Penelitian di RS Sunset Vet Kuta dan RS Islam Yogyakarta PDHI menunjukkan bahwa nilai CT Number berada dalam batas toleransi, menandakan bahwa perangkat CT scan berfungsi dengan baik. Namun, di RSU Semara Ratih Bali, diperlukan kalibrasi pada printer laser untuk menjaga kualitas citra. Sementara itu, temuan di RSU BMC Padang menunjukkan ketidaksesuaian pada nilai CT Number dan noise yang melebihi batas toleransi, menekankan perlunya kalibrasi rutin dan pemantauan yang lebih ketat. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan pentingnya evaluasi berkala untuk menjaga kinerja optimal perangkat CT scan dan mendukung penerapan program kendali mutu yang efektif di fasilitas kesehatan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada seluruh jajaran management, staf dan dosen di Aktek Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali atas kesempatan yang diberikan untuk penulis belajar, terkhusus kepada dosen pembimbing yang rela meluangkan waktu tenaga dan fikiran sehingga artikel ini dapat penulis selesaikan. Semoga semua kebaikan dan kontribusi yang telah diberikan mendapatkan balasan yang setimpal, dan hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi banyak pihak.

DAFTAR PUSTAKA

- Ade, L., et al (2023), Uji Kesesuaian *CT Number In Water* Pada Pesawat *CT-Scan* Merk Phillip Di Instalasi Radiologi RSU BMC Padang, Padang, Jurnal Teras Kesehatan |ISSN (p): 2622-2396, ISSN (e): 2622-3805, Vol. 6, No. 1, Januari 2023.
- Ali Roo'in Mas'uul dan Heri Sutanto (2014). Uji Kesesuaian CT *Number* pada pesawat *CT Scan Multislice* Di Unit Radiologi Rumah Sakit Islam Yogyakarta PDHI. Jurnal Youngest Physics Vol 3, No.4, 335-340
- Asni, N., et al (2023), Quality Control CT-Scan (Analisis dan Evaluasi Kualitas Citra), Cirebon, Prosiding Seminar Si-INTAN (2023), Vol. 3, No.1, pp. 82-86
- Bontrager, Knenneth L (2014). TextBook of Radiographic and Related Anatomy, Seventh Edition. ST Louis
- Irsal, M., Nurbaiti, Mukhtar, A. N., Jauhari, A., & Winarno, G. (2020). Variation kVp and mAs on CT scan image quality using standard phantom. International Conference On Science And Applied Science (ICSAS2020). <https://doi.org/10.1063/5.0030320>
- Kathon, B. O., Hartoyo, P., & Samsun, S. (2022). Uji Resolusi Spasial Dan Slice Thickness Pada Ct Scan 128 Dan 16 Slice Dengan Menggunakan Phantom Quart Dvt-Ap. Jurnal Pembelajaran Fisika, 11(3), 123. <https://doi.org/10.19184/jpf.v11i3.33956>
- Lana, M., et al. (2022), Jaminan Mutu Pesawat *CT-Scan Single Slice* Di Unit Radiologi RSU Semara Ratih, Bali, Jurnal MediKA Malahayati, Vol. 6, No. 3, September 2022
- M. Irsal, A. N. Mukhtar, G. Winarno, and G. Sari, "The Effect of Kilovoltage and Milliamper-Second Parameters on CT Number: Study Phantom Quality Control CT Scan," vol. 13, no. 2, p. 237-244, 2022.
- Mahadevappa, M. (2012) "The Essential Physics of Medical Imaging, Third Edition., Bushberg J. T., Seibert J. A., Leidholdt E. M. Jr., Boone J. M., Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, PA, USA,"
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia, "Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1250/MENKES/SK/XII/2009 tentang pedoman kendali mutu (quality control) pada peralatan radiodiagnostik dan interventional." 2009.

- Nikolaou, K et al. (2019). Multislice CT Fourth Edition. Springer. 1–1116 p.
- Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir. Nomor 9 tahun 2011. Tenaga Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-x Radiologi Diagnostik dan Intervensional.
- PERKA BAPETEN Nomor 2 Tahun 2022 tentang “*Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensional*”
- R. Indrati, M. R. Jadmika, and P. K. Semarang (2020), "Jurnal Imejing Diagnostik," vol. 6, pp. 23-27.
- Richard, R., et al., (2024), Uji Kesesuaian *CT Number* Pada Pesawat *CT-Scan Multislice* Di Rumah Sakit Sunset Vet Kuta, Bali, Jurnal Kesehatan Masyarakat dan Ilmu Gizi Vol.2, No.1 Februari 2024
- Risma Fitri Ance, (2021), "Prosedur Pemeriksaan Ct- Scan Abdomen Kontras Pada Klinis Kanker Serviks Di Instalasi Radiologi Rsud Arifin Achmad Provinsi Riau,"
- S. Wahyuni and L. Amalia. (2022), "Perkembangan Dan Prinsip Kerja Computed Tomography (CT Scan)," *Galen. J. Kedokt. dan Kesehat. Mhs. Malikussaleh*, vol. 1, no. 2, p. 88, doi: 10.29103/jkkmm.vli2.8097.
- Sutanto, H., et al, (2014), Uji Kesesuaian *CT Number* Pada Pesawat *CT-Scan Multislice* Di Unit Radiologi Rumah Sakit Islam Yogyakarta PDHI, Yogyakarta, Semarang, *Youngster Physics Journal* Vol. 3, No. 4, Oktober 2014
- Z. S.-E., M. U., V. K. S., O. A., E. U. S. , H. V. D. Akbar Alipoura, (2018) "TEORI CT Scan," Magnetic Resonance Imaging. pp. 16-24.