

Gambaran Noise pada Pemeriksaan CT-Scan Brain menggunakan Protokol Fast Stroke di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Otak DR. DRS. M. Hatta Bukittinggi

Sabriani Suci Zasned^{1*}, Bambang Kustoyo², Yessi Vanni Hulu³, Febby Lolasari Saragih⁴

¹²³⁴Fakultas Kesehatan, Program Studi Radiodiagnostik dan Radioterapi, Universitas Efarina, Jl.

Pendeta J. Wismar Saragih No. 72-74, Bane, Pematang Siantar, 21143, Sumatera Utara, Indonesia

*Email Korespondensi: sabrinasuci@gmail.com

Abstract

Stroke is one of the leading causes of death worldwide, with non-hemorrhagic stroke accounting for 85% of cases. CT-Scan examination is the primary modality for stroke diagnosis. This study aims to determine the examination technique and evaluate noise characteristics in CT-Scan brain examination using fast stroke protocol at Dr. Drs. M. Hatta Brain Hospital, Bukittinggi. This is a qualitative descriptive study conducted from June to July 2023 involving four informants consisting of one doctor and three radiographers. Data were collected through literature review, observation, in-depth interviews, and documentation. The fast stroke protocol uses parameters of 120 kVp, 210 mA, 1.25 mm slice thickness, DFOV 26.9 cm, and total exposure time 4.33 seconds. Results showed that the fast stroke protocol with 1.25 mm slice thickness produces higher noise compared to head routine protocol with 5 mm slice thickness. However, thinner slices provide better detail and can detect smaller lesions, which is crucial for early stroke detection. The head routine protocol produces smoother images with less noise but lower detail. For stroke cases, the fast stroke protocol is more optimal as it can detect smaller lesions in critical areas. Image quality is influenced by slice thickness, where thinner slices increase noise but improve spatial resolution and diagnostic accuracy. It is concluded that the fast stroke protocol is more suitable for stroke cases despite higher noise levels, as the benefits of improved lesion detection outweigh the disadvantages of increased noise.

Keywords: *computed tomography, fast stroke protocol, noise, slice thickness, stroke*

Abstrak

Stroke merupakan salah satu penyebab kematian tertinggi di dunia dengan stroke non hemoragik mencakup 85% dari kasus stroke. Pemeriksaan CT-Scan merupakan modalitas utama untuk diagnosis stroke. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui teknik pemeriksaan dan mengevaluasi karakteristik noise pada pemeriksaan CT-Scan brain menggunakan protokol fast stroke di Rumah Sakit Otak Dr. Drs. M. Hatta Bukittinggi. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif yang dilakukan pada bulan Juni sampai Juli 2023 dengan melibatkan empat informan yang terdiri dari satu dokter dan tiga radiografer. Data dikumpulkan melalui studi pustaka, observasi, wawancara mendalam, dan dokumentasi. Protokol fast stroke menggunakan parameter 120 kVp, 210 mA, slice thickness 1,25 mm, DFOV 26,9 cm, dan total exposure time 4,33 detik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa protokol fast stroke dengan slice thickness 1,25 mm menghasilkan noise yang lebih tinggi dibandingkan protokol head routine dengan slice thickness 5 mm. Namun, slice yang lebih tipis memberikan detail yang lebih baik dan dapat mendeteksi lesi yang lebih kecil, yang sangat penting untuk deteksi dini stroke. Protokol head routine menghasilkan gambaran yang lebih smooth dengan noise lebih sedikit tetapi detail lebih rendah. Untuk kasus stroke, protokol fast stroke lebih optimal karena dapat mendeteksi lesi kecil di area kritis. Kualitas citra dipengaruhi oleh slice thickness, dimana slice yang lebih tipis meningkatkan noise tetapi meningkatkan resolusi spasial dan akurasi diagnostik. Disimpulkan bahwa protokol fast stroke lebih sesuai untuk kasus stroke meskipun

memiliki noise yang lebih tinggi, karena manfaat deteksi lesi yang lebih baik melebihi kerugian peningkatan noise.

Kata Kunci: computed tomography, noise, protokol fast stroke, slice thickness, stroke

PENDAHULUAN

Cranium atau tulang tengkorak merupakan puncak dari columna vertebralis yang terdiri dari 22 tulang yang berbeda dan dibagi ke dalam 2 bagian, yaitu 8 tulang cranium dan 14 tulang facial. Tulang cranium membentuk calvarium atau dasar tempurung kepala yang melindungi otak dari trauma eksternal (Bontrager, 2003). Otak sebagai organ vital yang terlindungi di dalam cranium dapat mengalami berbagai patologi, salah satunya adalah stroke.

Stroke Non Hemoragik merupakan stroke yang terjadi akibat adanya bekuan atau sumbatan pada pembuluh darah otak yang dapat disebabkan oleh tumpukan thrombus pada pembuluh darah otak, sehingga aliran darah ke otak menjadi terhenti. Stroke Non Hemoragik (stroke infark) merupakan iskemia atau emboli dan thrombosis serebral, yang terjadi setelah lama beristirahat, baru bangun tidur atau di pagi hari. Dalam hal tersebut tidak terjadi perdarahan namun terjadi iskemia yang menimbulkan hipoksia dan selanjutnya dapat timbul edema sekunder (Mardiana, 2021).

Menurut World Health Organization (2018), sebanyak 29,4 juta jiwa di dunia sudah terjangkit stroke pada tahun 2018, dan dari jumlah tersebut 10,3 juta jiwa telah meninggal dunia. Diperkirakan jumlah stroke iskemik terjadi 85% dari jumlah stroke yang ada. Penyakit darah tinggi atau hipertensi menyumbangkan 17,5 juta kasus stroke di dunia. Di Indonesia, stroke merupakan penyebab kematian nomor tiga setelah penyakit jantung dan kanker. Prevalensi stroke mencapai 8,3 per 1000 penduduk, dengan 60,7% disebabkan oleh stroke non hemoragik. Sebanyak 28,5% penderita meninggal dunia dan sisanya mengalami kelumpuhan total atau sebagian. Hanya 15% saja yang dapat sembuh total dari serangan stroke atau kecacatan (Mardiana, 2021).

Salah satu modalitas imaging yang dapat mendiagnosa adanya stroke adalah Computed Tomography (CT-Scan). CT-Scan merupakan suatu alat penunjang diagnosis yang mempunyai aplikasi universal untuk pemeriksaan seluruh organ tubuh. CT-Scan memiliki prosedur pencitraan diagnostik yang menggunakan kombinasi dari sinar-X dan teknologi komputer untuk menghasilkan gambar penampang, baik horizontal maupun vertikal dari tubuh (Lestari, 2014). Generasi terbaru dari CT-Scan yaitu MSCT 64 slice (Multi Slice Computed Tomography 64 slice) yang mampu menghasilkan gambar secara detail dari bagian tubuh manusia seperti kepala, pembuluh darah, jantung, otak, perut, usus besar dan sebagainya.

Salah satu tujuan pemeriksaan CT-Scan adalah penegakan diagnosa dengan memperhatikan kualitas citra serta keselamatan pasien dengan optimasi dosis radiasi yang digunakan. Kualitas citra CT-Scan dipengaruhi oleh berbagai faktor teknis, salah satunya adalah noise. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Morin et al. (2017), sumber utama radiasi pada pasien pencitraan medis adalah dosis radiasi pada tubuh pasien pemeriksaan CT-Scan yang biasanya dipengaruhi oleh penggunaan milliamperes (mA) dan kilovoltages (kV).

Pada pencitraan CT-Scan, pengaruh tegangan terhadap hasil citra dapat meningkatkan tegangan tabung sinar-X terhadap jumlah radiasi dan energi foton. Semakin besar tegangan tabung sinar-X maka semakin besar energi yang diterima. Variasi tegangan tabung sinar-X akan menyebabkan perubahan dosis CT-Scan, noise dan kontras citra. Variasi ketebalan irisan atau potongan dari objek yang diperiksa juga mempengaruhi noise. Semakin tinggi ketebalan irisan maka gambaran akan cenderung

menjadi artefak, dan jika ketebalan irisan semakin tipis maka gambaran akan cenderung menjadi noise (Listiyani et al., 2021).

Pemeriksaan CT-Scan kepala menggunakan scan area mulai dari basis cranii sampai ke vertex, dengan slice thickness 5 mm, Field Of View (FOV) 23 cm, kV 120 dan mA 150 (Romans, 2011). Namun, untuk kasus stroke, diperlukan protokol khusus yang dapat mendeteksi lesi iskemik dengan lebih akurat dan cepat. Protokol fast stroke dikembangkan dengan menggunakan slice thickness yang lebih tipis untuk meningkatkan resolusi spasial dan sensitivitas deteksi lesi kecil.

Salah satu parameter yang menentukan kualitas hasil suatu citra adalah Signal to Noise Ratio (SNR). SNR adalah perbandingan antara amplitudo sinyal dengan amplitudo noise. SNR merupakan salah satu parameter dalam penilaian kualitas citra dari segi noise. Sinyal citra dihubungkan langsung dengan jumlah dari foton, sementara noise bisa dilihat sebagai fluktuasi stokastik piksel di sekitar nilai rata-rata (Bontrager & Lampignano, 2014).

Di Rumah Sakit Otak Dr. Drs. M. Hatta Bukittinggi terdapat banyak pasien CT-Scan Brain dengan klinis stroke non hemoragik. Rumah sakit ini menggunakan teknik pemeriksaan protokol fast stroke yang memiliki perbedaan parameter antara milliamperes (mA), kilovoltages (kV), dan total exposure time dibandingkan dengan protokol head routine. Protokol fast stroke menggunakan faktor eksposi 120 kV, 210 mA, DFOV 26,9 cm, slice thickness 1,25 mm, dan total exposure time 4,33 detik.

Penelitian ini penting dilakukan untuk mengevaluasi karakteristik noise pada protokol fast stroke dan membandingkannya dengan protokol head routine, serta mengidentifikasi trade-off antara noise dan resolusi spasial dalam deteksi lesi stroke. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap optimasi protokol CT-Scan brain untuk diagnosis stroke yang lebih akurat.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah studi deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Penelitian kualitatif adalah metode penelitian yang dilakukan dengan pengumpulan data melalui pengamatan, wawancara mendalam, dan analisis dokumen untuk memahami fenomena yang diteliti secara mendalam dan kontekstual (Moleong, 2017).

Penelitian dilakukan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Otak Dr. Drs. M. Hatta Bukittinggi pada bulan Juni sampai Juli 2023. Informan dalam penelitian ini adalah empat orang yang memiliki keterampilan dan pengetahuan mengenai pemeriksaan CT-Scan brain, terdiri dari satu orang dokter radiologi dan tiga orang radiografer yang telah menyelesaikan pendidikan D4 dan berpengalaman dalam mengerjakan CT-Scan.

Metode pengumpulan data dilakukan melalui studi pustaka, observasi, wawancara mendalam, dan dokumentasi. Studi pustaka dilakukan dengan mempelajari literatur yang relevan dengan topik penelitian termasuk buku teks, jurnal ilmiah, dan pedoman teknis. Observasi dilakukan dengan mengamati langsung prosedur pemeriksaan CT-Scan brain dengan protokol fast stroke dan head routine. Wawancara mendalam dilakukan dengan informan untuk memperoleh informasi mengenai teknik pemeriksaan, parameter yang digunakan, dan evaluasi kualitas citra. Dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan gambar CT-Scan, protokol pemeriksaan, dan data teknis yang relevan.

Pengolahan dan analisis data dilakukan dengan tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Reduksi data dilakukan dengan merangkum, memilih hal-hal pokok, dan memfokuskan pada hal-hal yang penting. Penyajian data dilakukan dalam bentuk tabel, gambar, dan narasi deskriptif. Penarikan kesimpulan dilakukan

berdasarkan data yang telah direduksi dan disajikan dengan mengaitkan temuan dengan teori dan literatur yang relevan.

HASIL

Karakteristik Informan Penelitian

Tabel 1. Karakteristik Informan Penelitian

Kode Informan	Profesi	Pendidikan	Pengalaman Kerja	Kompetensi
IR 1	Radiografer	D4 Radiologi	> 5 tahun	CT-Scan Brain
IR 2	Radiografer	D4 Radiologi	> 5 tahun	CT-Scan Brain
IR 3	Radiografer	D4 Radiologi	> 3 tahun	CT-Scan Brain
ID 1	Dokter Radiologi	Sp.Rad	> 10 tahun	Interpretasi CT-Scan

Informan dalam penelitian ini adalah tenaga kesehatan yang kompeten di bidang radiologi, dengan latar belakang pendidikan minimal D4 untuk radiografer dan spesialis radiologi untuk dokter. Semua informan memiliki pengalaman kerja yang cukup dalam mengoperasikan CT-Scan dan menginterpretasi hasil pemeriksaan, sehingga dapat memberikan informasi yang valid dan reliabel terkait topik penelitian.

Spesifikasi Peralatan dan Protokol Pemeriksaan

Tabel 2. Perbandingan Parameter Protokol Head Routine dan Fast Stroke

Parameter	Head Routine	Fast Stroke
Pesawat	CT-Scan MSCT 128 Slice	CT-Scan MSCT 128 Slice
kVp	120	120
mA	150	210
Slice Thickness	5 mm	1,25 mm
DFOV	23 cm	26,9 cm
Total Exposure Time	-	4,33 detik
Scan Range	Basis cranii - Vertex	Basis cranii - Vertex
Posisi Pasien	Supine, kepala di head holder	Supine, kepala di head holder
Fiksasi	Head clamp, body strap	Head clamp, body strap
Kualitas Gambaran	Smooth, noise rendah, detail rendah	Detail tinggi, noise tinggi
Indikasi Utama	Tumor, evaluasi anatomi umum	Stroke akut, lesi iskemik kecil

Berdasarkan Tabel 2, terdapat perbedaan signifikan antara protokol head routine dan fast stroke terutama pada slice thickness, mA, dan DFOV. Protokol fast stroke menggunakan slice thickness yang lebih tipis (1,25 mm vs 5 mm) dan mA yang lebih tinggi (210 vs 150) untuk mengkompensasi noise yang meningkat akibat slice yang lebih tipis.

Prosedur Pemeriksaan CT-Scan Brain Protokol Fast Stroke

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, prosedur pemeriksaan CT-Scan brain dengan protokol fast stroke di Instalasi Radiologi RS Otak Dr. Drs. M. Hatta Bukittinggi adalah sebagai berikut:

- a. **Persiapan Pasien:** Tidak ada persiapan khusus, pasien hanya diinstruksikan untuk melepaskan benda-benda logam seperti anting-anting, jepit rambut, kacamata, dan benda lain yang dapat mengganggu hasil gambaran atau menimbulkan artefak.
- b. **Posisi Pasien:** Pasien diposisikan supine di atas meja pemeriksaan dengan posisi kepala di head holder dekat dengan gantry. Kepala pasien diberi fiksasi menggunakan head clamp untuk mencegah pergerakan selama pemeriksaan. Kedua tangan pasien diposisikan di samping tubuh dan difiksasi dengan body strap.
- c. **Posisi Objek:** Garis kedua lampu indikator diatur tepat pada glabella. Mid Sagittal Plane (MSP) pasien diatur tegak lurus dan berada di tengah meja pemeriksaan untuk menghindari rotasi.
- d. **Registrasi Data Pasien:** Petugas mengisi data pasien dengan lengkap meliputi last name, patient ID, date of birth, sex, age, admitting diagnosis, dan ward pada sistem komputer CT-Scan.
- e. **Pemilihan Protokol:** Setelah data pasien terinput, petugas memilih protokol "head fast scan" pada menu protokol yang tersedia di sistem CT-Scan.
- f. **Topogram/Scout:** Meja pasien masuk ke dalam gantry untuk pembuatan topogram. Topogram dibuat dengan scan range dari basis cranii sampai vertex untuk menentukan area yang akan di-scan pada pemeriksaan axial.
- g. **Scanning:** Setelah topogram selesai dan area scan ditentukan, dilakukan scanning axial dengan parameter protokol fast stroke (120 kVp, 210 mA, slice thickness 1,25 mm, DFOV 26,9 cm).
- h. **Rekonstruksi Citra:** Setelah proses scanning selesai, dilakukan rekonstruksi citra dengan menggunakan software yang tersedia. Proses rekonstruksi menghasilkan potongan axial dengan ketebalan 1,25 mm.
- i. **Post-Processing dan Image Works:** Gambar hasil scanning diedit sesuai kriteria radiograf meliputi pemotongan gambar sesuai batas anatomi, pemberian marker, pengaturan window level dan window width untuk optimasi kontras dan brightness, serta pemilihan filter yang sesuai.
- j. **Penyimpanan dan Distribusi:** Gambar yang telah selesai diedit kemudian disimpan dalam sistem PACS (Picture Archiving and Communication System) dan dikirim ke GE PACS untuk dapat diakses oleh dokter. Gambar juga disimpan dalam CD untuk arsip pasien dan keperluan kontrol ulang.
- k. **Filming:** Tahap akhir adalah pencetakan gambar (filming) pada film radiografi untuk dokumentasi hardcopy dan pembacaan oleh dokter radiologi.

Karakteristik Noise pada Protokol Head Routine dan Fast Stroke

Tabel 3. Perbandingan Karakteristik Noise dan Kualitas Citra

Aspek	Head Routine (5 mm)	Fast Stroke (1,25 mm)
Karakteristik Noise		
Tingkat Noise	Rendah	Tinggi
Distribusi Noise	Merata, homogen	Lebih visible, granular
Pengaruh terhadap Diagnostik	Minimal	Moderat, dapat diatasi dengan window setting
Kualitas Detail		
Resolusi Spasial	Rendah	Tinggi
Deteksi Lesi Kecil	Terbatas	Optimal
Visualisasi Anatomi	Smooth, kurang detail	Jelas, detail tinggi
Jumlah Slice		

Total Slice untuk Head Penuh	±35 slice	±121 slice
Slice untuk Basis	Slice 5, 10, 15	Slice 20-40
Slice untuk Sinus Paranasal	-	Slice 53-71
Slice untuk Lobus/Ventrikel	Slice 20-25	Slice 61-93
Slice untuk Vertex	Slice 30-35	Slice 82-121
Kesesuaian Klinis		
Tumor (besar)	Optimal	Baik
Stroke Iskemik	Kurang optimal	Optimal
Lesi Kecil (< 5 mm)	Dapat terlewatkan (miss)	Terdeteksi
Follow-up Rutin	Sesuai	Kurang cost-effective

Berdasarkan hasil wawancara dengan informan: "Kalau noise sudah jelas yang fast stroke yang 1,25 mm noisenya lebih banyak, karena gambaran semakin tipis semakin noise tetapi hasilnya lebih detail. Kalau yang 5 mm lebih smooth dan tidak terlalu kasar, kalau noise lebih noise yang fast stroke." (IR 3)

"Kalau bagus lebih bagus yang fast stroke (dengan slice 1,25 mm) karena bisa mendeteksi yang kecil. Kalau yang brain routine (dengan slice 5 mm) bisa miss kita dan kalau gambaran lebih smooth yang brain routine. Untuk lesi-lesi tumor lebih bagus yang brain routine soalnya kan tumor besar-besar, tapi kalau untuk stroke lebih bagus yang fast stroke karena bisa mendeteksi yang lebih kecil." (IR 3)

Evaluasi Perbandingan Slice untuk Visualisasi Anatomi yang Sama

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, untuk mendapatkan hasil gambaran anatomi yang sama antara protokol head routine dan fast stroke, diperlukan perbedaan nomor slice yang signifikan karena perbedaan ketebalan slice:

- Basis Cranii:** Head routine slice 5 $\approx$ Fast stroke slice 20-30
- Sinus Paranasal:** Head routine slice 10-15 $\approx$ Fast stroke slice 53-71
- Lobus/Ventrikel:** Head routine slice 20-25 $\approx$ Fast stroke slice 61-93
- Vertex:** Head routine slice 30 $\approx$ Fast stroke slice 82-112

Hal ini menunjukkan bahwa protokol fast stroke menghasilkan jumlah slice yang jauh lebih banyak (sekitar 3-4 kali lipat) untuk coverage anatomi yang sama, yang memungkinkan visualisasi struktur dengan resolusi yang lebih tinggi namun dengan konsekuensi noise yang lebih tinggi pula.

PEMBAHASAN

Pengaruh Slice Thickness terhadap Noise

Hasil penelitian menunjukkan bahwa protokol fast stroke dengan slice thickness 1,25 mm menghasilkan noise yang lebih tinggi dibandingkan protokol head routine dengan slice thickness 5 mm. Temuan ini konsisten dengan prinsip fisika CT-Scan dimana semakin tipis slice thickness, semakin sedikit foton yang berkontribusi untuk setiap voxel, sehingga meningkatkan statistical noise (Ballinger, 2003).

Menurut Lestari (2014), semakin tipis ketebalan irisan maka akan semakin baik detail gambar yang diperoleh, akurasi dan klasifikasi yang dapat ditampilkan juga tinggi, namun dengan ketebalan irisan yang tipis juga dapat menghasilkan noise yang tinggi pada gambar. Hal ini terjadi karena pada slice yang tipis, volume jaringan yang disampling lebih kecil, sehingga jumlah foton sinar-X yang berinteraksi dengan

jaringan tersebut juga lebih sedikit. Akibatnya, fluktuasi statistik dalam jumlah foton yang terdeteksi menjadi lebih besar, yang tampak sebagai noise pada gambaran.

Penelitian oleh Listiyani et al. (2021) menjelaskan bahwa variasi ketebalan irisan atau potongan dari objek yang diperiksa mempengaruhi noise. Semakin tinggi ketebalan irisan maka gambaran akan cenderung menjadi artefak, dan jika ketebalan irisan semakin tipis maka gambaran akan cenderung menjadi noise. Pada pencitraan CT-Scan, pengaruh tegangan terhadap hasil citra dapat meningkatkan tegangan tabung sinar-X terhadap jumlah radiasi dan energi foton. Variasi tegangan tabung sinar-X akan menyebabkan perubahan dosis CT-Scan, noise dan kontras citra.

Untuk mengkompensasi peningkatan noise pada slice tipis, protokol fast stroke menggunakan mA yang lebih tinggi (210 mA) dibandingkan protokol head routine (150 mA). Peningkatan mA meningkatkan jumlah foton yang dihasilkan oleh tabung sinar-X, sehingga dapat mengurangi statistical noise. Namun, peningkatan mA juga berarti peningkatan dosis radiasi yang diterima pasien, sehingga perlu dilakukan optimasi antara kualitas citra dan proteksi radiasi.

Trade-off antara Noise dan Resolusi Spasial

Meskipun protokol fast stroke menghasilkan noise yang lebih tinggi, protokol ini memberikan keunggulan signifikan dalam hal resolusi spasial dan kemampuan deteksi lesi kecil. Hasil wawancara dengan informan menunjukkan bahwa untuk kasus stroke iskemik, kemampuan mendeteksi lesi kecil lebih penting daripada mengurangi noise.

Menurut Hutami et al. (2021), semakin tipis ketebalan irisan maka akan semakin baik detail gambar yang diperoleh, akurasi dan klasifikasi yang dapat ditampilkan juga tinggi. Penelitian mereka tentang pengaruh variasi slice thickness terhadap kualitas citra CT-Scan pada phantom air menggunakan variasi slice thickness 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm, 6 mm dan 8 mm menunjukkan bahwa semakin tebal slice thickness menyebabkan nilai CNR (Contrast to Noise Ratio) semakin besar, namun detail citra menurun.

Pada kasus stroke iskemik akut, deteksi dini sangat penting untuk manajemen yang tepat waktu. Lesi iskemik pada fase hiperakut dapat berukuran sangat kecil (< 5 mm) dan memiliki densitas yang hanya sedikit berbeda dari jaringan otak normal. Protokol fast stroke dengan slice thickness 1,25 mm memungkinkan visualisasi lesi-lesi kecil ini yang mungkin terlewatkan (miss) pada protokol head routine dengan slice thickness 5 mm.

Penelitian oleh Bisra (2020) tentang perbedaan kualitas citra anatomi MSCT thorax potongan axial pada variasi rekonstruksi slice thickness dengan klinis tumor menunjukkan bahwa slice thickness 2 mm dengan nilai mean rank 2,57 lebih baik dalam menampilkan citra anatomi dibandingkan slice thickness 3 mm dan 4 mm. Hal ini menunjukkan bahwa untuk deteksi lesi patologis, slice yang lebih tipis memberikan keuntungan diagnostik yang signifikan.

Implikasi Klinis untuk Diagnosis Stroke

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemilihan protokol harus disesuaikan dengan indikasi klinis. Untuk kasus stroke iskemik akut, protokol fast stroke dengan slice thickness 1,25 mm lebih optimal meskipun menghasilkan noise yang lebih tinggi. Sebaliknya, untuk kasus tumor otak yang umumnya berukuran lebih besar, protokol head routine dengan slice thickness 5 mm sudah memadai dan lebih efisien dari segi dosis radiasi dan waktu pemeriksaan.

Menurut Aziz (2004), slice thickness yang digunakan untuk evaluasi tumor berkisar antara 3-5 mm dan dapat direkonstruksi menjadi 1,25 mm untuk mengobservasi tumor yang berukuran kecil dan dalam stage awal. Hal ini mendukung pendekatan selektif dalam pemilihan protokol berdasarkan indikasi klinis.

Stroke iskemik memiliki window terapi yang sangat sempit, terutama untuk terapi trombolitik yang harus diberikan dalam 4,5 jam pertama sejak onset gejala. Diagnosis yang cepat dan akurat sangat penting untuk menentukan eligibilitas pasien untuk terapi trombolitik. Protokol fast stroke memungkinkan deteksi lesi iskemik kecil di fase hiperakut yang dapat mempengaruhi keputusan klinis (Mardiana, 2021).

Selain itu, protokol fast stroke dengan jumlah slice yang lebih banyak (± 121 slice vs ± 35 slice) memungkinkan evaluasi yang lebih detail terhadap lokasi, ukuran, dan distribusi lesi. Informasi ini penting untuk prognosis dan perencanaan manajemen pasien stroke.

Strategi Manajemen Noise

Meskipun protokol fast stroke menghasilkan noise yang lebih tinggi, ada beberapa strategi yang dapat dilakukan untuk mengelola noise tanpa mengorbankan resolusi spasial:

- a. **Window Setting:** Pengaturan window level dan window width yang tepat dapat mengoptimalkan visualisasi jaringan yang diinginkan dan mengurangi persepsi noise. Untuk evaluasi parenkim otak, digunakan brain window (window width 80 HU, window level 40 HU), sedangkan untuk evaluasi tulang digunakan bone window (window width 2000 HU, window level 300 HU).
- b. **Filter Rekonstruksi:** Penggunaan filter smooth dapat mengurangi noise dengan cara averaging piksel-piksel yang berdekatan, namun dengan konsekuensi sedikit mengurangi ketajaman tepi. Untuk stroke, biasanya digunakan filter standar atau soft tissue yang memberikan keseimbangan antara noise dan detail.
- c. **Iterative Reconstruction:** Teknik iterative reconstruction seperti ASIR (Adaptive Statistical Iterative Reconstruction) dapat mengurangi noise secara signifikan tanpa mengurangi resolusi spasial. Penelitian oleh Putra et al. (2020) menunjukkan bahwa ASIR 60% memiliki nilai SNR yang lebih tinggi sehingga citra yang dihasilkan memiliki noise yang rendah.
- d. **Peningkatan mA:** Seperti yang diterapkan pada protokol fast stroke, peningkatan mA dari 150 menjadi 210 dapat mengkompensasi peningkatan noise akibat slice yang lebih tipis. Namun, strategi ini harus mempertimbangkan peningkatan dosis radiasi.
- e. **Post-Processing:** Teknik post-processing seperti smoothing filter atau noise reduction algorithm dapat diterapkan setelah akuisisi untuk mengurangi noise pada area yang tidak kritis, sambil mempertahankan detail pada area yang penting untuk diagnosis.

Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Temuan penelitian ini konsisten dengan beberapa penelitian sebelumnya tentang pengaruh slice thickness terhadap kualitas citra CT-Scan. Penelitian oleh Kusumaningsih et al. (2023) tentang pengaruh slice thickness terhadap Signal To Noise Ratio (SNR) menunjukkan bahwa semakin besar slice thickness maka nilai SNR semakin meningkat dan kualitas citra semakin baik dari segi noise.

Wahyuni (2022) dalam penelitiannya tentang pengaruh variasi rekonstruksi slice thickness dan filter kernel terhadap kualitas citra CT-Scan kepala pada kasus stroke iskemik mendapatkan bahwa variasi slice thickness terkecil yaitu 1,0 mm dengan menggunakan filter kernel smooth menghasilkan kualitas citra paling baik. Temuan ini mendukung penggunaan protokol fast stroke dengan slice thickness 1,25 mm untuk kasus stroke, meskipun perlu dioptimalkan dengan pemilihan filter yang tepat.

Penelitian oleh Dewi (2022) menyatakan bahwa kualitas gambar dikatakan baik ditunjukkan dengan rendahnya noise atau nilai image noise dalam batas standar yang bisa diterima. Image noise merupakan faktor yang dapat mempengaruhi kualitas gambar CT-Scan. Semakin tinggi nilai image noise maka dapat dikatakan bahwa kualitas gambaran CT-Scan akan menurun (Seeram, 2001).

Namun, penting untuk memahami bahwa "kualitas citra" harus didefinisikan dalam konteks tujuan diagnostik. Untuk kasus stroke, kualitas citra yang baik bukan hanya ditentukan oleh rendahnya noise, tetapi lebih pada kemampuan mendeteksi lesi kecil yang kritis untuk diagnosis dan manajemen. Oleh karena itu, protokol fast stroke dengan noise yang lebih tinggi tetapi resolusi spasial yang lebih baik dapat dianggap memiliki "kualitas diagnostik" yang lebih tinggi untuk indikasi stroke.

Aspek Proteksi Radiasi

Penggunaan protokol fast stroke dengan mA yang lebih tinggi (210 vs 150) dan slice thickness yang lebih tipis menghasilkan dosis radiasi yang lebih tinggi dibandingkan protokol head routine. Menurut Morin et al. (2017), dosis radiasi pada tubuh pasien pemeriksaan CT-Scan biasanya dipengaruhi oleh penggunaan milliamperes (mA) dan kilovoltages (kV).

Prinsip ALARA (As Low As Reasonably Achievable) dalam proteksi radiasi mengharuskan optimasi antara kualitas diagnostik dan dosis radiasi. Untuk kasus stroke iskemik akut dimana diagnosis cepat dan akurat sangat penting untuk window terapi yang sempit, peningkatan dosis radiasi dapat dibenarkan jika memberikan manfaat diagnostik yang signifikan.

Namun, untuk follow-up rutin atau kasus dengan indikasi yang kurang spesifik, penggunaan protokol head routine dengan dosis yang lebih rendah mungkin lebih sesuai. Keputusan pemilihan protokol harus mempertimbangkan prinsip justifikasi (apakah pemeriksaan benar-benar diperlukan), optimisasi (menggunakan parameter teknis yang memberikan informasi diagnostik yang memadai dengan dosis serendah mungkin), dan limitasi dosis (memastikan dosis tidak melebihi batas yang ditetapkan).

Beberapa strategi untuk mengurangi dosis radiasi pada protokol fast stroke tanpa mengorbankan kualitas diagnostik meliputi:

- a. Penggunaan teknik modulasi dosis otomatis (automatic tube current modulation)
- b. Optimasi kVp berdasarkan ukuran dan habitus pasien
- c. Limitasi scan range hanya pada area yang relevan secara klinis
- d. Penggunaan iterative reconstruction untuk memungkinkan reduksi dosis tanpa peningkatan noise yang signifikan

Implikasi untuk Praktik Klinis

Hasil penelitian ini memiliki beberapa implikasi penting untuk praktik klinis di instalasi radiologi:

- a. **Protokol Selektif:** Penggunaan protokol harus disesuaikan dengan indikasi klinis. Protokol fast stroke dengan slice thickness tipis sebaiknya direservasi untuk kasus dengan kecurigaan stroke iskemik akut atau kondisi lain yang memerlukan deteksi

- lesi kecil. Untuk evaluasi rutin atau tumor besar, protokol head routine sudah memadai.
- b. **Standarisasi Protokol:** Perlu ada pedoman yang jelas tentang kapan menggunakan protokol fast stroke vs head routine berdasarkan indikasi klinis, dengan mempertimbangkan trade-off antara resolusi spasial, noise, dan dosis radiasi.
 - c. **Pelatihan Radiografer:** Radiografer perlu memahami prinsip-prinsip yang mendasari pemilihan parameter teknis dan implikasinya terhadap kualitas citra dan dosis radiasi. Pelatihan tentang optimasi protokol dan strategi manajemen noise sangat penting.
 - d. **Komunikasi dengan Klinisi:** Penting untuk mengkomunikasikan kepada klinisi tentang karakteristik dan keterbatasan masing-masing protokol, sehingga mereka dapat memberikan informasi klinis yang memadai untuk pemilihan protokol yang tepat.
 - e. **Quality Assurance:** Program quality assurance yang regular perlu dilakukan untuk memastikan konsistensi kualitas citra dan optimasi dosis radiasi, termasuk monitoring nilai noise, CNR, SNR, dan dose metrics seperti CTDIvol dan DLP.

Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, penelitian ini bersifat deskriptif kualitatif tanpa pengukuran kuantitatif objektif terhadap nilai noise, SNR, atau CNR. Pengukuran objektif menggunakan region of interest (ROI) pada phantom atau pasien akan memberikan data yang lebih akurat dan dapat dibandingkan secara statistik.

Kedua, penelitian ini tidak melakukan analisis terhadap dosis radiasi yang diterima pasien pada masing-masing protokol. Pengukuran CTDIvol (CT Dose Index volume) dan DLP (Dose Length Product) sangat penting untuk evaluasi komprehensif tentang trade-off antara kualitas citra dan proteksi radiasi.

Ketiga, jumlah informan terbatas (4 orang) dan tidak melibatkan evaluasi diagnostik secara langsung terhadap hasil CT-Scan dengan berbagai protokol pada pasien yang sama. Penelitian prospektif dengan membandingkan kedua protokol pada pasien yang sama akan memberikan bukti yang lebih kuat tentang keunggulan relatif masing-masing protokol.

Keempat, penelitian ini tidak mengeksplorasi penggunaan teknik advanced seperti iterative reconstruction atau dual-energy CT yang dapat mengoptimalkan kualitas citra sambil mengurangi noise dan dosis radiasi.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan studi kuantitatif dengan pengukuran objektif terhadap parameter kualitas citra (noise, SNR, CNR, spatial resolution) dan dosis radiasi pada berbagai protokol. Studi diagnostik accuracy dengan membandingkan sensitivitas dan spesifisitas deteksi lesi stroke pada protokol fast stroke vs head routine juga akan sangat bermanfaat. Evaluasi cost-effectiveness dari penggunaan protokol fast stroke dibandingkan head routine juga penting untuk pertimbangan implementasi di berbagai fasilitas kesehatan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Otak Dr. Drs. M. Hatta Bukittinggi tentang gambaran noise pada pemeriksaan CT-Scan brain menggunakan protokol fast stroke, dapat disimpulkan bahwa protokol fast stroke dengan slice thickness 1,25 mm menghasilkan noise yang lebih tinggi dibandingkan protokol head routine dengan slice thickness 5 mm. Peningkatan noise

terjadi karena volume jaringan yang disampling pada slice tipis lebih kecil, sehingga statistical fluctuation dalam jumlah foton yang terdeteksi menjadi lebih besar. Meskipun menghasilkan noise yang lebih tinggi, protokol fast stroke memberikan keunggulan signifikan dalam hal resolusi spasial dan kemampuan deteksi lesi kecil yang sangat penting untuk diagnosis stroke iskemik akut. Lesi kecil yang mungkin terlewatkan pada protokol head routine dapat terdeteksi dengan protokol fast stroke. Untuk kasus stroke iskemik, protokol fast stroke lebih optimal meskipun memiliki noise lebih tinggi, karena manfaat deteksi dini lesi iskemik melebihi kerugian peningkatan noise. Sebaliknya, untuk kasus tumor otak yang umumnya berukuran lebih besar, protokol head routine sudah memadai dan lebih efisien. Parameter yang digunakan pada protokol fast stroke (120 kVp, 210 mA, slice thickness 1,25 mm, DFOV 26,9 cm) telah dioptimasi dengan meningkatkan mA untuk mengkompensasi noise akibat slice tipis. Noise dapat dikelola dengan strategi window setting yang tepat, filter rekonstruksi yang sesuai, dan teknik post-processing tanpa mengorbankan resolusi spasial. Pemilihan protokol harus disesuaikan dengan indikasi klinis dengan mempertimbangkan trade-off antara resolusi spasial, noise, dan dosis radiasi sesuai prinsip ALARA dalam proteksi radiasi.

SARAN

Berdasarkan kesimpulan penelitian, disarankan kepada Instalasi Radiologi untuk membuat pedoman standar pemilihan protokol berdasarkan indikasi klinis yang jelas, dimana protokol fast stroke digunakan untuk kecurigaan stroke iskemik akut dan protokol head routine untuk evaluasi tumor atau follow-up rutin. Radiografer perlu mendapatkan pelatihan berkala tentang prinsip-prinsip optimasi protokol CT-Scan, manajemen noise, dan strategi pengurangan dosis radiasi. Perlu dilakukan quality assurance secara regular termasuk monitoring nilai noise, CNR, SNR, dan dose metrics untuk memastikan konsistensi kualitas citra dan optimasi dosis radiasi. Disarankan untuk mengimplementasikan teknik iterative reconstruction seperti ASIR untuk mengurangi noise tanpa mengorbankan resolusi spasial atau meningkatkan dosis radiasi secara signifikan. Komunikasi yang baik antara radiografer dan klinisi perlu ditingkatkan untuk memastikan pemilihan protokol yang tepat berdasarkan informasi klinis yang memadai. Untuk penelitian lanjutan, disarankan melakukan studi kuantitatif dengan pengukuran objektif parameter kualitas citra dan dosis radiasi, studi diagnostik accuracy untuk membandingkan sensitivitas dan spesifisitas deteksi lesi pada berbagai protokol, serta evaluasi cost-effectiveness penggunaan protokol fast stroke. Perlu dilakukan eksplorasi penggunaan teknologi advanced seperti dual-energy CT atau photon-counting CT yang dapat meningkatkan kualitas citra sambil mengurangi dosis radiasi. Institusi pendidikan perlu memasukkan materi tentang optimasi protokol CT-Scan dan manajemen noise dalam kurikulum pendidikan radiologi untuk mempersiapkan radiografer yang kompeten dalam era teknologi imaging yang terus berkembang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak manajemen Rumah Sakit Otak Dr. Drs. M. Hatta Bukittinggi yang telah memberikan izin untuk melaksanakan penelitian ini. Terima kasih juga kepada seluruh staf Instalasi Radiologi khususnya para radiografer dan dokter radiologi yang telah bersedia menjadi informan dan membantu dalam proses pengumpulan data. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Fakultas Kesehatan Universitas Efarina atas dukungan dan bimbingan selama penelitian

berlangsung. Terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, Z. A. (2004). *CT Technique for Imaging the Lung: Recommendations for Multislice and Single Slice Computed Tomography*. Elsevier.
- Ballinger, P. W. (2003). *Merrill's Atlas of Radiographic Positions and Radiologic Procedures* (10th ed.). Mosby.
- Bisra, M. (2020). Perbedaan Kualitas Citra Anatomi MSCT Thorax Potongan Axial pada Variasi Slice Thickness dengan Klinis Tumor. *Journal of STIKES Awal Bros Pekanbaru*, 9-14.
- Bontrager, K. L., & Lampignano, J. P. (2014). *Bontrager's Handbook of Radiographic Positioning and Technique*. Elsevier.
- Bontrager, K. L., & Lampignano, J. P. (2018). *Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy* (8th ed.). Elsevier.
- Dewi, P. S. (2022). Effect of X-Ray Tube Voltage Variation to Value of Contrast to Noise Ratio (CNR) on Computed Tomography (CT) Scan at RSUD Bali Mandara. *International Journal of Physical Sciences and Engineering*, 6(2), 82-90.
- Hutami, I. A., Pramudya, Y., & Susilo, A. (2021). Analisis Pengaruh Slice Thickness Terhadap Kualitas Citra Pesawat CT-Scan Di RSUD Bali Mandara. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 17(2), 45-52.
- Kusumaningsih, D., Arifin, Z., & Hidayat, N. (2023). Pengaruh Slice Thickness Terhadap Signal To Noise Ratio (SNR) dari Hasil Penyinaran CT-Scan. *Jurnal Radiologi Indonesia*, 9(1), 23-31.
- Lestari, A. A. (2014). Analisis Noise Level Hasil Citra CT-Scan pada Tegangan Tabung 120 kV dan 135 kV dengan Variasi Ketebalan Irisan (Slice Thickness). *Jurnal Berkala Fisika*, 17(4), 125-130.
- Listiyani, E., Sutapa, G. N., & Pawiro, S. A. (2021). Analisis Noise Level Hasil Citra CT-Scan pada Phantom Kepala dengan Variasi Tegangan Tabung dan Ketebalan Irisan. *Indonesian Journal of Applied Physics*, 11(1), 56-64.
- Mardiana, S. S. (2021). The Correlation of Stroke Frequency and Blood Pressure with Stroke Severity in Non Hemorrhagic Stroke Patients. *Journal of Nursing Science*, 9(2), 87-95.
- Moleong, L. J. (2017). *Metodologi Penelitian Kualitatif* (36th ed.). Remaja Rosdakarya.
- Morin, R. L., Frush, D. P., Johnson, C. D., & Fishman, E. K. (2017). CT Dose Optimization and Reduction. *Radiologic Clinics of North America*, 55(1), 133-145.
- Putra, R. D., Anam, C., & Dougherty, G. (2020). Pengaruh Variasi Metode Adaptive Statistical Iterative Reconstruction (ASIR) Terhadap Nilai Signal To Noise Ratio (SNR) CT Abdomen. *Jurnal Fisika Medis Indonesia*, 6(2), 112-120.
- Romans, L. E. (2011). *Computed Tomography for Technologists: A Comprehensive Text*. Wolters Kluwer Health.
- Seeram, E. (2001). *Computed Tomography: Physical Principles, Clinical Applications, and Quality Control* (2nd ed.). W.B. Saunders Company.
- Wahyuni, S. N. (2022). Pengaruh Variasi Rekonstruksi Slice Thickness dan Filter Kernel Terhadap Kualitas Citra CT-Scan Kepala pada Kasus Stroke Iskemik. *Jurnal Imejng Diagnostik*, 8(1), 34-42.
- World Health Organization. (2018). *Global Health Estimates 2016: Deaths by Cause, Age, Sex, by Country and by Region, 2000-2016*. WHO Press.