

PERHITUNGAN VOLUMETRIK PERDARAHAN DENGAN METODE VOLUME AUTOMATIK PADA PEMERIKSAAN CT SCAN KEPALA DI INSTALASI RADIOLOGI

Oleh

Arga Putra Wirasaksena¹, Ildsma Maulidya Mar'atus Nasokha², Widya Mufida³

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

Email: ¹arga130603@gmail.com, ²maulidya.ildsa@unisayogya.ac.id,

³widyamufida@unisayogya.ac.id

Article History:

Received: 17-07-2025

Revised: 22-07-2025

Accepted: 20-08-2025

Keywords:

Head CT Scan,
Segmentation,
Bleeding Volume,
automatic Method

Abstract: Background: Head CT Scans for hemorrhage cases at the Radiology Unit of Aisyiyah Ponorogo Hospital use an automated volumetric method to calculate the volume of bleeding. This process involves segmenting the bleeding area, and the volume results are immediately available without manual calculations. Unlike some studies that suggest automated methods require more time, this method was chosen at Aisyiyah Ponorogo Hospital because it utilizes multislice CT Scanning technology, which allows for faster and more accurate estimation of the volume of bleeding. **Methods:** This study employed a descriptive qualitative approach with observation, interviews, and documentation techniques. The subjects included three radiographers and one radiologist. The study took place at the Radiology Unit of Aisyiyah Ponorogo General Hospital from March to July 2025. Data were collected through direct observation, in-depth interviews, image documentation, and literature review. Data analysis was conducted through transcription, categorization, and narrative presentation based on the research focus. **Results:** There are differences in the preparation of tools and materials used in bleeding cases. Calculating bleeding volume using automated segmentation-based methods still requires manual involvement and precision in shading the bleeding volume. However, automated methods remain superior because they reduce subjectivity between operators and provide consistent, measurable, accurate, efficient, and reproducible results. Calculating bleeding volume using automated methods is particularly helpful in emergency situations, where clinical decisions must be made quickly. **Conclusions:** Head CT Scans for hemorrhage cases have not optimized the use of head straps and blankets. The use of blankets and head straps can provide comfort and reduce movement during the examination. Automatic segmentation-based hemorrhage volume calculation improves work efficiency, result consistency, and diagnostic accuracy, while reducing the

potential for subjective errors similar to manual methods. This method has nearly perfect agreement with manual methods (coefficient of 0.99), making it worthy of inclusion in medical assistive technology

PENDAHULUAN

Otak merupakan organ yang sangat penting untuk mengatur segala kegiatan manusia. Otak terlindungi oleh *cranium*. *Cranium* atau tulang tengkorak adalah puncak dari *kolum vertebrae* yang terdiri dari 22 tulang dan dibagi menjadi 2 bagian, yaitu 8 tulang *cranial* dan 14 tulang *facial*. Berat otak sendiri mencapai 2% dari berat tubuh, otak mengkonsumsi 25% oksigen dan menerima 1,5% curah jantung. Otak dibagi menjadi beberapabagian utama, yaitu otak besar (*cerebium*), otak kecil (*cerebellum*), dan batang otak (Lampignano, 2018).

Patalogi yang dapat terjadi pada otak yaitu perdarahan *intrakranial* yang merupakan kondisi patologis ditandai dengan akumulasi darah secara abnormal di dalam rongga tengkorak. Kondisi ini dapat diklasifikasikan berdasarkan lokasi perdarahannya, antara lain Perdarahan *subdural*, yaitu akumulasi darah yang terjadi di antara lapisan luar otak (*dura mater*) dan lapisan tengah (*araknoid*) serta perdarahan *epidural*, yaitu penumpukan darah di antara tulang tengkorak dan lapisan luar otak (*dura mater*) (Andrian *et al.*, 2023). Selain itu, stroke juga merupakan salah satu bentuk gangguan *vaskular* otak yang berkaitan erat dengan perdarahan *intrakranial*. Stroke dibagi menjadi dua jenis utama, yaitu stroke *iskemik*, yang terjadi akibat sumbatan aliran darah ke otak oleh *trombus* atau *embolus*, dan stroke *hemoragik*, yang terjadi akibat pecahnya pembuluh darah di otak dan menimbulkan perdarahan. Stroke *hemoragik* sendiri diklasifikasikan lebih lanjut menjadi beberapa jenis berdasarkan lokasi perdarahannya, yaitu perdarahan *intraserebral*, perdarahan yang terjadi langsung di dalam jaringan otak, perdarahan *subaraknoid*, yang terjadi di antara lapisan *araknoid* dan permukaan otak tempat sirkulasi cairan *serebrospinal* berlangsung, serta perdarahan *intraventrikular*, yaitu perdarahan yang masuk ke dalam *ventrikel* atau rongga otak yang berisi cairan *serebrospinal* (Salman *et al.*, 2022).

Dalam upaya menegakkan diagnosis secara tepat, *CT Scan* merupakan salah satu modalitas pencitraan yang berperan penting dalam mengidentifikasi perdarahan. *CT Scan* bekerja dengan menggabungkan teknologi sinar-X dan komputer untuk menghasilkan citra berupa irisan tubuh manusia secara detail. Modalitas ini digunakan untuk mengevaluasi berbagai bagian tubuh, seperti leher, tulang belakang, dada, perut, panggul, sinus, dan otak. Kemampuan *CT Scan* dalam menampilkan gambaran anatomi secara rinci menjadikannya alat diagnostik yang sangat andal, terutama dalam kasus kegawatdaruratan seperti perdarahan intrakranial (Lampignano, 2018).

Penggunaan metode otomatis dalam perhitungan volume perdarahan *intrakranial* pada pemeriksaan *CT Scan* kepala memiliki keunggulan dalam hal kecepatan, objektivitas, dan keakuratan dibandingkan metode manual yang cenderung subjektif dan memerlukan waktu lebih lama. Hasil-hasil tersebut mendorong perlunya evaluasi penerapan metode ini di fasilitas layanan kesehatan secara langsung. Berdasarkan hasil observasi di Instalasi Radiologi, diketahui standar operasional prosedur pemeriksaan *CT Scan* kepala yang merupakan serangkaian tahapan pemeriksaan pencitraan medis yang memanfaatkan sinar-X dalam teknik *multiplanar* berbasis sistem komputerisasi, dengan tujuan memperoleh

visualisasi yang rinci terhadap *parenkim* otak, struktur *intrakranial*, *matriks* tulang, serta jaringan lunak di sekitar otak. Estimasi penerimaan dosis radiasi yang diterima sesuai dengan protokol dosis institusi, yaitu pasien dewasa lebih dari 15 tahun sebesar 61mGy, pasien anak-anak 5-14 tahun sebesar 72mGy, dan pasien bayi 0-14 tahun sebesar 59 mGy.

Metode manual seperti rumus ABC/2 unggul dalam kecepatan namun terbatas pada akurasi dan dipengaruhi variabilitas antar-operator (Kiswoyo *et al.*, 2017). Sebaliknya, metode berbasis komputer seperti SegTool maupun segmentasi Otsu dan k-means menunjukkan presisi dan konsistensi lebih baik meski membutuhkan waktu pemrosesan lebih lama (Xu *et al.*, 2021; Bustamin *et al.*, 2022). Oleh karena itu, integrasi keduanya dinilai optimal untuk meningkatkan evaluasi klinis perdarahan otak.

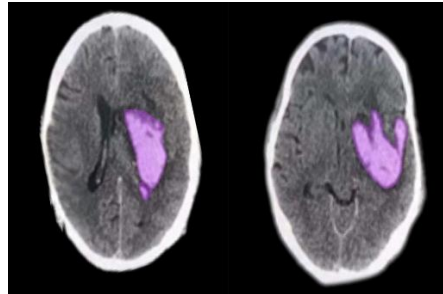
Dalam pemeriksaan *CT Scan* kepala, khususnya pada kasus perdarahan, penghitungan volume perdarahan telah diterapkan menggunakan metode otomatis berbasis perangkat lunak (*software*). Inovasi ini memungkinkan estimasi volume perdarahan dilakukan secara lebih cepat dan akurat dibandingkan metode manual. Fenomena tersebut menjadi dasar ketertarikan penulis untuk mengangkatnya sebagai fokus dalam karya tulis ilmiah ini, dengan judul **“Penghitungan Volumetrik Perdarahan dengan Metode Volume Automatik pada Pemeriksaan CT Scan Kepala di Instalasi Radiologi.”** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui prosedur pemeriksaan *CT Scan* kepala pada pasien dengan kasus perdarahan, mengetahui prosedur penghitungan volume perdarahan pada *CT Scan* kepala dengan menggunakan metode otomatis, serta mengetahui kecepatan dan keakuratan dalam perhitungan volume perdarahan metode otomatis. Diharapkan, hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam memperkuat efektivitas metode otomatis sebagai penunjang diagnosis radiologis serta mendukung pengambilan keputusan klinis yang cepat, tepat, dan berbasis data kualitatif yang valid.

LANDASAN TEORI

Otak bertanggung jawab terhadap kemampuan manusia untuk melakukan gerakan-gerakan. Otak terlindungi oleh *cranium* (Lampignano, 2018). Otak merupakan organ kecil yang tersimpan didalam batok kepala yang merupakan pusat sistem syaraf dan berfungsi sebagai pusat kendali dan koordinasi seluruh aktifitas biologis, fisik, dan sosial dari seluruh tubuh. Batok kepala manusia rata-rata mampu menampung volume sekitar 1700 ml yang berisi 1400 ml (80%) otak, 150ml (10%) darah, dan 150 ml (10%) cairan otak (Amin, M. S. 2018). Adapun salah satu patalogi yang dapat terjadi di otak adalah perdarahan intrakranial.

Perdarahan intrakranial adalah akumulasi darah di otak, mencakup perdarahan epidural, subdural, subarakhnoid, intraventrikular, dan intraserebral. Stroke hemoragik terdiri atas perdarahan intraserebral (5–15%) dan subarakhnoid (<5%), dengan prognosis dipengaruhi usia, faktor kardiovaskular, lokasi, volume perdarahan, serta kesadaran pasien saat masuk rumah sakit (Andrian *et al.*, 2023). Volume perdarahan *intraserebral* dapat mempengaruhi gejala klinis ringan sampai berat akibat peningkatkan tekanan *intrakranial*. Volume perdarahan *intraserebral* menyebabkan destruksi dan kompresi langsung terhadap jaringan otak disekitarnya. Untuk mengukur seberapa besar perdarahan di dalam otak (*intraserebral*), dapat dilakukan pengukuran perdarahan dengan dua metode, yaitu menggunakan komputer (otomatis) atau perhitungan secara manual (broderick). Perhitungan dilakukan setelah tindakan *CT Scan* selesai (Kiswoyo *et al.*, 2017). Visualisasi

melalui *CT Scan* sangat penting dalam menilai lokasi serta volume perdarahan. Hasil citra *CT Scan* perdarahan dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Hasil *CT Scan* Perdarahan (Roskaraulya *et al.*, 2024).

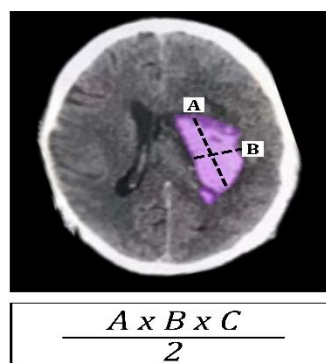
Persiapan pemeriksaan *CT Scan* kepala merupakan langkah penting untuk menjamin keamanan dan efektivitas pemeriksaan. Alat dan bahan seperti pesawat *CT Scan*, komputer, selimut, serta alat fiksasi (*body strap* dan *head strap*) harus dipastikan siap sebelum pemeriksaan dimulai (Sarjani *et al.*, 2022). Pada pasien dengan kasus perdarahan otak, tidak diperlukan persiapan khusus selain melepas benda logam di daerah kepala untuk mencegah artefak. Pasien diposisikan terlentang di atas meja pemeriksaan dengan orientasi *head first-supine*, kepala difiksasi pada penyangga, dan tubuh diamankan dengan restraining strap agar stabil. Posisi anatomi harus sejajar, yaitu *MSP* dengan sinar longitudinal, interpupillary line horizontal, serta *MAE* di tengah gantry. Setelah posisi tepat dan pasien terfiksasi dengan baik, langkah selanjutnya adalah pengaturan parameter teknik untuk memperoleh citra diagnostik yang optimal (Lampignano, 2018; Suwartini *et al.*, 2024). Setelah posisi pasien benar-benar terfiksasi sesuai standar, tahapan berikutnya berfokus pada pengaturan parameter teknik untuk menghasilkan citra yang optimal.

Parameter yang digunakan pada *CT Scan* kepala meliputi tegangan 120 kV yang berfungsi mengatur energi sinar-X, serta arus tabung 190–250 mAs yang mengatur jumlah foton sinar-X yang dihasilkan. *Slice collimation* berperan dalam menentukan ketebalan berkas sinar-X yang mengenai detektor, sedangkan *Field of View (FOV)* mengatur luas area anatomi yang dipindai. *Gantry tilting* memungkinkan kemiringan *gantry* pada sudut tertentu agar pemindaian dapat dilakukan sejajar dengan bidang anatomi, sedangkan pitch yang tinggi mempercepat proses pemindaian namun dengan konsekuensi penurunan kualitas citra. *Slice thickness* 5–8 mm atau ketebalan irisan menentukan seberapa tebal struktur anatomi direpresentasikan. Sementara itu, filtrasi berfungsi menyaring foton berenergi rendah yang tidak bermanfaat sehingga dapat menurunkan noise dan dosis radiasi sekaligus meningkatkan kontras gambar (Suwartini *et al.*, 2024). Setelah parameter teknik dioptimalkan, tahap berikutnya adalah perhitungan volume perdarahan menggunakan sistem evaluasi berbasis komputer.

Perhitungan volume perdarahan secara otomatis dilakukan menggunakan data rekonstruksi dari hasil pemindaian spiral *CT Scan* kepala dengan indikasi perdarahan *intracerebral*. Pemeriksaan awal menggunakan *slice thickness* 5 mm, kemudian citra direkonstruksi ulang menjadi 1 mm untuk meningkatkan ketelitian. Proses ini dilakukan melalui mode *3D evaluation* dengan segmentasi area perdarahan menggunakan ROI pada batas *superior–inferior*, dilanjutkan dengan pengecekan citra *axial*, *sagittal*, dan *coronal*

untuk memastikan seluruh perdarahan tercakup. Rentang densitas ditetapkan pada 50–90 HU, selanjutnya sistem secara otomatis menghitung volume berdasarkan ROI yang telah ditentukan (Masrochah *et al.*, 2021).

Sementara itu, perhitungan volume perdarahan secara manual dilakukan dengan metode A.B.C/2 yang diperkenalkan oleh Broderick dan hingga kini masih banyak digunakan pada pemeriksaan *CT Scan* kepala. Data diambil dari citra axial dengan *slice thickness* 5 mm, kemudian diukur tiga parameter utama, yaitu diameter panjang (A), diameter lebar (B), dan ketebalan perdarahan (C). Nilai tersebut kemudian dimasukkan ke dalam rumus A.B.C/2 untuk memperoleh estimasi volume perdarahan (Kiswoyo *et al.*, 2017). Adapun tahapan perhitungan volume perdarahan dengan metode manual ditunjukkan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Skema perhitungan volume perdarahan otak secara manual dengan metode A.B.C/2, di mana A adalah diameter panjang, B adalah diameter lebar, dan C adalah jumlah ketebalan perdarahan (Kiswoyo *et al.*, 2017; Roskaraulya *et al.*, 2024).

Metode ini tergolong sederhana dan cepat, sehingga sering digunakan oleh dokter dalam situasi darurat untuk memperkirakan volume perdarahan secara cepat. Meskipun demikian, pada sistem *CT Scan* modern, hasil perhitungan volume perdarahan juga dapat diperoleh secara otomatis melalui proses segmentasi berbantuan komputer.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif dengan pendekatan studi kasus yang dilaksanakan di Instalasi Radiologi pada bulan Maret–Juli 2025. Subjek penelitian meliputi tiga orang radiografer dan satu orang dokter spesialis radiologi, sedangkan objek penelitian adalah prosedur perhitungan volume perdarahan *CT Scan* kepala pada kasus perdarahan. Data dikumpulkan melalui observasi langsung terhadap proses pemeriksaan, wawancara mendalam dengan tenaga radiologi, dokumentasi hasil citra dan laporan medis, serta studi kepustakaan untuk memperkuat landasan teori. Data yang terkumpul kemudian diolah melalui transkripsi wawancara, pencatatan hasil observasi, serta pengelompokan dokumen dan data visual. Analisis data dilakukan dengan reduksi informasi, pengelompokan sesuai tema, penyajian dalam bentuk naratif terstruktur, dan perbandingan dengan teori maupun penelitian terdahulu untuk memperoleh kesimpulan yang relevan dengan tujuan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, perhitungan volumetrik perdarahan pada *CT Scan* kepala dilakukan di Instalasi Radiologi pada seorang pasien perempuan berusia 64 tahun dengan keluhan sakit kepala hebat dan penurunan kesadaran. Pemeriksaan menggunakan *CT Scan* multislice 16-slice non-kontras dengan protokol helical (spiral), *scout view AP* dan *lateral*, *scan range* dari *vertex* hingga *menti*, tegangan 120 kV, arus 140 mA, dan *slice thickness* 5 mm. Radiografer menempatkan pasien *supine head first* dengan kepala pada *head holder*, *MSP* sejajar lampu longitudinal, serta memberikan instruksi agar tidak bergerak untuk mencegah artefak. Volume perdarahan dihitung baik pada kasus trauma maupun stroke, meliputi ICH, SDH, dan IDH, dengan besarnya bergantung pada lokasi serta luas perdarahan. Alat yang digunakan meliputi unit *CT Scan* 16-slice multislice, *head holder*, *operator console*, dan perangkat lunak bawaan, sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 3**, sedangkan parameter teknis pemeriksaan tercantum pada **Tabel 1**.



Gambar 3. Alat dan Bahan pada pemeriksaan *CT Scan* kepala pada kasus perdarahan. (Instalasi Radiologi, 2025).

Tabel 1. Parameter *CT Scan* Kepala (Instalasi Radiologi, 2025).

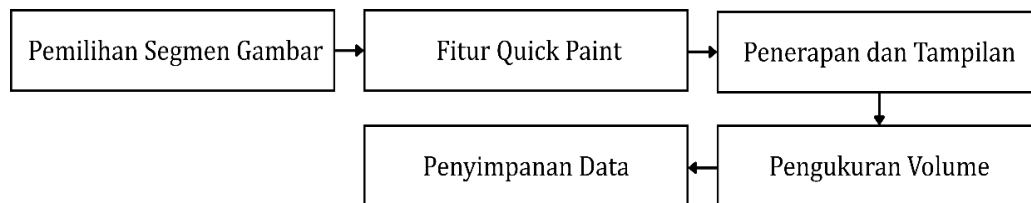
No.	Parameter	Nilai
1.	kV	120
2.	mAs	140
3.	<i>Slice Thickness</i>	5 mm
4.	<i>Field of View</i>	23,7
5.	Protokol	<i>helical</i>

Menurut Lampignano *et al.*, (2018); Astari *et al.*, (2024) pada pemeriksaan *CT Scan* kepala tidak memerlukan persiapan khusus. Pemeriksaan dilakukan dengan *CT Scan* GE 16 *slice multislice* menggunakan *head holder* dan *body strap* untuk menjaga stabilitas posisi, hasil dicetak pada film 35 × 43 cm menggunakan printer fuji film *drypix*, sesuai standar radiologi diagnostik (Rizky *et al.*, 2024). Untuk kenyamanan pasien yang tidak kooperatif, penggunaan selimut atau sedasi tambahan dapat dipertimbangkan (Utami *et al.*, 2016). Teknik pemeriksaan dilakukan dengan memposisikan pasien *supine head first*, kepala difiksasi pada *head holder*, *MSP* dan *MCP* disejajarkan dengan lampu indikator, serta titik sentral di *glabella*. Pemindaian memakai protokol *helical head* dengan parameter 120 kV, 140 mA, *slice thickness* 5 mm, dan FOV 23,7, sesuai rekomendasi literatur mengenai posisi, fiksasi, serta parameter teknis (Aditya *et al.*, 2020; Nardi *et al.*, 2017; Lampignano *et al.*, 2018; Prabsattroo *et al.*,

2023).

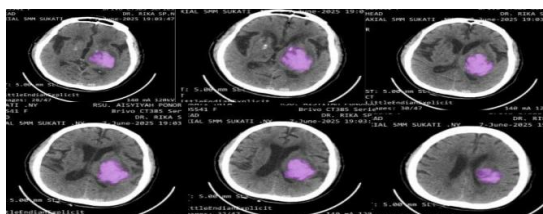
Menurut penulis, prosedur yang diterapkan di Instalasi Radiologi sudah sesuai standar praktik klinis. Penambahan selimut serta *head strap* akan lebih optimal dalam menjaga kenyamanan sekaligus meminimalkan pergerakan, sehingga citra yang dihasilkan semakin tajam, akurat, dan mendukung kebutuhan diagnostik terutama pada kondisi darurat. Penggunaan parameter tersebut memungkinkan pemindaian berlangsung cepat, efisien, dan menghasilkan citra diagnostik berkualitas tinggi.

Perhitungan volume perdarahan otak dengan metode otomatis di Instalasi Radiologi dilakukan secara terintegrasi dengan sistem *CT Scan GE 16-slice multislice*. Volume perdarahan dihitung melalui proses segmentasi, Hasil perhitungan langsung ditampilkan pada monitor dan diverifikasi oleh radiografer serta dokter spesialis radiologi sebelum dicantumkan dalam laporan pemeriksaan. Informasi ini menjadi data penting untuk menunjang diagnosis dan menentukan tatalaksana pasien. Adapun tahapan pelaksanaan perhitungan volume menggunakan metode otomatis adalah sebagai berikut:

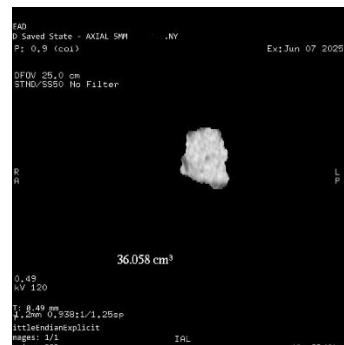


Gambar 4. Alur segmentasi digital dan perhitungan volume perdarahan otak menggunakan perangkat lunak bawaan *CT Scan GE 16-slice multislice*.

Proses segmentasi dimulai dari irisan *axial* yang menunjukkan area perdarahan terkecil, berlanjut melalui irisan dengan perdarahan yang semakin luas, dan berakhir pada irisan di mana area perdarahan kembali mengecil. Operator menandai area perdarahan pada setiap irisan secara manual menggunakan fitur Quick Paint pada perangkat lunak *CT Scan*. Fitur ini memungkinkan pengarsiran area yang dicurigai sebagai perdarahan sehingga dapat dibedakan dari jaringan otak normal. Setelah seluruh area perdarahan diarsir, operator menekan tombol Apply untuk menerapkan hasil segmentasi, kemudian memilih opsi Display untuk menampilkan rekonstruksi citra tiga dimensi. Volume perdarahan dihitung dengan memilih menu Measure Volume, di mana sistem otomatis menampilkan hasil dalam satuan mililiter atau centimetercubic sebagai representasi total volume perdarahan. Hasil segmentasi dan data volume selanjutnya disimpan melalui menu Save as Image, yang secara otomatis menyimpan citra beserta data ke dalam sistem komputer. Tahapan proses segmentasi perdarahan ditunjukkan pada **Gambar 5**, sedangkan hasil perhitungan volume perdarahan secara otomatis ditunjukkan pada **Gambar 6**.



Gambar 5. Segmentasi manual area perdarahan (Instalasi Radiologi, 2025).



Gambar 6. Hasil perhitungan metode otomatis, ditemukan perdarahan sebesar 36cc (Instalasi Radiologi, 2025).

Ditemukan perdarahan otak sebesar 36 cc dalam waktu singkat. Pada kasus perdarahan, kecepatan dan akurasi sangat menentukan prognosis pasien. Metode otomatis pada *CT Scan* di Instalasi Radiologi terbukti lebih cepat dan akurat dibandingkan manual karena aplikasi bawaan langsung menghitung volume tanpa perhitungan berulang. Radiografer menilai metode ini lebih efisien meskipun tetap memerlukan ketelitian operator (I1, I2, I3), sedangkan dokter radiologi menegaskan hasil estimasi volume yang ditampilkan sistem sangat praktis, akurat, dan lebih membantu dibanding metode manual (I4).

Menurut Masrochah *et al.*, (2021), perhitungan volume perdarahan *intracerebral* dengan metode otomatis dilakukan melalui fitur *volume evaluation* pada perangkat lunak *CT Scan*, dimulai dari rekonstruksi raw data dengan ketebalan slice ± 1 mm, kemudian segmentasi area perdarahan berdasarkan densitas Hounsfield Unit (HU). Sistem secara otomatis menghitung volume melalui akumulasi luas perdarahan di tiap irisan. Scherer *et al.*, (2016) menegaskan bahwa metode segmentasi otomatis memberikan hasil yang mendekati, bahkan lebih akurat dibandingkan metode manual konvensional seperti A.B.C/2, karena mengurangi bias subjektif, meningkatkan *reproducibility*, dan mempercepat analisis pada kondisi darurat neurologis. Kiswoyo *et al.*, (2017) juga menyebutkan bahwa penggunaan software *CT Scan* dengan spiral scanning, rekonstruksi slice tipis, serta segmentasi densitas HU menghasilkan data kuantitatif yang objektif dan cepat. Sejalan dengan itu, Zahuranec *et al.*, (2016) melaporkan validasi algoritma segmentasi otomatis menunjukkan kesesuaian sangat tinggi dengan metode manual (koefisien 0,99), sehingga layak digunakan sebagai *computer-assisted quantification*.

Menurut penulis, penggunaan metode otomatis dalam perhitungan volume perdarahan pada pemeriksaan *CT Scan* kepala di Instalasi Radiologi sangat relevan dengan perkembangan radiologi modern. Metode ini mempercepat analisis, menghasilkan data objektif dan terdokumentasi digital, serta lebih konsisten dan *reproducible* dibanding metode manual. Meskipun masih memerlukan pengarsiran manual pada proses segmentasi, hasil yang diperoleh tetap lebih cepat, akurat, dan efisien, terutama pada kondisi darurat yang menuntut keputusan segera. Dengan dukungan fasilitas *CT Scan* yang memadai dan kompetensi radiografer, penerapan metode otomatis terbukti meningkatkan efisiensi pemeriksaan, akurasi diagnostik, serta mendukung pengambilan keputusan klinis tepat waktu, sehingga layak dijadikan standar baru dalam perhitungan volume perdarahan intrakranial di era radiologi digital.

KESIMPULAN

Prosedur pemeriksaan *CT Scan* kepala di Instalasi Radiologi dilakukan secara efisien dengan persiapan pasien yang tepat, pelepasan benda logam, serta instruksi untuk mencegah artefak. Pasien diposisikan *supine head first* dengan *MSP* dan *MCP* sejajar, menggunakan protokol *helical head* (120 kV, 140 mA, *slice thickness* 5 mm, FOV 23,7). Meski penggunaan head strap belum optimal, prosedur ini sudah sesuai standar teknis dan mendukung diagnosis cepat pada kondisi gawat darurat.

Volume perdarahan dihitung menggunakan metode otomatis berbasis segmentasi digital melalui rekonstruksi *slice* tipis (~1 mm) dan penentuan rentang HU. Sistem menghitung volume secara otomatis dari akumulasi tiap irisan, sehingga hasilnya cepat, objektif, dan konsisten. Meski masih memerlukan sedikit penyesuaian manual, metode ini lebih unggul dibanding manual karena reproducible, terdokumentasi digital, serta mendukung analisis efisien.

Metode otomatis terbukti mempercepat analisis, mengurangi bias antar operator, dan sangat sesuai untuk kondisi darurat. Penelitian menunjukkan akurasinya hampir sama dengan metode manual (koefisien 0,99). Penerapan ini meningkatkan efisiensi, akurasi diagnosis, dan mempercepat pengambilan keputusan klinis di Rumah Sakit.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar pemeriksaan *CT Scan* kepala pada kasus perdarahan di Instalasi Radiologi dilengkapi dengan penggunaan *head strap* dan selimut untuk meningkatkan kenyamanan pasien serta mengurangi artefak gerakan. Optimalisasi metode otomatis dalam perhitungan volume juga perlu didukung dengan pelatihan rutin bagi radiografer agar lebih terampil dalam segmentasi awal dan validasi hasil. Selain itu, penelitian selanjutnya dapat difokuskan pada perbandingan metode otomatis dan manual terkait outcome klinis, sehingga efektivitas metode otomatis dapat dinilai tidak hanya dari aspek teknis, tetapi juga dari kualitas layanan dan keselamatan pasien.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aditya, D., & Apriantoro, N. H. (2020). CT-Scan Kepala Dengan Klinis Trauma Kapitis Post Kecelakaan Lalu Lintas. KOCENIN Serial Konferens, 1(1), 1-7.
- [2] Alahmari, A. (2022). Cold CT Scanner rooms: A simple solution for the patient comfort and for hypothermia cases. *Open Journal of Radiology and Medical Imaging*, 5, 7-9.
- [3] Amin, M. S. (2018). Perbedaan struktur otak dan perilaku belajar antara pria dan wanita; Eksplanasi dalam sudut pandang neuro sains dan filsafat. *Jurnal Filsafat Indonesia*, 1(1), 38-43.
- [4] Andrian, A., & Wahyuni, H. P. (2023). Perdarahan Intrakranial. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Kedokteran*, 2(1), 150-165.
- [5] Astari, F. M., Muhaddist, A. H. Z., Mufida, W., & Fembli, M. (2024). Analysis Of Anatomical Information Using 1 Range: Case Study Of Emergency CT Scan Of The Head With Clinical Mild Head Injury. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kesehatan*, 16(1), 16-21.
- [6] Bustamin, N. F., Yusuf, N. I., Rahayu, S., & Kaswar, A. B. (2022). Deteksi Area Pendaharahan Otak Pada CT Scan Kepala (Otak) Menggunakan Metode K-Means Clustering. *Indonesian Journal of Fundamental Sciences Vol*, 8(1).

- [7] Hamam, I. M. A., Utami, A. P., KM, S., Dewi, S. N., & Rad, S. T. (2021). *TEKNIK PEMERIKSAAN CT-SCAN KEPALA Studi Literatur Stroke Hemorrhagic* (Doctoral dissertation, Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta).
- [8] Kiswoyo, AS., Wibowo, GM., Ferriastuti, W. 2017. Penghitungan Volumetrik Perdarahan Dengan Metode Volume Automatik (Software Volume Evaluation) dan Metodemanual (Broderick) Pada *MSCT* Kepala (Study Eksperimen Pada Pasien Perdarahan *Intraserebral* Di Rs. Haji Surabaya). *Ejournal Poltekkes Semarang*. Vol. 3, No. 2, ISSN: 2356-301X, Halaman: 231-235.vv
- [9] Lampignano, J. P., & Kendrick, L. E. (2018). *Bontrager's Textbook Of Radiographic Positioning And Related Anatomy*, Ninth Edition. Missouri : Elsevier, Inc.
- [10] Masrochah, S., Lestar, R. Y., & Rusyadi, L. (2021). Metode Pengukuran Volume Perdarahan Pemeriksaan *MSCT* Kepala pada Kasus *Intraserebral* Hemorrhage. *Jurnal Imejing Diagnostik (JImeD)*, 7(1), 1-7.
- [11] Nardi, C., Taliani, G. G., Castellani, A., De Falco, L., Selvi, V., & Calistri, L. (2017). Repetition of examination due to motion artifacts in horizontal cone beam CT: comparison among three different kinds of head support. *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry*, 7(4), 208-213.
- [12] Prabsattroo, T., Wachirasirikul, K., Tansangworn, P., Punikhom, P., & Sudchai, W. (2023). The dose optimization and evaluation of image quality in the adult brain protocols of multi-slice computed tomography: a phantom study. *Journal of Imaging*, 9(12), 264.
- [13] Rizky, I., Jeniyanthi, N. P. R., & Widiastuti, C. I. A. (2024). Prosedur Pemeriksaan *CT Scan* Kepala Dengan Klinis Stroke Hemorrhagic Di RS Bhayangkara Makassar. *Journal of Educational Innovation and Public Health*, 2(1), 101-106.
- [14] Roskaraulya, C. K., & Maulina, M. (2024). Studi Kasus Sepsis pada Stroke hemoragik. *GALENICAL: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Mahasiswa Malikussaleh*, 3(4), 35-44.
- [15] Sato, M., Kondo, Y., Takahashi, N., Ohmura, T., & Takahashi, N. (2022). Development of an automatic multiplanar reconstruction processing method for head computed tomography. *Journal of X-Ray Science and Technology*, 30(4), 777-788.
- [16] Salman, I. P. P., Haiga, Y., & Wahyuni, S. (2022). Perbedaan diagnosis stroke iskemik dan stroke hemoragik dengan hasil *transcranial doppler* di RSUP Dr. M. Djamil Padang. *Scientific Journal*, 1(5), 393-402.
- [17] Sarjani, N. N., Astina, I. K. Y., & Darmawan, I. B. G. (2022). Teknik Pemeriksaan *Ct-Scan* Kepala Kontras Kasus Cephalgia Di Instalasi Radiologi Rsud Karangasem. *Jurnal Kesehatan MIDWINERSLION*, 7(September), 26-30.
- [18] Scherer, M., Cordes, J., Younsi, A., Sahin, Y. A., Götz, M., Möhlenbruch, M., ... & Orakcioglu, B. (2016). Development and validation of an automatic segmentation algorithm for quantification of intracerebral hemorrhage. *Stroke*, 47(11), 2776-2782.
- [19] Suwartini, T., & Rafindi, M. R. (2024). Perbedaan Hasil Gambaran *CT Scan* Kepala Untuk Melihat Batasan Tegas Pada Kasus Perdarahan Otak Menggunakan Variasi Filter Di Rs. *Jurnal Kesehatan Pertiwi*, 6(1), 64-71.
- [20] Wijokongko, S., Ardiyanto, J., Fatimah, Utami, A. P., & Rustanto. (2016). *Protokol Radiologi CT Scan dan MRI (Jilid 2)*. Magelang: Inti Medika Pustaka. (2020). *Pelatihan*

- penilaian ulang kognitif yang dipandu neurofeedback Rt-fMRI memodulasi respons amigdala pada gangguan stres pascatrauma. *NeuroImage: Klinis*, 28, 102483.
- [21] Xu, J., Zhang, R., Zhou, Z., Wu, C., Gong, Q., Zhang, H., ... & Ma, J. (2021). Deep network for the automatic segmentation and quantification of intracranial hemorrhage on CT. *Frontiers in neuroscience*, 14, 541817.
- [22] Zahuranec, D. B., You, J. J., Morgenstern, L. B., Tsodikov, A., Wing, J. J., Ko, N., ... Brown, D. L. (2016). Development and validation of an automatic segmentation algorithm for quantification of intracerebral hemorrhage. *Stroke*, 47(10), 2609–2612.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN