

---

## PERHITUNGAN VOLUMETRIK PERDARAHAN DENGAN METODE VOLUME AUTOMATIK PADA PEMERIKSAAN CTSCAN KEPALA DI RSU AISYIYAH PONOROGO

Oleh

Arga Putra Wirasaksena<sup>1</sup>, Ildsya Maulidya Mar'atus Nashoka<sup>2</sup>, Widya Mufida<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta

Email: <sup>1</sup>[arga130603@gmail.com](mailto:arga130603@gmail.com), <sup>2</sup>[maulidya.ildsa@unisayogya.ac.id](mailto:maulidya.ildsa@unisayogya.ac.id),

<sup>3</sup>[widyamufida@unisayogya.ac.id](mailto:widyamufida@unisayogya.ac.id)

---

### Article History:

Received: 17-07-2025

Revised: 22-07-2025

Accepted: 20-08-2025

### Keywords:

Head CTScan,  
Segmentation,  
Bleeding Volume,  
automatic Method

**Abstract: Background:** Head CTScans 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 CTScanning 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 CTScans 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 (*cerebrum*), otak kecil (*cerebellum*), dan batang otak (Lampignano, 2018).

**Patologi 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, *CTScan* merupakan salah satu modalitas pencitraan yang berperan penting dalam mengidentifikasi perdarahan. *CTScan* 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 *CTScan* dalam menampilkan gambaran anatomi secara rinci menjadikannya alat diagnostik yang sangat andal, terutama dalam kasus kegawatdaruratan seperti perdarahan intrakranial (Lampignano, 2018).

Dalam Al-Qur'an surah Al-Mulk ayat 14, Allah SWT berfirman: "Apakah (Pencipta) yang menciptakan itu tidak mengetahui, sedangkan Dia Maha Halus lagi Maha Mengetahui?" (QS. Al-Mulk: 14)

Ayat ini menegaskan bahwa Allah SWT, sebagai Pencipta seluruh makhluk, memiliki pengetahuan yang sempurna terhadap segala sesuatu, baik yang tampak maupun yang tersembunyi. Sifat Allah sebagai *Al-Latif* (Maha Halus) dan *Al-Khabir* (Maha Mengetahui) menjadi dasar keyakinan bahwa tidak ada satu pun yang luput dari pengawasan-Nya, termasuk bagian dalam tubuh manusia yang tidak terlihat oleh mata manusia.

Konsep ini relevan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, salah satunya di bidang radiologi. Radiologi merupakan cabang ilmu kedokteran yang memungkinkan visualisasi bagian tubuh yang tersembunyi, menggunakan berbagai modalitas pencitraan. Salah satu modalitas yang memiliki peran penting adalah *Computed Tomography Scan (CTScan)* yang mampu menghasilkan gambar detail dari struktur otak. Pemeriksaan *CTScan* kepala menjadi sangat krusial dalam mendeteksi berbagai patologi *intrakranial*, terutama pada kasus perdarahan otak seperti stroke *hemoragik*, trauma kepala, atau ruptur aneurisma. Dengan bantuan teknologi ini, tenaga medis dapat mengetahui kondisi otak pasien secara akurat, sehingga dapat memberikan penanganan medis yang cepat dan tepat. Dengan demikian, pemanfaatan *CTScan* dalam dunia medis tidak hanya mencerminkan kemajuan teknologi, tetapi juga merupakan bentuk ikhtiar manusia dalam meneladani sifat Allah SWT yang Maha Mengetahui. Pemeriksaan ini menjadi sarana penting dalam upaya menyelamatkan nyawa dan meningkatkan kualitas hidup pasien, sesuai dengan prinsip Islam yang menekankan pentingnya menjaga kehidupan (*hifz al-nafs*).

Menurut Kiswoyo *et al.*, (2017). Perhitungan volume perdarahan menggunakan metode manual seperti rumus  $ABC/2$  sering digunakan karena kecepatan dan kemudahannya, meskipun memiliki keterbatasan dalam akurasi terutama pada *hematoma* dengan bentuk tidak teratur dan berukuran besar, serta terdapat variabilitas antar operator yang cukup tinggi. Namun, metode otomatis yang menggunakan segmentasi dan rekonstruksi area perdarahan pada citra *CTScan* memerlukan waktu lebih lama dibandingkan metode manual, sehingga dalam praktik klinis darurat dokter cenderung memilih metode manual untuk efisiensi waktu. Di sisi lain, penelitian Xu *et al.*, (2021). Menyatakan, metode berbantuan komputer seperti SegTool berbasis algoritma level set menawarkan presisi dan konsistensi pengukuran yang lebih baik, mampu mendeteksi perubahan volume secara klinis signifikan dengan variabilitas antar penilai yang lebih rendah serta waktu yang tetap kompetitif. Penelitian Nur Fadillah Bustamin *et al.*, (2022). Menunjukkan bahwa, pendekatan segmentasi seperti metode *Otsu* atau algoritma *k-means clustering* juga menunjukkan kemampuan meningkatkan akurasi segmentasi volume perdarahan, tapi sering kali dengan *trade-off* waktu pengolahan yang lebih lama. Dengan demikian, penelitian-penelitian tersebut mengindikasikan bahwa meskipun metode manual memiliki keunggulan pada kecepatan, tetapi metode berbasis komputer dan algoritma segmentasi menawarkan keunggulan pada presisi dan konsistensi, sehingga integrasi keduanya dapat meningkatkan kualitas evaluasi klinis pada pasien perdarahan otak.

Penggunaan metode otomatis dalam perhitungan volume perdarahan *intrakranial* pada pemeriksaan *CTScan* 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 RSUD Aisyiyah Ponorogo, diketahui standar operasional prosedur pemeriksaan *CTScan* 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, seperti pada tabel 1:

**Tabel 1. Dosis radiasi pasien (Instalasi Radiologi RSUD Aisyiyah Ponorogo)**

No.	Keterangan	Umur	Dosis
1.	Pasien dewasa	>15th	61 mGy
2.	Pasien anak anak	5-14th	72 mGy
3.	Pasien bayi	0-14th	59 mGy

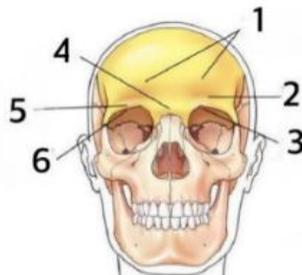
Dalam pemeriksaan *CTScan* kepala, khususnya pada kasus perdarahan, penghitungan volume perdarahan telah diterapkan menggunakan metode otomatis berbasis perangkat lunak (*software*). Inovasi ini memungkinkan estimasi volume perdarahan dilakukan secara lebih cepat dan akurat dibandingkan metode manual. 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 *CTScan* Kepala di RSUD Aisyiyah Ponorogo.”** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui prosedur pemeriksaan *CTScan* kepala pada pasien dengan kasus perdarahan, mengetahui prosedur penghitungan volume perdarahan pada *CTScan* 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

### A. Anatomi Kepala

*Cranium* merupakan puncak dari *colum vertebralis* yang terdiri dari 22 tulang yang berbeda dan dibagi kedalam 2 bagian, yaitu 8 tulang *cranium* dan 14 tulang *facial*. Tulang *cranium* terbagi menjadi 8, antara lain *os frontal*, *os parietal* kanan, *os parietal* kiri, *os occipital*, *os temporal* kanan, *os temporal* kiri, *sphenoidalis*, dan *ethmoidalis* yang membentuk *calvarium* atau dasar tempurung kepala (Hamam *et al.*, 2021).

Tulang *frontal* berartikulasi dengan tulang tengkorak yaitu *parietal* kanan dan kiri, *sphenoid*, dan *ethmoid*.

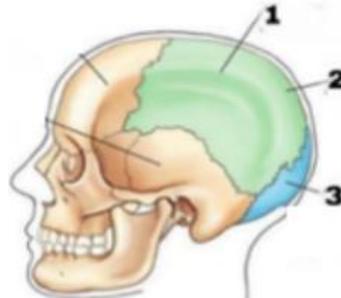


**Gambar 1. Os. Frontal (Lampignano, 2018).**

Keterangan:

1. *Frontal Tuberosity*
2. *Supraorbital Groove*
3. *Supraorbital Notch*
4. *Glabella*
5. *Superciliary*
6. *Supraorbital margin*

Tulang *parietal* kira-kira berbentuk persegi dan memiliki permukaan bagian dalam yang cekung. Bagian terluas dari seluruh tengkorak terletak di antara *tuberkel parietal* (tonjolan) dari dua tulang *parietal*.

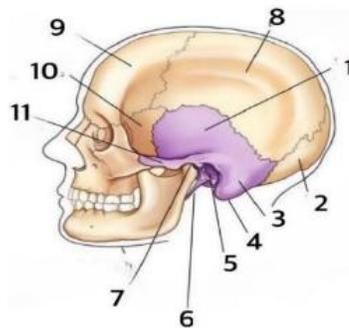


**Gambar 2. Os. parietal (Lampignano, 2018).**

Keterangan:

1. *Parietal Tubercle*
2. *Left Parietal*
3. *Occipital Bone*

Tulang *temporal* kiri terletak di antara sayap *mayor* tulang *sphenoidalis* di *anterior* dan tulang *okspital* di *posterior*. Membentang ke *anterior* dari bagian *skuamosa* tulang *temporal* adalah lengkung tulang yang disebut proses *zygomatik*.



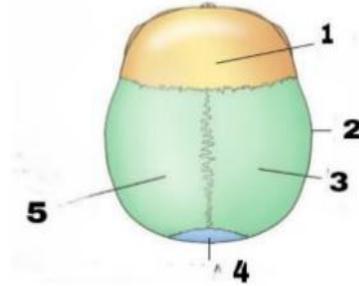
**Gambar 3. Os. Temporal (Lampignano, 2018).**

Keterangan:

1. *Squamuos Portion*
2. *Occipital Bone*
3. *Mastoid Partion*
4. *Matoid Process*
5. *EAM*
6. *Stayloid Process*
7. *Temporomandibular*
8. *Parietal Bone*
9. *Frontal Bone*
10. *Sphenoid Bone*
11. *Zygomatic arch*

Tulang *Occipital* Bagian *inferoposterior calvarium* (tempurung kepala) dibentuk oleh

satu tulang *oksipital*. Permukaan luar tulang *oksipital* mempunyai bagian bulat yang disebut bagian *skuamosa*. Bagian 12 *skuamosa* membentuk sebagian besar bagian belakang kepala dan merupakan bagian tulang *oksipital* yang berada di atas tonjolan *occipital eksternal*, atau *inion* yaitu tonjolan menonjol di bagian *inferoposterior* tengkorak.

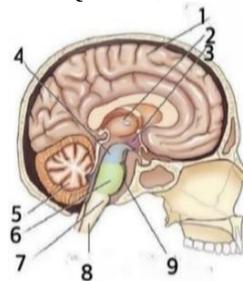


**Gambar 4. Os. Occipital (Lampignano, 2018).**

Keterangan:

1. *Frontal Bone*
2. *Parietal Tubercle*
3. *Left Parietal Bone*
4. *Occipital Bone*
5. *Right Parietal Bone*

Otak bertanggung jawab terhadap kemampuan manusia untuk melakukan gerakan-gerakan yang menuruti kemauan. 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).



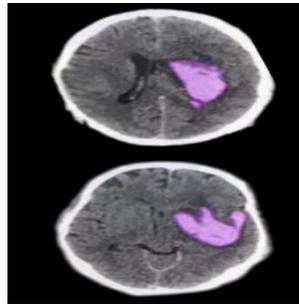
**Gambar 5. Anatomi Brain (Lampignano, 2018).**

Keterangan:

1. *Cerebrum*
2. *Thalamus*
3. *Hypotalamus*
4. *Midbrain*
5. *Cerebellum*
6. *Pons*
7. *Medulla*
8. *Subarachnoid*

## B. Perdarahan

Perdarahan *intrakranial* didefinisikan sebagai akumulasi darah *patologis* yang terjadi di otak dan diklasifikasi berdasarkan lokasi perdarahan yaitu perdarahan *epidural*, *subdural*, *subaraknoid*, *intraventrikular* dan *intraserebral* (*intraparenkim*). Perdarahan otak (*brain hemorrhage*) adalah salah satu jenis stroke (Andrian *et al.*, 2023). Stroke *hemoragik* sendiri diklasifikasikan lagi menjadi perdarahan *intraserebral* (PIS) sebanyak 5%-15% dan perdarahan *subaraknoid* (PSA) sebanyak <5%. Perdarahan *intraserebral* adalah perdarahan di *parenkim* otak yang dapat meluas ke dalam *ventrikel*, dan dapat meluas ke ruang *subaraknoid*. Beberapa faktor yang mempengaruhi *prognosis* pada stroke *hemoragik*, yaitu umur pasien, faktor resiko penyakit pembuluh darah jantung, lokasi perdarahan, volume perdarahan dan kesadaran pasien saat masuk Rumah Sakit.



**Gambar 6. Hasil CTScan Stroke hemoragik (Roskaraulya et al., 2024).**

Volume perdarahan *intraserebral* dapat mempengaruhi gejala klinis ringan sampai berat akibat peningkatan 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 *CTScan* selesai (Kiswoyo *et al.*, 2017).

*Computed Tomography Scan* merupakan salah satu sarana penunjang penegakan diagnosa yang menggunakan gabungan dari sinar-x dan komputer untuk mendapatkan citra atau gambar berupa variasi irisan tubuh manusia. Pada penggunaan *CTScan* khususnya *Multi Slice Computed Tomography (MSCT)* perlu dipahami parameter maupun protokol scanningnya, agar dapat mempertimbangkan keuntungan maupun resiko yang kemungkinan diterima pasien pada pemeriksaan (Lampignano, 2018).

## C. Prosedur Pemeriksaan CTScan Kepala Intrakranial

Sebagai langkah awal, persiapan menjadi aspek penting yang harus diperhatikan guna memastikan prosedur pemeriksaan berjalan efektif dan aman bagi pasien. Beberapa persiapan yang harus dilakukan yaitu:

### 1. Persiapan alat dan bahan

Persiapan alat dan bahan yang digunakan meliputi pesawat *CTScan*, komputer *CTScan*, selimut, *body strap*, dan *head strap*. Semua perlengkapan ini disiapkan guna menunjang kelancaran proses pemeriksaan serta menjaga kenyamanan dan keselamatan pasien selama pemindaian berlangsung. Setelah semua alat dan bahan siap, langkah selanjutnya adalah persiapan pasien (Sarjani *et al.*, 2022).

### 2. Persiapan pasien

Pada pemeriksaan *CTScan* kepala pada kasus perdarahan otak tidak ada persiapan khusus untuk pasien, hanya saja pasien diinstruksikan untuk melepas benda logam yang ada di daerah kepala seperti penjepit rambut, kalung dan anting yang dapat menimbulkan artefak pada hasil gambaran. Pasien diletakkan terlentang diatas meja dan diposisikan sedemikian rupa sehingga tidak ada rotasi atau kemiringan bidang *midsagittal* obyek. Setelah memastikan pasien dalam kondisi siap menjalani pemeriksaan, langkah selanjutnya adalah mengatur posisi objek sebelum proses *scanning* berlangsung (Lampignano, 2018).

### 3. Posisi objek

Pengaturan posisi pasien dilakukan dengan orientasi ***head first*** dan ***supine*** di atas meja pemeriksaan. Kepala pasien diletakkan pada penyangga kepala dan difiksasi menggunakan alat fiksasi yang telah tersedia. Posisi sinar ***longitudinal*** harus sejajar dengan ***mid sagittal plane (MSP)***, ***interpupillary line*** sejajar secara horizontal, dan ***meatus akustikus eksterna (MAE)*** berada di tengah gantry. Kedua tangan pasien diposisikan di samping tubuh secara rileks dan simetris. Untuk menghindari pergerakan pasien yang dapat memengaruhi kualitas citra serta untuk menjaga keselamatan pasien selama pemeriksaan, digunakan fiksasi kepala dan sepasang restraining strap pada tubuh pasien. Setelah posisi pasien ditetapkan dengan tepat, tahap berikutnya adalah pengaturan parameter teknik pemeriksaan untuk menghasilkan citra diagnostik yang optimal (Suwartini *et al.*, 2024).

### 4. Parameter

Parameter yang tersedia pada *MSCT*, diantaranya tegangan tabung (*kilovoltage*), arus tabung (*miliampere*), waktu *scanning (second)*, *slice collimation*, *Field of View (FOV)*, *gantry tilting*, *pitch*, *Slice thickness* dan filtrasi. Kualitas gambaran *CTScan* sangat dipengaruhi oleh kombinasi parameter teknik tersebut. Beberapa komponen utama penentu kualitas gambar antara lain *spasial* resolusi, kontras resolusi, *image noise*, dan artefak. Adapun area pemindaian (*scan area*) pada pemeriksaan kepala rutin mencakup dasar kepala hingga *vertex*, guna memastikan seluruh struktur *intrakranial* terjangkau secara menyeluruh dalam hasil pencitraan. Setelah parameter teknik diatur secara optimal, proses selanjutnya adalah melakukan perhitungan volume perdarahan menggunakan sistem evaluasi berbasis komputer (Suwartini *et al.*, 2024).

Tabel 2. Parameter *CTScan* Kepala (Wijokongko *et al.*, 2016).

No.	Parameter	Nilai
1.	kV	120
2.	mAs	190-250
3.	Slice Thickness	5-8 mm
4.	Window Brain	-

### 5. Perhitungan otomatis

Perhitungan volume secara otomatis dilakukan dengan menggunakan data rekonstruksi dari data mentah (*raw data*) hasil pemindaian spiral pada pemeriksaan *MSCT* kepala dengan indikasi klinis perdarahan *intracerebral*. Pemeriksaan awal dilakukan dengan *slice thickness* sebesar 5 mm, kemudian direkonstruksi ulang menjadi 1 mm guna meningkatkan ketelitian hasil evaluasi. Proses penghitungan dilakukan dengan mengaktifkan mode otomatis pada menu evaluasi tiga dimensi (*3D evaluation*). Setelah mode

diaktifkan, akan ditampilkan citra tiga dimensi dalam tampilan *axial*, *sagittal*, dan *coronal*. Selanjutnya dilakukan proses segmentasi atau pembatasan objek perdarahan, dengan cara menggambar lingkaran (*region of interest / ROI*) pada batas *superior* dan *inferior* dari area perdarahan. Setelah *ROI* ditentukan, dilakukan pengecekan secara menyeluruh pada tiap irisan citra untuk memastikan bahwa seluruh area perdarahan telah tercakup dengan baik dalam segmentasi. Pengecekan batas dilakukan baik dari arah *superior-inferior* maupun *lateral-medial*, dengan bantuan garis panduan tiga dimensi untuk meningkatkan akurasi segmentasi. Setelah itu, ditentukan rentang *Hounsfield Unit (HU)* pada kisaran 50–90, yang sesuai dengan densitas darah. Langkah terakhir adalah menjalankan proses evaluasi dengan memilih opsi "**start evaluation**", sehingga sistem secara otomatis menghitung volume perdarahan berdasarkan *ROI* yang telah ditetapkan (Masrochah *et al.*, 2021).

#### 6. Perhitungan manual (Metode Broderick)

Perhitungan volume perdarahan secara manual dapat dilakukan menggunakan metode ABC/2 yang diperkenalkan oleh Broderick, dan umum digunakan pada pemeriksaan *MSCT* kepala dengan kasus perdarahan *intracerebral*. Pada metode ini, data yang digunakan berasal dari citra *axial* hasil pemindaian dengan *slice thickness* sebesar 5 mm. Menurut Kiswoyo *et al* (2017), proses perhitungannya dilakukan dengan menentukan irisan citra yang menunjukkan luas area perdarahan paling besar, kemudian mengukur tiga parameter utama, yaitu diameter panjang perdarahan, diameter lebar perdarahan, tebal perdarahan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Volume} = \frac{A \times B \times C}{2}$$

Keterangan:

A: diameter panjang perdarahan (cm)

B: diameter lebar perdarahan (cm)

C: ketebalan perdarahan

Metode ini tergolong sederhana dan cepat, sehingga sering digunakan oleh dokter bedah saraf dalam situasi darurat untuk memperkirakan volume perdarahan secara cepat. Meskipun demikian, pada sistem *CTScan* modern, hasil perhitungan volume perdarahan juga dapat diperoleh secara otomatis melalui proses segmentasi berbantuan komputer (Kiswoyo *et al.*, 2017).

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah kualitatif deskriptif dengan pendekatan studi kasus untuk mempelajari perhitungan volumetrik perdarahan *CTScan* kepala di Instalasi Radiologi RSUD Aisyiyah Ponorogo, dengan teknik pengambilan data observasi, wawancara dan studi dokumentasi. Penelitian ini bertempat di Instalasi Radiologi RSUD Aisyiyah Ponorogo. Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret-Juli 2025. Subjek penelitian ini adalah 3 radiografer, dan 1 dokter spesialis radiologi. Objek penelitian ini adalah penghitungan volume perdarahan *CTScan* kepala pada kasus perdarahan di Instalasi Radiologi RSUD Aisyiyah Ponorogo. **Pengumpulan data** dilakukan melalui metode observasi langsung terhadap proses pemeriksaan *CTScan* kepala, wawancara mendalam dengan radiografer dan dokter spesialis radiologi, serta dokumentasi terhadap hasil citra dan laporan medis. Selain itu, studi kepustakaan juga dilakukan untuk memperkuat landasan teori dengan merujuk pada buku dan jurnal yang relevan. Selanjutnya, data yang telah dikumpulkan kemudian

diolah melalui proses **transkripsi wawancara**, pencatatan hasil observasi, serta pengelompokan dokumen dan data visual. Setelah itu, dilakukan **analisis data** dengan cara mereduksi informasi yang telah dikumpulkan ke dalam tabel kategorisasi sesuai tema dan fokus penelitian. Data yang telah direduksi kemudian **disajikan dalam bentuk naratif** yang terstruktur agar memudahkan pemahaman, serta dibandingkan dengan teori atau penelitian terdahulu untuk melihat kesesuaian atau perbedaan temuan. Dari hasil analisis tersebut, **kesimpulan** ditarik untuk menjawab tujuan penelitian, yaitu mengetahui prosedur pemeriksaan *CTScan* kepala pada kasus trauma, memahami proses perhitungan volume perdarahan baik secara manual maupun otomatis, serta mengevaluasi keakuratan dan kecepatan dari masing-masing metode perhitungan. Berdasarkan hasil penelitian dan temuan di lapangan, peneliti dapat memberikan **saran** yang bermanfaat bagi pengembangan prosedur radiologi, peningkatan akurasi perhitungan volume perdarahan, serta optimalisasi pemanfaatan metode otomatis pada pemeriksaan *CTScan* kepala.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil

Pada penelitian ini diperoleh data perhitungan volumetrik perdarahan *CTScan* kepala pada kasus perdarahan di Instalasi Radiologi RSUD Aisyiyah Ponorogo. Menurut hasil observasi dan dokumentasi yang dilakukan oleh penulis pada pasien dengan kasus perdarahan di Instalasi Radiologi RSUD Aisyiyah Ponorogo, diperoleh identitas pasien sebagai berikut:

#### 1. Profil Kasus

Pasien merupakan pasien rawat jalan di RSUD Aisyiyah Ponorogo, pasien mengeluh sakit kepala hebat muncul mual, muntah gangguan bicara, pengelihan serta kelumpuhan pada satu sisi tubuh kondisi tersebut terjadi selama satu tahun terakhir, berikut profil pasien tersebut:

- a. Nama : Ny. S
- b. Tanggal Lahir : 07/01/1961
- c. Jenis Kelamin : Perempuan
- d. Alamat : Maron, Madiun
- e. No. RM : 18.03.32
- f. Tanggal : 10/06/2025
- g. Pemeriksaan : *CTScan* kepala
- h. Diagnosa : *Intracerebral Hemorrhage (ICH)*

Dokter memutuskan untuk dilakukan pemeriksaan *CTScan* kepala non kontras untuk evaluasi lebih lanjut terhadap keluhan pasien. Volume perdarahan dihitung ketika perdarahan terdeteksi, baik pada kasus trauma kepala maupun stroke termasuk jenis jenis seperti *ICH (intracerebral hemorrhage)*, *SDH (subdural hematoma)*, dan *IDH (intradural hemorrhage)*, dengan hasil yang bergantung pada lokasi dan luasnya perdarahan. Hal ini sesuai dengan pernyataan informan sebagai berikut:

“...Perdarahan yang tampak pada *CTScan* kepala dihitung jika memang ditemukan dalam kasus tertentu. Contohnya bisa pada kasus stroke dengan volume perdarahan, misalnya sebesar 36 cc, tergantung juga pada lokasinya. Selain itu, perdarahan juga bisa muncul pada kasus trauma kepala seperti KLL, dan jenis-jenis perdarahan

lainnya seperti *ICH, SDH*, maupun *IDH...*"  
(I4/Dokter Spesialis Radiologi).

2. Prosedur pemeriksaan *CTScan* kepala pada kasus perdarahan di Instalasi Radiologi RSU Aisyiyah Ponorogo dilakukan melalui tahapan sebagai berikut:

a. Persiapan Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam pemeriksaan *CTScan* kepala pada kasus perdarahan di Instalasi Radiologi RSU Aisyiyah Ponorogo terdiri dari:

- 1) Pesawat *CTScan* merk GE 16 *multislice*
- 2) *Operator console*
- 3) *Head holder*
- 4) *Body strap*
- 5) Printer fuji film *drypix*
- 6) Film 35x43 cm.



**Gambar 7. Alat dan Bahan pada pemeriksaan *CTScan* kepala pada kasus perdarahan.**

(Instalasi Radiologi RSU Aisyiyah Ponorogo).

b. Persiapan Pasien

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara yang dilakukan penulis pemeriksaan *CTScan* pada kasus perdarahan di RSU Aisyiyah Ponorogo, pasien tidak memerlukan persiapan khusus. Namun, terdapat beberapa hal penting yang harus diperhatikan untuk memastikan kualitas citra yang optimal dan keselamatan pasien. Pertama, pasien harus dipastikan bebas dari benda logam di area kepala dan tubuh bagian atas, seperti anting, kacamata, atau kalung, karena benda logam dapat menyebabkan artefak pada citra dan mengganggu interpretasi hasil. Kedua, pasien perlu berada dalam kondisi tenang dan tidak banyak bergerak selama pemeriksaan berlangsung, karena gerakan dapat menyebabkan *noise* pada gambar. Terakhir, posisi tubuh pasien, terutama kepala, harus disesuaikan dan diposisikan secara simetris agar irisan citra yang dihasilkan akurat dan representatif terhadap struktur anatomi yang diperiksa. Hal ini penting untuk mendeteksi secara jelas lokasi, ukuran, dan luas perdarahan serta struktur otak di sekitarnya. Untuk persiapan alat dan bahan terdiri dari pesawat *CTScan* 16 *multislice* dan baju pasien. Hal ini sesuai dengan pernyataan informan sebagai berikut:

"...Pemeriksaan *CTScan* untuk kasus *ICH* dapat dilakukan **tanpa persiapan khusus**, selama **pasien bebas logam dan dalam kondisi tenang**, serta posisi tubuh disesuaikan untuk memperoleh citra diagnostik yang optimal..." (I1, I2, dan I3/Radiografer).

c. Teknik Pemeriksaan *CTScan* kepala pada kasus perdarahan di Instalasi Radiologi RSU Aisyiyah Ponorogo

Proses pemeriksaan dimulai dengan **penginputan data pasien** ke dalam sistem *CTScan*, yang mencakup identitas pasien seperti nama, nomor rekam medis, jenis kelamin, usia, serta indikasi klinis. Data ini sangat penting untuk dokumentasi dan pengarsipan, serta menjadi acuan dalam proses akuisisi dan interpretasi citra. Setelah itu radiografer memposisikan pasien dan mengatur objek pemeriksaan. Kemudian dilakukan protokol pemeriksaan, *scanning*, melakukan merekonstruksi proses citra, printing film, hingga pembacaan citra radiograf oleh dokter spesialis radiologi.

#### 1) Posisi Pasien dan Posisi Objek

Posisi pasien pada pemeriksaan *CTScan* kepala pada kasus perdarahan di Instalasi Radiologi RSUD Aisyiyah Ponorogo yakni dengan memposisikan pasien tidur (*supine*) di atas meja pemeriksaan. Kepala pasien diposisikan pada *head holder*, mendekati gantry (posisi *head first*), dengan kedua tangan lurus di samping tubuh. Atur kepala sehingga *mid sagittal plane (MSP)* sejajar dengan lampu indikator *longitudinal* dan lampu indikator *horizontal* sejajar dengan *mid coronal plane (MCP)*. Tubuh pasien diberi fiksasi agar tidak ada rotasi dan pergerakan yang terjadi selama pemeriksaan berlangsung. *Central point* indikator luar pada *MSP* 11 setinggi *glabella*, pasien diinstruksikan agar tidak bergerak selama pemeriksaan. Hal ini sesuai dengan pernyataan informan sebagai berikut:

“...Posisi Pasien *supine head first*, kepala di letakan pada *head holder*, tangan disamping tubuh, diberikan alat fiksasi agar tidak ada pergerakan, *MSP* kepala sejajar dengan lampu indikator *longitudinal* dan *MCP* kepala sejajar dengan lampu indikator *horizontal* dengan *CP* pada *glabella*...” (I1, I2, dan I3/Radiografer).

#### 2) Parameter Scanning

Dalam pemeriksaan *CTScan* kepala untuk pasien dengan kasus perdarahan di Instalasi Radiologi RSUD Aisyiyah Ponorogo, proses dilakukan dengan mengikuti protokol standar diagnostik yang bertujuan untuk memperoleh gambaran anatomi kepala secara menyeluruh dan mendeteksi adanya kelainan seperti *fraktur* tulang tengkorak, perdarahan *intracerebral*, *edema serebri*, atau *kontusio* otak. Struktur anatomi yang tampak pada *CTScan* kepala sangat bergantung pada arah potongan dan indikasi klinis, mencakup tidak hanya otak, tetapi juga jaringan penyangga seperti tulang, sinus, dan rongga sekitarnya, terutama pada kasus trauma atau perdarahan. Hal ini sesuai dengan pernyataan informan sebagai berikut:

“...Struktur anatomi yang tampak pada hasil citra *CTScan* kepala, khususnya dengan kasus perdarahan otak, tergantung dari arah potongan dan indikasi pemeriksaannya. Umumnya, citra menunjukkan bagian-bagian seperti rongga hidung (*nasal*), *sinus-sinus paranasal*, *orbita*, tulang-tulang *kalvaria*, dan jaringan otak. Untuk kasus trauma kepala, area yang dicitrakan biasanya lebih luas, bisa sampai ke bagian bawah seperti *foramen magnum*. Jadi, struktur anatomi yang terlihat tidak hanya mencakup otak, tapi juga jaringan

penyangga di sekitarnya...”  
(I4/Dokter Spesialis Radiologi).

Radiografer memilih protokol *CTScan* kepala dengan teknik *helical (spiral)*, yaitu metode pemindaian berkesinambungan yang dilakukan sambil meja pasien bergerak masuk ke dalam gantry. Teknik ini memungkinkan pencitraan lebih cepat dan efisien, sangat cocok digunakan dalam kondisi darurat seperti trauma.

Adapun parameter teknis yang digunakan dalam pemeriksaan ini antara lain:

**Tabel 3. Parameter *CTScan* Kepala (Instalasi Radiologi RSUD Aisyiyah Ponorogo)**

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

Sebelum pemeriksaan dimulai, radiografer memastikan bahwa pasien diposisikan dengan benar (*head first, supine*, kepala dalam *head holder/coil, MSP* sejajar dengan lampu *longitudinal*), serta memberikan instruksi agar pasien tidak bergerak untuk menghindari artefak pada citra. Dengan pengaturan parameter dan protokol tersebut, pemeriksaan *CTScan* kepala di RSUD Aisyiyah Ponorogo mampu memberikan **citra diagnostik berkualitas tinggi** dalam waktu singkat, yang sangat penting untuk penanganan cepat dan tepat terhadap pasien perdarahan. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan informan sebagai berikut:

“...Parameter yang digunakan pada pemeriksaan *CTScan* kepala dengan *scout AP* dan *lateral, scan range vertex* sampai *mentis, scan type helical*, faktor ekposi 120 kV, 140 mA, *recon slice thickness* 5 mm...” (I1, I2, dan I3/Radiografer).

3. Perhitungan volume perdarahan pada *CTScan* kepala dengan menggunakan metode otomatis

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara oleh penulis penghitungan volume perdarahan pada pemeriksaan *CTScan* kepala di Instalasi Radiologi RSUD Aisyiyah Ponorogo, metode otomatis dipilih karena memiliki beberapa keunggulan yang sangat penting, terutama dalam konteks pelayanan radiologi yang cepat dan akurat. Metode otomatis terbukti memberikan hasil perhitungan volume yang lebih tepat dan konsisten. Teknologi ini mampu mengukur volume perdarahan berdasarkan densitas piksel citra dan segmentasi area perdarahan secara digital. Sesuai dengan kemampuan alat yang tersedia di Instalasi Radiologi RSUD Aisyiyah Ponorogo, alat *CTScan* yang digunakan telah dilengkapi dengan perangkat lunak evaluasi volume, yang mempermudah integrasi proses pencitraan dan perhitungan dalam satu sistem kerja yang efisien. pertimbangan lain adalah kompetensi petugas radiografer. Petugas yang mengoperasikan *CTScan* telah memiliki keterampilan dan pelatihan untuk menggunakan fitur otomatis ini dengan baik. Dengan mempertimbangkan semua

aspek tersebut efisiensi waktu, akurasi hasil, kesiapan alat, dan kompetensi tenaga medis pemilihan metode otomatis menjadi pilihan yang logis dan strategis dalam pelayanan radiologi, khususnya untuk penanganan cepat dan tepat pada kasus trauma kepala dan *stroke*. hal ini sesuai dengan pernyataan informan sebagai berikut:

“...Metode otomatis dipilih karena efisien, cepat, dan memberikan hasil volume yang lebih tepat, serta sesuai dengan kemampuan alat yang tersedia dan kompetensi petugas yang mengoperasikannya...” (I1, I2, I3/Radiografer).

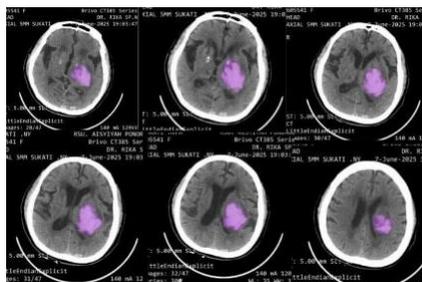
“...Perdarahan pada *CTScan* kepala saat ini sudah dapat dihitung secara otomatis oleh sistem, sehingga radiografer tidak perlu lagi melakukan perhitungan manual. Misalnya pada kasus *stroke*, *KLL*, *ICH*, *SDH*, atau *IDH*, sistem akan langsung mendeteksi dan menghitung volume perdarahannya. Hal ini tentu sangat membantu, karena jika harus dihitung manual satu per satu akan memakan waktu dan meningkatkan risiko kesalahan. Dengan adanya metode otomatis, proses menjadi lebih cepat, efisien, dan akurat...”

(I4/Dokter Spesialis Radiologi).

Di Instalasi Radiologi RSUD Aisyiyah Ponorogo, proses perhitungan volume perdarahan otak dengan metode otomatis dilakukan menggunakan *CTScan GE 16 slice multislice* yang telah dilengkapi dengan perangkat lunak evaluasi volume. Fitur ini memungkinkan radiografer untuk menghitung volume perdarahan secara cepat dan akurat melalui analisis citra digital hasil pemindaian. Adapun tahapan perhitungan menggunakan metode otomatis pelaksanaannya sebagai berikut:

a. Pemilihan Segmen Gambar

Proses segmentasi dimulai dari potongan axial yang terdapat perdarahan terkecil hingga potongan dengan perdarahan paling luas sampai ke perdarahan terkecil lagi. Petugas akan secara manual menandai area perdarahan pada setiap potongan citra, menggunakan fitur gambar gunting atau alat serupa yang disediakan oleh perangkat lunak. Tujuannya adalah untuk membedakan jaringan otak normal dari area yang mengalami perdarahan. Seperti pada gambar berikut:



**Gambar 8. Segmentasi perdarahan (Instalasi Radiologi RSUD Aisyiyah Ponorogo).**

b. Penggunaan Fitur *Quick Paint*

Setelah fitur segmen aktif, operator memilih alat bernama *Quick Paint*. Fitur ini digunakan untuk menandai area perdarahan secara manual dengan cara mengarsir area pada setiap irisan (*slice*) citra kepala. Operator mengklik dan mengarsir seluruh area yang dicurigai sebagai perdarahan, dari irisan paling atas hingga

paling bawah.

c. Penerapan dan Tampilan

Setelah seluruh area perdarahan diarsir, operator mengklik tombol *Apply* untuk menerapkan area yang telah ditandai. Kemudian operator memilih opsi *Display*, yang akan menampilkan hasil segmentasi secara visual sebagai citra tiga dimensi.

d. Pengukuran Volume

Setelah citra ditampilkan, operator memilih menu *measure* volume untuk menghitung volume perdarahan. Proses ini dilakukan dengan mengklik area bebas di sekitar perdarahan dengan klik kiri pada mouse. Hasil volume akan langsung muncul dalam satuan mililiter (contoh: 2,5 mL), yang merepresentasikan total volume dari seluruh area perdarahan yang telah diarsir.

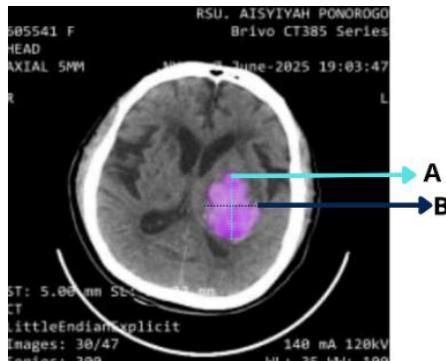
e. Penyimpanan Data

Untuk menyimpan hasil, operator mengklik kanan pada tampilan hasil dan memilih opsi *Save as Image*. Setelah itu memilih *Save*, maka citra dan data volume perdarahan akan tersimpan secara otomatis ke sistem komputer.

Langkah-langkah perhitungan volume perdarahan secara otomatis ini hanya memerlukan waktu yang relatif singkat dan tidak melibatkan proses manual yang kompleks. Hal tersebut sangat membantu radiografer dalam mendokumentasikan data volume perdarahan, khususnya pada kasus perdarahan. Proses yang cepat dan bersifat intuitif ini turut mendukung pengambilan keputusan medis yang lebih efisien, terutama dalam situasi gawat darurat. Hal ini sesuai dengan pernyataan informan sebagai berikut: “...Untuk langkah-langkahnya, di sini kita menggunakan *CTScan GE 16 slice multislice*. Jadi di sini yang pertama kita menggunakan segmen atau gambar gunting. Setelah itu di sini namanya *quick paint*, diklik saja. Setelah diklik, kita arahkan ke area yang dicurigai sebagai perdarahan. Jadi setiap *slice* perdarahan itu kita klik, setelah itu diklik, diarsir. Setelah selesai sudah diarsir dari atas sampai bawah yang dicurigai perdarahan, kita klik *apply* satu kali. Setelah diklik *apply*, kita *display*. Setelah *display*, di sini ada namanya *measure* volume, ini untuk menghitung perdarahan. Klik area, setelah itu volume. Tinggal klik di area bebas di dekat perdarahan. Klik kiri, sudah dapat hasilnya, misalnya 2,5. Untuk menyimpannya, klik kanan *save as image*. Klik *save*, sudah. Ini sudah selesai. Secepat itu. Tidak sulit untuk menghitung volume secara otomatis...” (I1, I2, dan I3/Radiografer).

Berikut merupakan contoh dari hasil scanning setelah proses *recon* struksi menggunakan potongan *axial*, dari gambar tersebut tampak perdarahan pada *thalamus* kiri hingga *periventrikel lateral* kiri yang dihitung menggunakan metode otomatis, yaitu dengan pengarsiran setiap potongan *axial* dengan Panjang dan lebar perdarahan yang dihitung

langsung oleh sistem hingga dihasilkan volume sekitar 36 cc.



**Gambar 9. Hasil scanning dan recon potongan axial (Instalasi Radiologi RSU Aisyiyah Ponorogo).**

**Keterangan:**

**A: Panjang perdarahan  
B: Lebar perdarahan**



**Gambar 10. Hasil perhitungan secara otomatis, ditemukan perdarahan dengan volume 36 cc (Instalasi Radiologi RSU Aisyiyah Ponorogo).**

Dengan adanya estimasi volume otomatis pada *CTScan*, perhitungan perdarahan menjadi lebih praktis dan akurat, meski perlu konfirmasi manual jika terdapat ketidaksesuaian antara tampilan perdarahan dan hasil volume yang terdeteksi. Hal ini sesuai dengan pernyataan informan sebagai berikut:

“...Karena sistem *CTScan* sudah menyediakan estimasi volume secara otomatis, jadi begitu terlihat adanya perdarahan, kita bisa langsung melihat estimasi volumenya dari sistem. Biasanya, perhitungan ini sudah cukup akurat dan tidak perlu dihitung ulang, kecuali jika hasilnya dirasa tidak sesuai, misalnya perdarahan terlihat cukup besar tapi volume yang terdeteksi kecil. Dalam kondisi seperti itu, biasanya perhitungannya dikonfirmasi ulang untuk memastikan akurasi hasilnya...”

**(I4/Dokter Spesialis Radiologi).**

4. Kecepatan dan keakuratan dalam perhitungan volume perdarahan metode otomatis  
Dalam kasus **perdarahan**, waktu merupakan faktor krusial yang menentukan keselamatan dan prognosis pasien. Penggunaan **metode perhitungan volume**

**perdarahan secara otomatis** memiliki dampak yang sangat signifikan dalam mempercepat proses pengambilan keputusan medis di Instalasi Radiologi RSUD Aisyiyah Ponorogo. Keunggulan utama metode otomatis ini terletak pada **kecepatan dan akurasi** dibandingkan metode manual. Penggunaan aplikasi otomatis pada *CTScan* membuat perhitungan volume perdarahan menjadi lebih cepat dan akurat, sehingga tidak diperlukan lagi perhitungan manual secara berulang.

Dengan demikian, metode otomatis dalam perhitungan volume perdarahan **bukan hanya mempermudah proses radiologi**, tetapi juga **berkontribusi langsung terhadap efisiensi dan efektivitas penanganan medis** pada kasus perdarahan. Hal ini sesuai dengan pernyataan informan sebagai berikut :

“...Metode otomatis unggul dari segi efisiensi dan ketepatan, namun memerlukan ketelitian tinggi dan pemahaman teknis dari operator. Meskipun tidak menampilkan proses perhitungan secara terbuka, hasil akhirnya sangat membantu dalam penentuan volume secara cepat dan praktis...” (I1, I2, dan I3/Radiografer).

“...*CTScan* yang sudah ada aplikasi untuk menghitung volume perdarahan sangat membantu. Selain lebih cepat, hasilnya juga lebih akurat dibandingkan perhitungan manual. Cukup melihat estimasi volume yang muncul di sistem, tanpa harus menghitung ulang secara manual...”  
(I4/Dokter Spesialis Radiologi).

## B. Pembahasan

1. Prosedur Pemeriksaan *CTScan* kepala pada kasus perdarahan di Instalasi Radiologi RSUD Aisyiyah Ponorogo.

a. Persiapan pasien dan persiapan alat bahan

Pemeriksaan *CTScan* kepala di Instalasi Radiologi RSUD Aisyiyah Ponorogo, pada kasus non-kontras, tidak memerlukan persiapan khusus. Pasien diminta untuk melepaskan seluruh benda logam di area kepala dan leher, seperti anting, kacamata, atau aksesoris lainnya. Petugas memberikan instruksi singkat mengenai prosedur pemeriksaan. Alat utama yang digunakan adalah *CTScan* GE 16 *multislice*. Untuk menjaga stabilitas posisi pasien, digunakan *head holder* dan *body strap*, guna meminimalkan artefak akibat gerakan. Hasil pencitraan kemudian dicetak menggunakan printer Fuji Film Drypix pada film radiologi ukuran 35 × 43 cm, agar citra dapat disajikan secara utuh dan jelas.

Menurut Lampignano *et al.*, (2018) dan Astari *et al.*, (2024), pemeriksaan *CTScan* kepala tidak memerlukan persiapan khusus; pasien hanya diminta melepas benda logam di area yang akan diperiksa karena dapat mengganggu hasil citra. Sementara itu, menurut Utami *et al.*, (2016), pasien yang tidak kooperatif dapat diberikan sedasi untuk menjaga ketenangan selama pemeriksaan. Menurut Rizky *et al.*, (2024) pelaksanaan prosedur ini melibatkan sejumlah perangkat dan perlengkapan yaitu pesawat *CTScan*, *operator console*, alat fiksasi kepala, *strap* atau sabuk penahan tubuh, selimut atau alas bantalan, printer radiologi, dan film radiologi.

Menurut penulis, prosedur persiapan pasien dan persiapan alat bahan dalam pemeriksaan *CTScan* kepala pada kasus perdarahan sudah tepat dan sesuai dengan

standar radiologi diagnostik. Instruksi untuk melepaskan benda logam di area kepala, merupakan langkah esensial untuk mencegah artefak yang dapat mengganggu kualitas citra. Artefak tersebut berpotensi menyulitkan identifikasi lokasi dan volume perdarahan secara akurat, yang sangat krusial dalam penanganan perdarahan. Penulis juga menilai pentingnya edukasi kepada pasien agar memahami alasan teknis dibalik instruksi tersebut, sehingga mereka lebih kooperatif. Terdapat sedikit perbedaan dalam persiapan alat dan bahan, yaitu tidak digunakannya selimut dan *head strap*, keduanya berperan penting dalam menjaga kenyamanan pasien serta meminimalkan pergerakan selama pemeriksaan. Penggunaan alat dan bahan dalam pemeriksaan *CTScan* kepala pada kasus perdarahan sebaiknya dilengkapi demi kenyamanan pasien, stabilitas posisi tubuh, dan kualitas citra diagnostik. Instalasi Radiologi RSUD Aisyiyah Ponorogo telah menerapkan standar yang baik dengan menggunakan perangkat seperti *head holder* dan *body strap*, yang tidak hanya membantu menghasilkan citra yang tajam dan minim artefak, tetapi juga sangat bermanfaat bagi pasien perdarahan yang tidak kooperatif.

b. Teknik Pemeriksaan *CTScan* kepala pada kasus perdarahan di Instalasi Radiologi RSUD Aisyiyah Ponorogo

1) Posisi pasien, posisi objek dan parameter scanning

Pasien diposisikan dalam keadaan supine di atas meja pemeriksaan, dengan orientasi *head first* menuju gantry. Kepala diletakkan pada *head holder*, kedua tangan di samping tubuh. *mid sagittal plane (MSP)* sejajar dengan lampu indikator longitudinal, dan *mid coronal plane (MCP)* sejajar dengan lampu indikator horizontal, sehingga tidak terjadi rotasi. Pasien diberikan fiksasi tubuh dan kepala guna meminimalkan pergerakan selama pemindaian. *Central point* setinggi *glabella*, dan pasien diinstruksikan untuk tidak bergerak sepanjang pemeriksaan berlangsung. Radiografer menggunakan protokol *helical head* dengan parameter teknis sebagai berikut: tegangan tabung (kV) 120, arus tabung (mA) 140, *slice thickness* 5,0 mm, dan field of view (FOV) 23,7.

Menurut Aditya *et al.*, (2020), pada pemeriksaan *CTScan* kepala dengan kasus trauma, pasien diposisikan *supine* di atas meja pemeriksaan dengan orientasi *head first* menuju gantry, kemudian dilakukan fiksasi kepala untuk kenyamanan serta mengurangi pergerakan selama proses pemindaian. Hal ini sejalan dengan temuan Nardi *et al.*, (2017), yang menyatakan bahwa posisi pasien harus sejajar garis tengah (*midline*), dan stabilisasi kepala menggunakan *velcro strap* pada *headrest* khusus efektif dalam mencegah *motion artefact*. Kombinasi penggunaan *foam headrest* dan *head strap* terbukti tidak hanya meningkatkan kenyamanan, tetapi juga menurunkan angka pengulangan pemeriksaan. Studi tersebut menunjukkan bahwa hanya 3,8% pasien usia 19–65 tahun yang memerlukan pengulangan pemindaian, jauh lebih rendah dibandingkan pasien tanpa fiksasi kepala. Menurut Lampignano *et al.*, (2018), pemeriksaan *CTScan* kepala sebaiknya menggunakan tegangan sekitar 120 kV dengan *slice thickness* antara 2–10 mm untuk menjangkau seluruh area otak secara optimal. Hal ini didukung oleh Prabsattroo *et al.*, (2023), yang menyatakan bahwa penggunaan

tegangan 120 kV dan *slice thickness* 5 mm masih mampu menghasilkan kualitas citra diagnostik yang baik, bahkan ketika dilakukan pengurangan dosis radiasi.

Menurut penulis, posisi pasien dan objek pada pemeriksaan *CTScan* kepala di Instalasi Radiologi RSUD Aisyiyah Ponorogo telah cukup sesuai dengan standar yang dianjurkan dalam literatur dan praktik klinis. Pasien diposisikan *supine* dengan arah *head first*, kepala ditempatkan pada *head holder*, dan penyesuaian terhadap *mid sagittal plane (MSP)* serta *mid coronal plane (MCP)* telah dilakukan dengan baik untuk menjaga kesimetrisan dan mencegah rotasi. Menurut penulis, pengaturan parameter teknis dan pemilihan protokol *helical head* pada pemeriksaan *CTScan* kepala di RSUD Aisyiyah Ponorogo sudah sesuai dengan standar praktik radiologi diagnostik. Protokol ini merupakan pilihan karena memungkinkan pencitraan volume otak secara *continue*, cepat, dan akurat, yang sangat penting dalam situasi darurat.

## 2. Perhitungan volume perdarahan pada *CTScan* kepala dengan menggunakan metode otomatis

Perhitungan volume perdarahan di Instalasi Radiologi RSUD Aisyiyah Ponorogo menggunakan metode otomatis, yang bertujuan untuk mendapatkan hasil yang lebih cepat dan akurat, dibandingkan metode manual. Metode otomatis memungkinkan estimasi volume perdarahan dilakukan hanya dalam hitungan detik setelah proses segmentasi selesai, sehingga dapat langsung digunakan oleh tim medis untuk pengambilan keputusan klinis.

Menurut Masrochah *et al.*, (2021), metode otomatis dalam perhitungan volume perdarahan *intraserebral* dilakukan dengan memanfaatkan fitur *volume evaluation* pada perangkat lunak *CTScan*. Proses ini dimulai dari rekonstruksi data mentah (*raw data*) dengan *slice thickness* sekitar 1 mm, kemudian dilakukan segmentasi area perdarahan berdasarkan kisaran densitas *Hounsfield Unit (HU)*. Sistem akan menghitung volume secara otomatis melalui akumulasi luas perdarahan di setiap irisan dan ketebalan *slice*. Scherer *et al.*, (2016) menyatakan bahwa metode otomatis berbasis segmentasi mampu memberikan hasil yang mendekati pengukuran manual, dan bahkan lebih akurat dibandingkan metode konvensional seperti ABC/2. Hal ini dikarenakan pendekatan otomatis mengurangi bias subjektif, meningkatkan *reproducibility*, dan mempercepat proses analisis yang sangat penting dalam kondisi darurat neurologis seperti perdarahan.

Menurut penulis, penggunaan metode otomatis dalam perhitungan volume perdarahan pada pemeriksaan *CTScan* kepala kasus perdarahan di Instalasi Radiologi RSUD Aisyiyah Ponorogo sangat relevan dengan perkembangan teknologi radiologi modern. Selain mempercepat proses analisis, metode ini juga menghasilkan data yang lebih objektif, terdokumentasi secara digital, dan mudah ditinjau ulang oleh tim medis. Meskipun perhitungan volume perdarahan menggunakan metode otomatis berbasis segmentasi masih memerlukan keterlibatan manual dalam pengarsiran volume perdarahan, tetapi metode otomatis tetap lebih unggul karena mampu memberikan hasil yang konsisten, terukur, dan *reproducible*, terutama dalam kondisi darurat yang menuntut keputusan cepat. Dengan dukungan fasilitas *CTScan* yang memadai dan kompetensi radiografer yang baik di RSUD Aisyiyah Ponorogo, penerapan

metode ini telah meningkatkan efisiensi pemeriksaan, akurasi diagnostik, serta mendukung pengambilan keputusan klinis yang lebih tepat waktu.

3. Kecepatan dan keakuratan dalam perhitungan volume perdarahan metode otomatis

Di Instalasi Radiologi RSUD Aisyiyah Ponorogo, perhitungan volume perdarahan dilakukan menggunakan metode otomatis, yang memiliki keunggulan utama dalam kecepatan dan akurasi. Dalam kasus perdarahan, waktu sangat krusial, karena setiap menit keterlambatan dapat menyebabkan kerusakan sel otak yang permanen. Oleh karena itu, kecepatan perhitungan volume sangat penting untuk mempercepat pengambilan keputusan klinis. Selain kecepatan, akurasi volume perdarahan juga berperan penting dalam menilai tingkat keparahan dan menentukan langkah penanganan medis selanjutnya, baik berupa terapi konservatif maupun tindakan bedah. Metode otomatis memungkinkan hasil yang lebih konsisten dan terstandarisasi, karena mengurangi subjektivitas antar operator yang sering terjadi pada pengukuran manual. Dengan demikian, metode ini tidak hanya meningkatkan efisiensi, tetapi juga memperkuat dasar pengambilan keputusan yang tepat dan cepat di lingkungan klinis.

Menurut Kiswoyo *et al.*, (2017), metode otomatis dalam perhitungan volume perdarahan dilakukan dengan memanfaatkan software volume evaluation yang terdapat pada sistem *CTScan*. Proses ini bekerja berdasarkan data *spiral scanning*, dilanjutkan dengan rekonstruksi *slice* tipis dan segmentasi area perdarahan berdasarkan densitas tertentu (nilai *Hounsfield Unit*). Sistem ini menghasilkan data yang bersifat kuantitatif, objektif, dan cepat, serta mampu meminimalkan kesalahan yang kerap terjadi pada metode manual seperti Broderick ( $ABC/2$ ). Zahuranec *et al.*, (2016) menyatakan bahwa validasi terhadap algoritma segmentasi otomatis menunjukkan tingkat kesesuaian yang sangat tinggi dengan segmentasi manual, dengan koefisien korelasi konkordansi sebesar 0,99. Hal ini membuktikan bahwa metode otomatis memiliki akurasi tinggi dan layak digunakan sebagai pendekatan berbantuan komputer (*computer assisted quantification*) dalam menghitung volume perdarahan *intracerebral (ICH)*.

Menurut penulis, kecepatan dan keakuratan merupakan dua aspek krusial dalam penanganan pasien perdarahan. Metode otomatis menjawab kedua kebutuhan ini dengan menyediakan perhitungan volume yang cepat, presisi, dan tidak bergantung pada interpretasi subjektif. Dalam praktiknya, metode ini sangat membantu dalam situasi gawat darurat, di mana pengambilan keputusan klinis harus dilakukan dalam waktu singkat. Meskipun masih diperlukan ketelitian dan keterampilan teknis dari operator dalam proses segmentasi, keunggulan metode otomatis dalam hal efisiensi kerja dan konsistensi hasil menjadikannya solusi ideal bagi instalasi radiologi, khususnya di rumah sakit yang menangani kasus perdarahan. Dengan mempertimbangkan manfaat tersebut, penulis mendukung penggunaan metode otomatis sebagai standar baru dalam perhitungan volume perdarahan intrakranial di era digital radiologi modern.

## KESIMPULAN

1. Prosedur pemeriksaan *CTScan* kepala pada kasus perdarahan di Instalasi Radiologi RSU Aisyiyah Ponorogo

Berdasarkan hasil kajian terhadap prosedur pemeriksaan *CTScan* kepala pada kasus perdarahan di Instalasi Radiologi RSU Aisyiyah Ponorogo, dapat disimpulkan bahwa, pada aspek persiapan pasien, tindakan melepaskan benda logam dan pemberian instruksi pra-pemeriksaan telah diterapkan dengan baik untuk meminimalkan artefak dan mendukung kualitas citra. Pemeriksaan *CTScan* kepala pada kasus perdarahan belum mengoptimalkan penggunaan *head strap* dan selimut. Penggunaan selimut dan *head strap* dapat memberikan kenyamanan serta mampu mengurangi pergerakan selama pemeriksaan. Dari sisi teknik pemeriksaan, posisi pasien *supine* dengan arah *head first* dan penyesuaian terhadap *mid sagittal plane (MSP)* dan *mid coronal plane (MCP)* telah dilakukan secara tepat untuk memastikan kesimetrisan gambar dan mencegah rotasi. Penggunaan protokol *helical head* dengan parameter teknis 120 kV, 140 mA, *slice thickness* 5 mm, dan FOV 23,7 menunjukkan bahwa radiografer telah mengadopsi parameter yang sesuai untuk mendukung pencitraan yang cepat dan akurat dalam situasi gawat darurat seperti perdarahan. Secara keseluruhan, Instalasi Radiologi RSU Aisyiyah Ponorogo telah menjalankan prosedur pemeriksaan *CTScan* kepala dengan pendekatan yang efisien dan diagnostik, selaras dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan klinis. Penerapan teknik dan protokol yang tepat berkontribusi signifikan terhadap keberhasilan diagnosis dan pengambilan keputusan medis yang cepat, terutama pada kasus-kasus dengan urgensi tinggi seperti perdarahan.

2. Perhitungan volume pendarahan pada *CTScan* kepala dengan menggunakan metode otomatis

Perhitungan volume perdarahan pada pemeriksaan *CTScan* kepala di Instalasi Radiologi RSU Aisyiyah Ponorogo telah menggunakan metode otomatis berbasis segmentasi digital, yang terbukti memberikan hasil yang cepat, akurat, dan objektif. Penerapan metode ini selaras dengan perkembangan teknologi pencitraan radiologi modern dan sangat sesuai untuk kondisi darurat seperti perdarahan, di mana waktu dan akurasi sangat menentukan keberhasilan penanganan medis. Metode ini memungkinkan estimasi volume perdarahan dilakukan secara digital menggunakan fitur *volume evaluation* pada perangkat lunak *CTScan*, dengan rekonstruksi *slice* tipis sekitar 1 mm dan penentuan rentang densitas *HU* untuk segmentasi area perdarahan. Hasil volume diperoleh secara otomatis dengan akumulasi data tiap irisan citra, sehingga mengurangi potensi kesalahan subjektif seperti pada metode manual. Dengan menggunakan sistem ini, Instalasi Radiologi RSU Aisyiyah Ponorogo telah menunjukkan efisiensi kerja yang tinggi, konsistensi hasil, dan peningkatan akurasi diagnostik. Meskipun proses segmentasi masih melibatkan penyesuaian manual oleh operator, metode otomatis ini dapat mengurangi subjektivitas antar operator serta dinilai lebih unggul dalam *reproducibility*, dokumentasi, dan kecepatan interpretasi, serta sangat mendukung pengambilan keputusan klinis yang cepat dan tepat.

3. Kecepatan dan keakuratan dalam perhitungan volume pendarahan metode otomatis.

Kecepatan dan ketepatan sangat penting dalam penanganan perdarahan, karena setiap detik memengaruhi kerusakan otak dan keberhasilan terapi. Di RSU Aisyiyah

Ponorogo, metode otomatis untuk menghitung volume perdarahan membuat analisis lebih cepat, akurat, dan konsisten. Teknologi ini mengenali area perdarahan dari hasil CTScan, lalu menghitung volumenya secara objektif sehingga mengurangi perbedaan antar operator.

Penelitian menunjukkan metode ini memiliki kesesuaian hampir sempurna dengan metode manual (koefisien 0,99). Penerapannya meningkatkan efisiensi, akurasi diagnosis, dan mempercepat pengambilan keputusan, sehingga layak menjadi bagian dari teknologi pendukung medis.

### Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diajukan guna meningkatkan mutu pemeriksaan *CTScan* kepala pada kasus perdarahan di Instalasi Radiologi RSUD Aisyiyah Ponorogo. Disarankan agar melengkapi prosedur pemeriksaan *CTScan* kepala dengan penggunaan *head strap* dan selimut secara rutin. Alat ini terbukti dapat meningkatkan kenyamanan pasien, mengurangi gerakan tidak sadar, serta menurunkan risiko artefak gerakan yang dapat memengaruhi kualitas citra. Implementasi alat tambahan ini bersifat sederhana namun memiliki dampak signifikan terhadap mutu hasil pemeriksaan. Optimalisasi penggunaan metode otomatis dalam perhitungan volume perdarahan, meskipun metode otomatis sudah diterapkan, disarankan dilakukan pelatihan rutin dan pembaruan kompetensi bagi radiografer agar lebih terampil dalam proses segmentasi awal serta validasi hasil volume otomatis. Hal ini penting mengingat kendala metode otomatis tetap membutuhkan pengawasan manual untuk menghindari kesalahan akibat segmentasi yang tidak tepat, terutama pada kasus kompleks. Penelitian selanjutnya dapat difokuskan pada perbandingan antara metode otomatis dan manual dalam hal *outcome* klinis pasien, seperti ketepatan diagnosa, waktu tindakan medis, dan hasil terapi. Dengan demikian, efektivitas metode otomatis dapat diukur tidak hanya dari sisi teknis, tetapi juga dari dampaknya terhadap 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 *CTScanner* 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 *CTScan* 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 Perdarahan Otak Pada *CTScan* 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 *CTScan* 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 *CTScan* 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 CTScan 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.