

PENERAPAN PARAMETER *PITCH* UNTUK MENGEVALUASI INFORMASI CITRA CT SCAN KEPALA TRAUMA DI RSUD CARUBAN

Azkyaa Octara Fadli^{1*}, Widya Mufida², Sofie Nornalita Dewi³

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

*Corresponding Author : azkyaaa006@gmail.com

ABSTRAK

Tulang tengkorak kepala sangat rentan untuk mengalami cedera dengan beberapa alasan seperti kecelakaan mobil atau motor, jatuh, cedera saat olahraga, dan sebagainya. Pasien trauma sering kali berada dalam kondisi kritis dan kurang kooperatif sehingga proses diagnostik dipercepat dengan tanpa mengorbankan informasi citra yang berguna untuk mengambil keputusan medis yang tepat. Untuk menegakkan diagnosis tentu harus memperhatikan pengaturan parameter yang tepat dengan memperhatikan keseimbangan antara kualitas gambar yang dibutuhkan untuk diagnosis dan dosis radiasi yang diberikan kepada pasien. Penggunaan parameter *pitch* rendah pada pemeriksaan CT Scan kepala kasus trauma direkomendasikan untuk menghasilkan gambar dengan resolusi tinggi dan meminimalkan artefak, yang penting untuk diagnosis detail. Di RSUD Caruban penggunaan *pitch* yang digunakan pada pemeriksaan ct scan kepala rutin dan trauma yaitu 0,55 namun, pada kasus tertentu seperti pasien mengalami gelisah dan non kooperatif lainnya penggunaan *pitch* diatur menjadi 1. Berdasarkan latar belakang diatas tujuan penelitian ini yaitu mengetahui penerapan parameter *pitch* CT Scan kepala trauma untuk mengevaluasi informasi citra yang dihasilkan di instalasi radiologi RSUD Caruban. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif dengan menggunakan metode pengaturan parameter *pitch* di RSUD Caruban. Jenis data pada penelitian ini yaitu data sekunder dikarenakan sampel dalam penelitian ini adalah menggunakan data pasien yang telah menjalani pemeriksaan CT Scan kepala sebanyak dua orang dengan kasus trauma kepala dengan penggunaan *pitch* 1 dan 0,55. Pengambilan data dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini dilakukan pada bulan Maret 2025 di Instalasi Radiologi RSUD Caruban. Subjek pada penelitian ini melibatkan 3 radiografer yang bertugas melakukan pemeriksaan CT Scan kepala, dan 1 dokter spesialis radiolog. Untuk obyek yaitu mengenai pengaturan parameter *pitch* dan informasi citra pada pemeriksaan CT Scan kepala dengan kasus trauma kepala di instalasi radiologi RSUD Caruban. Parameter *pitch* yang digunakan pada pemeriksaan CT Scan kepala pada kasus trauma kepala di instalasi radiologi RSUD Caruban sama dengan rutin yaitu 0,55 karena sudah cukup menghasilkan informasi citra yang detail untuk menentukan patologi pasien. Perubahan *pitch* biasanya dilakukan jika kondisi pasien kurang kooperatif walaupun sudah didampingi oleh keluarganya maka *pitch* dinaikkan menjadi 1 dan itu hampir jarang dilakukan sehingga tidak ada pengaturan *pitch* khusus untuk kasus trauma kepala. Di instalasi radiologi RSUD Caruban tidak ada pengaturan *pitch* khusus untuk kasus trauma kepala pada pemeriksaan CT Scan kepala. Pada kasus trauma kepala sama dengan rutin yaitu 0,55. Penggunaan *pitch* 1 hanya dilakukan pada kasus tertentu yang melibatkan waktu pemeriksaan yang lebih cepat. Meskipun hasil citra *pitch* 1 memiliki lebih banyak noise dari pada 0,55 hal ini tidak membuat dokter radiolog kesulitan untuk menginterpretasikan hasil radiografinya.

Kata kunci : CT scan, *pitch*, trauma kepala

ABSTRACT

The bones of the skull are highly susceptible to injury for a number of reasons such as car or motorcycle accidents, falls, sports injuries, and so on. Trauma patients are often in a critical condition and less cooperative so that the diagnostic process is accelerated without sacrificing image information that is useful for making the right medical decisions. In order to make a diagnosis, proper parameter settings must be taken into account, taking into account the balance between the image quality needed for diagnosis and the radiation dose given to the patient. The use of low pitch parameters in CT scan examination of head trauma cases is recommended to produce images with high resolution and minimize artifacts, which are important for detailed diagnosis. In RSUD Caruban, the pitch used in routine and trauma head CT scans is 0.55, however, in certain cases such as agitated and other non-

cooperative patients, the pitch is set to 1. Based on the above background, the purpose of this study is to determine the application of CT scan pitch parameters for trauma head to evaluate the image information produced in the radiology installation of RSUD Caruban. This study is a descriptive qualitative research using the method of setting pitch parameters in RSUD Caruban. The type of data in this study is secondary data because the sample in this study is using data of patients who have undergone head CT scan examination as many as two people with head trauma cases with the use of pitch 1 and 0.55. Data collection in the preparation of this Scientific Paper was carried out in March 2025 at the Radiology Installation of Caruban Hospital. The subjects in this research involved 3 radiographers in charge of performing head CT scans, and 1 radiologist specialist. The object of this research is the setting of pitch parameter and image information on head CT scan examination with head trauma case in radiology installation of RSUD Caruban. Results: The pitch parameter used in head CT scan examination of head trauma cases at the radiology installation of RSUD Caruban is the same as routine, namely 0.55 because it is enough to produce detailed image information to determine the patient's pathology. Pitch change is usually done if the patient's condition is less cooperative despite being accompanied by his family then the pitch is increased to 1 and it is almost rarely done so there is no special pitch setting for head trauma cases. In the radiology installation of RSUD Caruban, there is no special pitch setting for head trauma cases on head CT scans. In head trauma cases, it is the same as routine, which is 0.55. The use of pitch 1 is only done in certain cases that involve a faster examination time. Although the image of pitch 1 has more noise than 0.55, it does not make it difficult for the radiologist to interpret the radiograph results..

Keywords : CT scan, head trauma, pitch

PENDAHULUAN

CT Scan kepala telah menjadi pemeriksaan penunjang gold standar untuk kasus trauma kepala. CT Scan kepala potongan aksial dapat dengan mudah menemukan lesi desak ruang pada pasien trauma kepala yang membutuhkan tatalaksana operatif segera. Hal ini dikarenakan CT Scan memiliki sensitivitas dan spesifisitas yang baik untuk mendeteksi perdarahan pasca trauma kepala, selain dapat menilai pendarahan pada otak / jaringan otak modalitas CT Scan juga dapat menilai gambaran fraktur pada tulang tengkorak kepala dengan sangat baik dan informatif, sehingga memudahkan dokter dalam melakukan tindakan medis selanjutnya (Aditya, Damar, and Nursama Heru Apriantoro, 2020). Menurut Raman (2013) dalam pemeriksaan CT Scan ada beberapa parameter yang digunakan untuk pengontrolan eksposi dan output gambar yang optimal. Adapun parameter tersebut yaitu slice thickness, scan range, faktor eksposi, Field of View (FOV), gantry tilt, *pitch*, rekonstruksi matriks, rekonstruksi algorhythma, window width, dan window level. Salah satu pengaturan parameter yang mempengaruhi kualitas citra dan berdampak pada informasi citra adalah parameter *pitch*.

Pitch merupakan rasio antara pergerakan meja pasien (table movement) selama satu putaran penuh (360 derajat) dan lebar kolimasi berkas sinar-X. Pengukuran *pitch* dibedakan menjadi 3 pengaturan yaitu <1 , 1, dan >1 . Suatu *pitch* dengan nilai 1 menghasilkan kualitas gambar terbaik dalam CT Scan helical pada penggunaan rutin (Reiser, 2014). Ketika *pitch* diatur kurang dari 1, sinar-X akan saling bertumpuk dan dapat menghasilkan citra dengan kualitas tinggi karena lebih banyak data dikumpulkan. Hal ini memungkinkan pemindaian detail halus pada struktur otak dan jaringan sekitarnya, tetapi dengan risiko dosis radiasi yang lebih besar bagi pasien. Pada pengaturan *pitch* sama dengan 1, berkas radiasi akan saling berhimpitan, memberikan keseimbangan antara kecepatan pemindaian dan kualitas citra yang dimana dosis radiasi dan waktu pemindaian berada pada level yang moderat atau seimbang. Dengan pengaturan *pitch* lebih dari 1, meja pemindaian bergerak lebih cepat dibandingkan dengan rotasi tabung sinar-X tetapi berpotensi mengorbankan kualitas citra. Citra mungkin

menjadi kurang detail karena data yang diambil lebih sedikit dalam waktu yang sama (Husnah, 2019).

Di RSUD Caruban penggunaan pitch yang digunakan pada pemeriksaan ct scan kepala rutin dan trauma yaitu 0,55 namun, pada kasus tertentu seperti pasien mengalami gelisah dan non kooperatif lainnya penggunaan pitch diatur menjadi 1. Berdasarkan latar belakang diatas tujuan penelitian ini yaitu mengetahui penerapan parameter pitch CT Scan kepala trauma untuk mengevaluasi informasi citra yang dihasilkan di instalasi radiologi RSUD Caruban.

METODE

Untuk obyek yaitu mengenai pengaturan parameter dan informasi citra pada pemeriksaan CT Scan kepala dengan kasus trauma kepala di instalasi radiologi RSUD Caruban. Penelitian ini telah menerima sertifikat etik dari komite etika Universitas ;Aisyiyah Yogyakarta sebanyak 1 lembar.

HASIL

Prosedur Pemeriksaan CT Scan Kepala Pada Kasus Trauma Kepala di Instalasi Radiologi RSUD Caruban

Berdasarkan hasil observasi Pada hari Minggu tanggal 23 Maret 2025 pasien datang ke IGD Rumah Sakit Umum Daerah Caruban. Pasien atas nama Ny.S yang berumur 56 tahun dengan alamat pilangkenceng diduga mengalami benturan pada kepala akibat terpeleset yang menyebabkan pasien tidak sadarkan diri dan pada saat tersadar pasien mengeluh nyeri pada bagian kepala, setelah dilakukan pemeriksaan dokter IGD pasien memerlukan pemeriksaan radiologi, dengan membawa surat permintaan foto pasien diantar ke instalasi radiologi untuk dilakukan pemeriksaan CT scan kepala non kontras. Prosedur pemeriksaan CT Scan kepala pada kasus trauma kepala di instalasi radiologi RSUD Caruban antara lain Pemeriksaan dilakukan dengan pesawat CT Scan merk Siemens 16 slice Dengan menggunakan protocol head rutin, kV 120, mAs 265, scan slice thickness 5mm, *pitch* 0,55, WL 40, WW 120 dan menggunakan mode scanning helical. Pasien difiksasi menggunakan head holder dan body strap agar tidak bergerak selama pemeriksaan dengan posisi head first.

Prosedur pemeriksaan CT Scan kepala pada kasus trauma kepala di instalasi radiologi RSUD Caruban antara lain:

Persiapan Pasien

Tidak ada persiapan khusus yang dilakukan pada pemeriksaan CT Scan kepala pada kasus trauma kepala di instalasi radiologi RSUD Caruban, pasien hanya diminta untuk melepas benda-benda logam di area kepala yang dapat mengganggu hasil radiograf seperti anting dan benda-benda logam lainnya. Hal ini sesuai dengan pernyataan informan radiografer 1, 2, dan 3 sebagai berikut:

“untuk pemeriksaan CT Scan kepala non kontras tidak perlu persiapan khusus pasien hanya diminta untuk melepas anting dan benda logam lainnya di area kepala” (I1, I2, I3/Radiografer)

Posisi Pasien dan Posisi Objek

Pasien diposisikan supine di atas meja pemeriksaan dengan posisi head first kemudian pasien difiksasi menggunakan head holder dan body strap. Atur lampu indikator longitudinal

pada MSP, indikator transversal pada MAE, dan indikator axial diatur 2 jari diatas vertex. Hal ini sesuai dengan pernyataan informan radiografer 1, 2, dan 3 sebagai berikut:

"Setelah itu pasien diposisikan supine di atas meja pemeriksaan dengan posisi head first. Kemudian atur lampu indikator longitudinal pada MSP, indikator transversal pada MAE, dan indikator axial diatur 2 jari diatas vertex. Pasien difiksasi menggunakan head holder dan body strap" (I1, I2, dan I3/Radiografer).

Parameter dan Rekonstruksi Citra Pemeriksaan CT Scan Kepala pada Trauma Kepala

Pemeriksaan CT Scan Kepala pada Trauma Kepala di RSUD Caruban dilakukan menggunakan protocol head rutin dengan pengaturan parameter scanning sebagai berikut:

Tabel 1. Parameter Scanning di RSUD Caruban

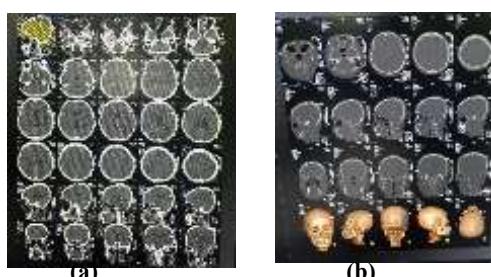
No.	Parameter	Ket.
1.	kV	120
2.	mAs	265
3.	Scan slice thickness	5mm
4.	Pitch	0,5-1
5.	WW	120
6.	WL	40
7.	Mode scanning	Helical

Hal ini sesuai dengan yang disampaikan responden 1, 2, dan 3:

"Pasien difiksasi menggunakan head holder dan body strap. Kemudian penggunaan parameter yaitu protocol head rutin, kV 120, mAs 265, scan slice thickness 5mm, pitch 0,55, WL 40, WW 120 menggunakan mode scanning helical kemudian direkonstruksi menggunakan potongan axial, sagittal, coronal, dan 3D dengan slice thicknes 1mm" (I1, 2, 3/Radiografer)

Hasil Citra

Setelah direkonstruksi citra dari window brain, bone, dan 3D kemudian di print dan diberikan kepada keluarga pasien untuk dievaluasi lebih lanjut oleh dokter pengirim.



Gambar 1. Rekonstruksi gambar window brain (a), bone, dan 3D (b)

Penggunaan Pitch CT Scan Kepala pada Kasus Trauma Kepala di Instalasi Radiologi RSUD Caruban

Parameter *pitch* yang digunakan pada pemeriksaan CT Scan kepala pada kasus trauma kepala di instalasi radiologi RSUD Caruban sama dengan rutin yaitu 0,55 karena sudah cukup menghasilkan informasi citra yang detail untuk menentukan patologi pasien. Hal ini sudah sesuai dengan SOP rumah sakit. Perubahan *pitch* biasanya dilakukan jika kondisi pasien kurang kooperatif walaupun sudah didampingi oleh keluarganya maka *pitch* dinaikkan menjadi 1 dan itu hampir jarang dilakukan sehingga tidak ada pengaturan *pitch* khusus untuk kasus trauma kepala. Hal ini sesuai dengan pernyataan informan radiografer 1, 2, dan 3 sebagai berikut:

“disini kita tidak mempunyai *pitch* khusus terhadap pasien trauma kepala, jika pasien kooperatif maka kita menggunakan parameter standar sesuai SOP rumah sakit” (I1/Radiografer)

Pendapat yang sama juga disampaikan informan lainnya yaitu:

“parameter *pitch* untuk kasus trauma maupun emergency sama saja dengan yang rutin namun jika keadaan pasien yang menuntut untuk dilakukan pemeriksaan dengan cepat seperti agak gelisah baru *pitch* kita naikkan menjadi 1” (I2/Radiografer)

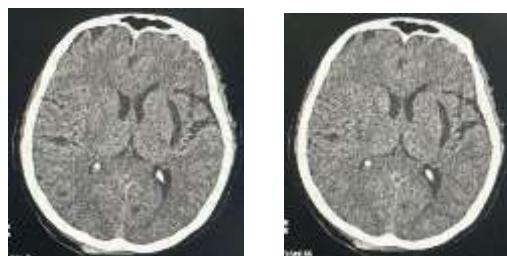
“pengaturan parameter *pitch* disini digunakan sesuai SOP saja yaitu 0,55 terhadap pasien trauma, emergency, maupun rutin dan jika pasien non kooperatif pasien biasanya bisa didampingi keluarganya” (I3/Radiografer)

Informasi Citra Serta Anatomi yang Dievaluasi

Setelah dilakukan pemeriksaan citra yang dihasilkan kemudian direkonstruksi menggunakan potongan axial, sagittal, coronal, dan 3D dengan slice thicknes 1mm. Untuk anatomi yang dievaluasi pada kasus trauma kepala di instalasi radiologi RSUD Caruban yaitu menilai kelainan dari SPN, cavum nasi, orbita, mastoid, calvaria, basal ganglia, corna radiata, pons, cerebellum, ventrikel, sulci, dan gyri. Pada kasus trauma kepala di RSUD Caruban tulang yang paling penting untuk dievaluasi salah satunya yaitu tulang calvaria dikarenakan struktur tulang lebih tipis dan lokasi rentan terhadap posisi cidera sering terjadi yaitu pada regio frontoparietal. Fraktur calvaria merupakan penanda penting kemungkinan dera otak yang lebih parah, termasuk hematoma epidural, hematoma subdural, kontusio serebral, dan hematoma intraserebral. Hal ini juga disampaikan oleh dokter radiolog:

“Citra yang dihasilkan sangat membantu untuk melakukan evaluasi patologi pasien terutama pasien trauma karena dibutuhkan pencitraan yang lebih rinci terhadap soft tissue apabila terdapat pendarahan maupun tulang tengkorak kepala apabila terdapat fraktur terutama pada tulang calvaria dikarenakan memiliki struktur tulang tipis sehingga mudah rapuh” (I4/dokter radiologi). Untuk penilaian perbedaan detail anatomi pada penggunaan *pitch* 0,55 dan 1 tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Penggunaan *pitch* 1 tampak memiliki lebih banyak noise dibandingkan dengan 0,55 namun tidak dianggap mengganggu penilaian dokter radiolog terhadap kelainan patologi pasien. Hal ini juga disampaikan oleh dokter radiolog:

“jika disuruh bandingkan antara penggunaan *pitch* 1 dan 0,55 tentu saja lebih bagus hasil dari *pitch* 0,5 namun meskipun hasil dari *pitch* 1 lebih memiliki banyak noise sama sekali tidak mengganggu informasi citra yang dihasilkan” (I4/dokter radiologi).



Gambar 2. Penggunaan *pitch* 0,55 (a) dan *pitch* 1 (b)

PEMBAHASAN

Prosedur Pemeriksaan CT Scan Kepala pada Kasus Trauma Kepala di Instalasi Radiologi RSUD Caruban

Tidak ada persiapan khusus yang dilakukan pada pemeriksaan CT Scan kepala pada kasus trauma kepala di instalasi radiologi RSUD Caruban, pasien hanya diminta untuk melepas benda-benda logam di area kepala yang dapat mengganggu hasil radiograf kemudian difiksasi menggunakan head holder dan body strap. Pemeriksaan dilakukan dengan pesawat CT Scan merk Siemens 16 slice Dengan menggunakan protocol head rutin, kV 120, mAs 265, scan slice thickness 5mm, *pitch* 0,55, WL 40, WW 120 dan menggunakan mode scanning helical.

Berdasarkan penelitian Kartikasari (2015) tidak ada persiapan khusus selain melepas benda logam di area sekitar kepala kemudian pasien berbaring terlentang pada meja pemeriksaan CT-Scan dengan posisi kepala dekat dengan gantry. Kepala Pasien diposisikan true AP dengan midsagittal plane (MSP) ditengah meja CT dan orbito mental line (OML) tegak lurus bidang horizontal. Pasien difiksasi supaya tidak bergerak saat pemeriksaan dilakukan. Gantry dalam posisi tegak lurus. Menurut Silmi (2020) parameter yang digunakan yaitu menggunakan kV 120, mA 200, WW 100, WL 40, slice thickness 0,625, gantry dan tilt 0°. Teknik reformat gambar dalam bentuk potongan axial, coronal, dan sagittal. Jika terjadi pendarahan maka dilakukan pengukuran volume pendarahan dengan diperhatikan oleh dokter spesialis radiologi. Gambaran tiga dimensi ditambahkan apabila terdapat fraktur pada area kepala.

Menurut peneliti prosedur pemeriksaan CT Scan kepala kasus trauma tidak membutuhkan persiapan khusus, pasien hanya diminta untuk melepas benda-benda logam di area sekitar kepala agar tidak mengganggu hasil citra serta pasien difiksasi menggunakan head holder dan body strap untuk mengurangi pergerakan pasien.

Penggunaan *Pitch* CT Scan Kepala pada Kasus Trauma Kepala di Instalasi Radiologi RSUD Caruban

Parameter *pitch* yang digunakan pada pemeriksaan CT Scan kepala pada kasus trauma kepala di instalasi radiologi RSUD Caruban sama saja seperti prosedur rutin yaitu 0,55. Hal ini sudah sesuai dengan SOP di instalasi radiologi RSUD Caruban namun jika keadaan pasien kurang kooperatif pasien biasanya didampingi keluarganya atau teknisi radiographer biasanya menaikkan parameter *pitch* menjadi 1.

Hal ini sesuai dengan penelitian Aditya dkk. (2020), pengaturan parameter *Pitch* pada kasus trauma kepala yaitu 0,55 sudah cukup menghasilkan informasi citra yang detail, diantaranya dapat memperlihatkan beberapa patologi seperti memperlihatkan pendarahan di kepala, dan fraktur di os temporo parietal kanan disertai penebalan jaringan lunak disekitarnya. Dalam kasus trauma kepala, pemilihan *pitch* harus dilakukan secara hati-hati. *Pitch* rendah direkomendasikan untuk menghasilkan gambar dengan resolusi tinggi dan meminimalkan artefak, yang penting untuk diagnosis detail. Evaluasi kebutuhan klinis dan kompromi antara kecepatan, kualitas, dan keamanan pasien menjadi kunci dalam menentukan *pitch* yang tepat. Menurut pendapat Scott A.Lipson (2006) *pitch* 1,2-1,4 ideal untuk digunakan pada pemeriksaan general, untuk gambaran ekstremitas dan neuro imaging *pitch* dengan nilai 1 kurang direkomendasikan untuk digunakan.

Menurut peneliti penggunaan *pitch* pada kasus trauma kepala diatur sesuai dengan kebutuhan pasien. Jika pasien mengalami kegelisahan yang berarti akan memperburuk kualitas citra dan beresiko terhadap informasi anatomi nantinya maka *pitch* 1 lebih baik digunakan dari pada 0,55 untuk mempercepat pemeriksaan.

Informasi Citra Serta Anatomi yang Dievaluasi

Untuk penilaian perbedaan detail anatomi pada penggunaan *pitch* 0,55 dan 1 pada kasus trauma kepala di RSUD Caruban tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Penggunaan *pitch*

1 tampak memiliki lebih banyak noise dibandingkan dengan 0,55 namun tidak dianggap mengganggu penilaian dokter radiolog terhadap kelainan patologi pasien. Anatomi yang dievaluasi antara lain: SPN, cavum nasi, orbita, mastoid, calvaria, basal ganglia, corna radiata, pons, cerebellum, ventrikel, sulci, dan gyri.

Untuk anatomi crossectional pada pemeriksaan CT Scan kepala menurut Buana (2024) pada kasus trauma kepala yaitu tulang hidung, lensa mata, sinus maksilaris, vomer, tulang sphenoid, medulla oblongata, tulang occipital, mastoid air cells, zygoma, sinus edmoid, ventricle, gyrus, dan falk cerebri.

Menurut peneliti penggunaan *pitch* pada kasus trauma kepala diatur sesuai dengan kebutuhan pasien. Jika pasien mengalami kegelisahan yang berarti akan memperburuk kualitas citra dan beresiko terhadap informasi anatomi nantinya maka *pitch* 1 lebih baik digunakan dari pada 0,55 untuk mempercepat pemeriksaan. Meskipun hasil citra *pitch* 1 memiliki lebih banyak noise dari pada 0,55 hal ini tidak membuat dokter radiolog kesulitan untuk menginterpretasikan hasil radiografnnya.

KESIMPULAN

Di instalasi radiologi RSUD Caruban tidak ada parameter tetap pada penggunaan *pitch* khusus untuk kasus trauma kepala pada pemeriksaan CT Scan kepala. Pada kasus trauma kepala *pitch* yang digunakan sama dengan rutin yaitu 0,55. Penggunaan *pitch* 1 hanya dilakukan pada kasus tertentu yang melibatkan waktu pemeriksaan yang lebih cepat. Meskipun hasil citra *pitch* 1 memiliki lebih banyak noise dari pada 0,55 hal ini tidak membuat dokter radiolog kesulitan untuk menginterpretasikan hasil radiografnnya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Saya mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Widya Mufida, selaku pembimbing utama, atas bimbingan, masukan, dan dukungannya dalam menyelesaikan penelitian ini. Saya juga mengucapkan terimakasih kepada seluruh responden RSUD Caruban yang telah meluangkan waktu untuk berpartisipasi dalam penelitian ini, sehingga data yang diperlukan dapat terkumpul dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, E., Segars, W. P., Harrawood, B., Sharma, S., Kapadia, A., & Samei, E. (2020). *Virtual clinical trial for quantifying the effects of beam collimation and pitch on image quality in computed tomography*. *Journal of Medical Imaging*, 7(4), 042806-042806.
- Aditya, D., & Apriantoro, N. H. (2020). Ct-Scan Kepala Dengan Klinis Trauma Kapitis Post Kecelakaan Lalu Lintas. Kocenin Serial Konferensi, (1), 1-6.
- Feldle, P., Grunz, J. P., Huflage, H., Kunz, A. S., Ergün, S., Afat, S., ... & Conrads, N. (2024). *Influence of helical pitch and gantry rotation time on image quality and file size in ultrahigh-resolution photon-counting detector CT*. *Scientific Reports*, 14(1), 9358.
- Gariani, J., Martin, S. P., Botsikas, D., Becker, C. D., & Montet, X. (2018). *Evaluating the effect of increased pitch, iterative reconstruction and dual source CT on dose reduction and image quality*. *The British journal of radiology*, 91(1088), 20170443.
- Husnah, K., Murtala, B., Asriyani, S., Zainuddin, A. A., Mustamir, N., & Latief, N. (2019). Prediksi Prognosis Penderita Trauma Kapitis Berdasarkan Gambaran CT scan Kepala. *Jurnal Kedokteran Brawijaya*, 30(4), 297-301.

- Kartikasari, A. I., Ningtyas, Y. F., & Sofiyana, R. (2015). Estimasi Dosis Efektif Pemeriksaan Crescan Kepala Non Kontras Pada Kasus Cva Dengan Menggunakan CT Scan 128 Slice Terhadap Perubahan Scan Length Di Unit Radiologi Igd RSUD Dr. Soetomo Surabaya (Doctoral dissertation, Universitas Airlangga).
- Latifah, R., Jannah, N. Z., Nurdin, D. Z., & Budi, P. (2019). *Determination of local diagnostic reference level (ldl) pediatric patients on ct head examination based on size-specific dose estimates (ssde) values*. *Journal of Vocational Health Studies*, 2(3), 127-13.
- Netter, F. H. (2022). *Netter Atlas of Human Anatomy: Classic Regional Approach-Ebook*. Elsevier Health Sciences.
- Nurhayati, A. Y., Nariswari, N. N., Rahayuningsih, B., & Hariadi, Y. C. (2019). Analisis Variasi Faktor Eksposi dan Ketebalan Irisan Terhadap CTDI dan Kualitas Citra Pada Computed Tomography Scan. Berkala Sainstek, 7(1), 7-12.
- Nurmajila, N., Jeniyanthi, N. P. R., & Sukadana, I. K. (2024). *Analysis Of The Effect Of Pitch Value Variation On Image Quality And Examination Time Using A Water Phantom On Head CT Scan Examination Protocol At Ibnu Sina Islamic Hospital Pekanbaru*. Jurnal Ilmu Kesehatan dan Gizi, 2(1), 77-84.
- Raman, S. P., Mahesh, M., Blasko, R. V., & Fishman, E. K. (2013). *CT scan parameters and radiation dose: practical advice for radiologists*. *Journal of the American College of Radiology*, 10(11), 840-846.
- Ranallo, F. N., & Szczykutowicz, T. (2015). *The correct selection of pitch for optimal CT scanning: avoiding common misconceptions*. *Journal of the American College of Radiology*, 12(4), 423-424.
- Silmi, N., & Radioterapi, A. T. R. D. Studi Kasus Pemeriksaan CT Scan Kepala Emergency.
- Virgin, Y. A., Astina, I. K. Y., & Pratista, S. (2023). Estimasi nilai dosis radiasi pada pemeriksaan CT Scan Kepala Dewasa Non Kontras berdasarkan nilai CTDI dan DLP di Instalasi Radiologi RS TK II Pelamonia. Nautical: Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia, 2(4).