

## Analisis Pemeriksaan MSCT Cardiac Triple Rule Out pada Kasus Aneurisma Aorta Ascenden dengan Protokol Flash ECG Gating di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pusat Jantung Nasional Harapan Kita Jakarta

### ***Analysis of MSCT Cardiac Triple Rule Out Examination in Cases of Ascendent Aorta Aneurysm with Flash ECG Gating Ptotocol in Radiology Installation of Harapan Kita National Hearth Center Hospital Jakarta***

**Ningrum Herawati** <sup>1\*</sup>

**I Made Lana Prasetya** <sup>2</sup>

**Ni Putu Mira Kristin K** <sup>3</sup>

AKTEK Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali, Denpasar, Bali, Indonesia

\*email: [heradera36@gmail.com](mailto:heradera36@gmail.com)

#### **Abstrak**

Aneurisma aorta ascendens merupakan kondisi serius yang membutuhkan diagnosis cepat dan akurat. MSCT Cardiac Triple Rule Out dengan protokol Flash ECG Gating telah digunakan sebagai metode diagnostik untuk evaluasi simultan terhadap aorta, arteri koroner, dan arteri pulmonalis pada pasien dengan nyeri dada akut. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi teknik pemeriksaan, serta kelebihan dan kekurangan MSCT Cardiac Triple Rule Out dalam mendeteksi aneurisma aorta ascendens di Instalasi Radiologi RS Pusat Jantung Nasional Harapan Kita Jakarta. Metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif deskriptif dengan pendekatan studi kasus. Penelitian dilakukan pada lima pasien yang menjalani pemeriksaan MSCT Cardiac Triple Rule Out. Data diperoleh melalui observasi langsung, wawancara dengan radiografer dan dokter spesialis, serta dokumentasi hasil pemeriksaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa protokol Flash ECG Gating mampu meminimalkan artefak gerakan jantung, sehingga menghasilkan gambar yang lebih jelas dan detail, terutama untuk evaluasi aorta ascendens. Teknik ini dinilai sangat efektif dalam mengurangi waktu diagnosis dengan mengevaluasi beberapa struktur kardiovaskular secara bersamaan, yang sangat penting untuk pasien dengan kondisi kardiovaskular kompleks. Namun, beberapa kendala yang ditemui meliputi persiapan pasien yang rumit, seperti pengaturan tekanan darah dan penggunaan beta-blocker, serta dosis radiasi dan media kontras yang memerlukan pemantauan ketat. Kesimpulannya, teknik MSCT Cardiac Triple Rule Out dengan Flash ECG Gating adalah metode yang efisien dan akurat dalam mendeteksi aneurisma aorta ascendens. Disarankan agar fasilitas kesehatan lebih sering menerapkan teknik ini, serta memberikan pelatihan berkelanjutan kepada tenaga medis untuk meningkatkan kualitas pemeriksaan dan keamanan pasien.

#### **Kata Kunci:**

Aneurisma Aorta Ascenden  
MSCT Cardiac Triple Rule Out  
Flash ECG Gating  
Artefak Gerakan Jantung  
Diagnosis Kardiovaskular

#### **Keywords:**

Ascending Aortic Aneurysm  
MSCT Cardiac Triple Rule Out  
Flash ECG Gating  
Heart Motion Artifacts  
Cardiovascular Diagnosis

#### **Abstract**

Ascending aortic aneurysm is a serious condition that requires fast and accurate diagnosis. MSCT Cardiac Triple Rule Out with the Flash ECG Gating protocol has been used as a diagnostic method to simultaneously evaluate the aorta, coronary arteries, and pulmonary arteries in patients with acute chest pain. This study aims to evaluate the imaging technique, along with the advantages and disadvantages of MSCT Cardiac Triple Rule Out in detecting ascending aortic aneurysms at the Radiology Department of RS Pusat Jantung Nasional Harapan Kita Jakarta. The research employed a qualitative descriptive method with a case study approach. The study involved five patients who underwent MSCT Cardiac Triple Rule Out examinations. Data were collected through direct observation, interviews with radiographers and specialists, and documentation of imaging results. The results show that the Flash ECG Gating protocol effectively minimizes heart motion artifacts, producing clearer and more detailed images, especially for the evaluation of the ascending aorta. This technique is considered highly effective in reducing diagnosis time by evaluating multiple cardiovascular structures simultaneously, which is crucial for patients with complex cardiovascular conditions. However, some challenges include complex patient preparation, such as blood pressure management and beta-blocker administration, as well as radiation dose and contrast media monitoring, which require careful oversight. In conclusion, the MSCT Cardiac Triple Rule Out technique with Flash ECG Gating is an efficient and accurate method for detecting ascending aortic aneurysms. It is recommended that healthcare facilities increase the use of this technique and provide continuous training for medical personnel to improve the quality of examinations and patient safety.



## PENDAHULUAN

Computed Tomography Scanning (CT Scan) merupakan modalitas pencitraan diagnostik pertama yang mampu menghasilkan citra penampang lintang atau irisan (slices) bagian dalam tubuh dengan memanfaatkan teknologi komputer dan sinar-X. (Wahyuni and Amalia 2022) Teknik pencitraan CT Scan dari tahap memacarkan berkas sinar-X mengitari objek. Objek tubuh manusia tersusun dari berbagai komposisi dan densitas jaringan berbeda. Sinar-X setelah melewati objek mengalami transmisi (penerusan) dan atenuasi (pelemahan) hingga ditangkap oleh detektor. Detektor mengubah berkas sinar-X menjadi sinyal listrik, selanjutnya data diubah kedalam bentuk digital oleh Analog Digital Converter. Kemudian data tersebut dikirim ke komputer dan melalui proses rekonstruksi untuk menampilkan citra tampang melintang. (Akbar Alipoura 2018)

Salah satu pemeriksaan yang bisa diagnosis oleh alat CT Scan adalah Aneurisma. Aneurisma aorta ascendens adalah kondisi medis serius di mana terjadi pelebaran atau pembengkakkan abnormal pada bagian ascendens dari aorta akibat melemahnya dinding arteri. Faktor risiko utama termasuk aterosklerosis, hipertensi, riwayat keluarga, serta kondisi genetik seperti sindrom Marfan dan sindrom Ehlers-Danlos. Patofisiologi Aneurisma ini melibatkan pelemahan struktur tiga lapisan dinding arteri yang memungkinkan tekanan darah menyebabkan dinding arteri menggelembung. Komplikasi serius yang dapat timbul meliputi diseksi aorta, ruptur aorta, dan masalah jantung lainnya. Menurut data dari Rumah Sakit Harapan Kita, prevalensi penyakit kardiovaskular termasuk Aneurisma aorta masih tinggi di Indonesia. Kondisi ini memerlukan perhatian khusus karena risiko pecahnya Aneurisma yang dapat berakibat fatal (Nasihah 2020).

Aorta merupakan pembuluh saluran besar yang melalui jantung mengalirkan darah ke seluruh tubuh. Aliran darah ini mengalir dari jantung melewati dada dan perut dan akhirnya bercabang dua menjadi Commonac Artery

(CIA) di perut sedangkan di thoraks, aorta terbagi menjadi tiga segmen yaitu: ascending aorta (dari dasar jantung ke arteri innominate), aortic arch (termasuk pada pembuluh besar darah dan meluas ke arteri subklavia kiri), dan descending aorta (dan tepi distal arteri subklavia hingga tingkat diafragma). (Kriharyanti 2020)

Presentasi klinis Aneurisma aorta yang terjadi di Rumah Sakit Pusat Jantung Nasional Harapan Kita Jakarta diantaranya meliputi dari Aneurisma aorta toraks (TAA) (60%), diikuti oleh Aneurisma aorta desenden (30%) dan arcus aorta (10%), sedangkan 10% sisanya adalah Aneurisma toraks- Aneurisma abdominalis. TAA didefinisikan sebagai dilatasi bagian aorta ascendens yang mempengaruhi segmen antara katup aorta dan cabang brakiosefalika, menghasilkan diameter pembuluh darah yang membesar 1,5 kali lebih besar dari diameter aslinya. Aorta ascendens dengan diameter antara 1,1 dan 1,5 kali ukuran aslinya dianggap melebar. (Kriharyanti 2020)

Perkembangan kasus Aneurisma di aorta dimulai dengan tekanan darah tinggi, yang meningkatkan gelombang tekanan darah terhadap dinding aorta. Adanya penyakit aterosklerotik juga menyebabkan dinding aorta kehilangan elastisitasnya yang berarti kemampuannya untuk melebar dan menyusut seiring dengan setiap gelombang tekanan darah yang dipicu oleh detak jantung menurun. Akhirnya, membran elastis dan otot polos di dalam dinding aorta memburuk dan diameter pembuluh darah membekuk. (Darmawati 2019)

Triple Rule Out (TRO) Computed Tomography (CT) dapat memberikan evaluasi terhadap arteri koroner, aorta, arteri pulmonalis, dan struktur intrathoracic yang berdekatan untuk pasien yang mengalami nyeri dada akut dengan biaya yang efektif. Obat Beta-blocker secara langsung dapat diberikan pada pasien yaitu 1 jam sebelum pengambilan gambar untuk menurunkan detak jantung. (Ayaram et al. 2013) Pengambilan gambar dimulai dari batas inferior clavicular head tepat di atas

arcus aorta. Pengambilan gambar dari batas inferior clavicular head dan jantung. (Ayaram et al. 2013) Pengambilan gambar dengan mode sequence atau spiral menggunakan prosedur CT scan. Time to peak (TTP) 2 detik: digunakan untuk delay TRO CT. Protokol injeksi yang digunakan yaitu protokol biphasic yang berfungsi untuk mengoptimalkan enhance arteri koroner dan pulmonalis untuk TRO CT. (Ayaram et al. 2013)

Pesawat DSCT yang dapat digunakan untuk pemeriksaan jantung sudah dilengkapi dengan Electrocardiography Gating (ECG). Teknik tersebut digunakan untuk meningkatkan temporal resolusi dan meminimalkan artefak yang disebabkan oleh pergerakan jantung. Ada dua cara yang digunakan untuk ECG yaitu prospektif ECG triggering dan retrospektif ECG gating. Gerak jantung setidaknya terjadi selama diastol, ketika ventrikel secara pasif mengisi. Prospektif ECG triggering menggunakan sinyal ECG untuk mengontrol scanning sehingga sinar-X yang dihasilkan dan data proyeksi yang diperoleh hanya selama diastol jantung. (Ayaram et al. 2013)

Meskipun penelitian sebelumnya telah menunjukkan efektivitas MSCT Cardiac TRO dalam mendeteksi penyakit arteri koroner, diseksi aorta, dan emboli paru, ada sedikit informasi yang tersedia tentang keakuratan dan kegunaan metode ini dalam mendeteksi Aneurisma aorta ascendens. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi keakuratan dan kegunaan MSCT Cardiac TRO dengan protokol Flash ECG Gating dalam mendeteksi Aneurisma aorta ascendens, sehingga dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap manajemen pasien dengan nyeri dada akut dan Aneurisma aorta ascendens. (Gallagher and Raff 2008)

Dalam pelaksanaannya ada komplain dari radiolog mengenai hasil gambar di daerah aorta ascendens dan root aorta yang terdapat artefak karena pulsasi (gerakan jantung) dikarenakan sebelumnya tidak memakai ECG Gating sehingga bisa mengakibatkan kekeliruan dalam memberi interpretasi. (Putra, Yoselin, and Ngatung

2022) Setelah kejadian itu maka diterapkan dengan TRO dengan flash supaya bisa mendapatkan 3 gambaran enhancement sekaligus (pulmonal, aorta, coroner). (Putra et al. 2022) Pada Penelitian Hoffmann, U., et al. (2016) pemeriksaan dengan teknik TRO mendapatkan beberapa keuntungan yaitu pemeriksaan bisa dilakukan dengan singkat, membantu mengurangi artefak pada gambaran dan memungkinkan penggunaan bahan kontras yang lebih efisien. Pemeriksaan MSCT cardiac triple rule out pada kasus Aneurisma Aorta Ascending dengan protokol Flash Gating di Instalasi Radiologi RS Pusat Jantung Harapan Kita Jakarta bisa dibilang pemeriksaan yang baru diterapkan, Teknik ini baru mulai digunakan dari bulan Januari 2024 dengan intensitas pasien dalam seminggu kurang lebih hanya 3 kasus.

Tujuan penelitian ini Untuk mengetahui lebih dalam teknik pemeriksaan beserta kelebihan dan kekurangan dari pemeriksaan MSCT Cardiac Triple Rule Out pada kasus Aneurisma Aorta Ascending dengan protokol Flash Gating di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pusat Jantung Nasional Harapan Kita Jakarta.

## METODOLOGI

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif deskriptif dengan pendekatan studi kasus yang bertujuan untuk menganalisis pemeriksaan MSCT Cardiac Triple Rule Out pada kasus aneurisma aorta ascendens dengan menggunakan protokol Flash ECG Gating di Instalasi Radiologi RS Pusat Jantung Nasional Harapan Kita Jakarta. Penelitian ini dilaksanakan di lokasi tersebut dengan periode penelitian berlangsung dari Februari 2024 hingga Agustus 2024.

Sampel Penelitian ini menggunakan 5 pasien yang menjalani pemeriksaan MSCT Cardiac Triple Rule Out pada kasus Aneurisma Aorta Ascendens. Subjek penelitian ini adalah radiografer dan dokter spesialis yang terlibat dalam pemeriksaan MSCT Cardiac Triple Rule Out dengan protokol Flash ECG Gating, yaitu 3 radiografer yang memiliki pengalaman lebih dari lima

tahun dan terlibat dalam pemeriksaan MSCT, 2 dokter spesialis radiologi yang membuat interpretasi hasil pemeriksaan dan 1 dokter spesialis jantung yang mengirimkan permintaan pemeriksaan MSCT.

Instrumen penelitian yang digunakan meliputi observasi, wawancara, dan dokumentasi. Observasi dilakukan dengan mengamati langsung proses pelaksanaan pemeriksaan MSCT pada pasien aneurisma aorta ascendens. Wawancara dilakukan secara mendalam dengan para radiografer, dokter spesialis radiologi, dan dokter spesialis jantung untuk menggali informasi mengenai prosedur pemeriksaan, persiapan pasien, penggunaan alat, serta hasil pencitraan. Dokumentasi diperoleh dari pengumpulan hasil citra MSCT dan laporan interpretasi dari dokter spesialis radiologi.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil Wawancara dengan Radiografer**

Berdasarkan wawancara dengan radiografer, protokol yang digunakan dalam pemeriksaan MSCT Cardiac Triple Rule Out untuk kasus aneurisma aorta ascendens adalah Auto Flash ECG Gating. Protokol ini memungkinkan evaluasi aorta, arteri pulmonalis, dan arteri koroner secara simultan dalam satu pemeriksaan, yang penting untuk diagnosis pasien dengan nyeri dada akut.

### **Persiapan Pasien**

1. Pasien diinstruksikan untuk menjalani pengecekan fungsi ginjal (ureum, kreatinin, eGFR)
2. Pasien harus puasa selama kurang lebih 2 Jam
3. Mengecek tekanan darah dan Heart Rate, jika dimungkinkan pemberian beta blocker
4. Pemasangan IntraVena Line dengan abocath (20G, 22G)

### **Persiapan Alat dan Bahan**

Radiografer mengungkapkan bahwa alat yang digunakan adalah MSCT dual source yang kompatibel dengan

teknik Flash ECG Gating. Injector otomatis juga digunakan untuk pemberian media kontras selama prosedur. Alat ini memungkinkan pengaturan dosis radiasi yang menyesuaikan dengan kontur tubuh pasien. Selain itu juga mempersiapkan Media Kontras Hexion 350 sebanyak 1,5cc/kg.

### **Parameter Pemeriksaan**

1. Topogram : Panjang 700mm dari apex paru ke femoral
2. Pre Contras : Kv 80 – 120 auto Kv mAs 240 auto mAs Care dose 4d
3. Colimasi : 128 x 0,6mm
4. Slice thickness : 0,75mm
5. Post Contras : Bolus tracking – roi aorta ascendens 80 Hu kV 100-120 auto kV mAs 240 auto mAs Care dose 4d –
6. Rotation time : 0,28
7. Recon I : 3mm, Recon II: 3mm windows paru dan Recon III: 0,75mm windows mediastinum

### **Teknik Pemasukan Media Kontras**

Teknik yang digunakan biphasic dengan pembagian contrast syringe A dan NaCL syringe B. Menggunakan kontras jenis iodine merk hexiol 350mg I/ml dan jumlah kontras yang digunakan 1,5 cc/kg berat badan pasien.

### **Teknik Pengambilan Gambar**

Pasien ditempatkan dalam posisi feet first, dengan posisi referensi utama (CP) pada jegular notch. Sebelum pemeriksaan dimulai, dilakukan pemasangan ECG untuk memantau detak jantung pasien selama pemindaian, dan IV line disambungkan ke injector untuk pemberian media kontras. Pasien diberikan edukasi mengenai prosedur pemeriksaan dan aba-aba yang akan diberikan selama proses pemindaian berlangsung, guna memastikan pasien merasa nyaman dan siap mengikuti instruksi selama pemeriksaan. Langkah pertama

melibatkan pengaturan topogram yang mencakup area dari apex paru hingga aorta atau arteri common iliac, untuk menentukan cakupan area yang akan dipindai. Setelah itu, dilakukan pemindaian pre-kontras untuk evaluasi awal dengan teknik Flash pre-kontras.

Selanjutnya, dilakukan pengaturan pre-monitoring scan dengan menggunakan teknik bolus tracking untuk memantau distribusi media kontras. Pemindaian pre-monitoring dilakukan untuk memastikan lokasi yang tepat. ROI (Region of Interest) ditentukan pada aorta ascendens, yang merupakan titik kunci dalam pemindaian ini. Flowrate media kontras diatur sekitar 4-5 ml/s dengan pressure limit 250-300 psi, dan pemicu otomatis (auto trigger HU) ditetapkan pada 80 HU untuk memastikan media kontras mencapai target area. Setelah semua persiapan selesai, dilakukan pemindaian anglogram menggunakan metode Flash ECG Gating untuk menghasilkan gambar yang jelas dengan minimal artefak gerakan jantung. Setelah pemindaian selesai, hasil scan dievaluasi untuk memastikan kualitas gambar yang optimal dan memenuhi kriteria diagnostik yang diharapkan.

### **Hasil Wawancara dengan Dokter Spesialis Radiologi**

#### **Teknik Penentuan Delay**

Dokter radiologi menyebutkan bahwa penentuan delay pada prosedur ini penting untuk memastikan gambar optimal yang mencakup seluruh struktur penting, seperti aorta, arteri koroner, dan arteri pulmonalis. Teknik ini bertujuan untuk menghasilkan gambar dengan interpretasi yang jelas, terutama dalam mendeteksi aneurisma aorta ascendens.

#### **Kriteria hasil Gambar**

Dokter spesialis radiologi mengonfirmasi bahwa hasil pemeriksaan MSCT Cardiac Triple Rule Out pada kasus aneurisma aorta ascendens telah sesuai dengan permintaan dari dokter spesialis jantung. Pemeriksaan ini memberikan informasi yang diperlukan untuk

menegakkan diagnosis yang tepat. Hasil pencitraan dinyatakan optimal dalam memberikan informasi yang diperlukan untuk diagnosis. Dengan menggunakan protokol Flash ECG Gating, gambar yang dihasilkan memungkinkan evaluasi yang akurat terhadap aorta, arteri koroner, dan arteri pulmonalis, serta memastikan diagnosis yang cepat dan tepat. Teknik MSCT Cardiac Triple Rule Out sangat efektif dalam mengevaluasi aneurisma aorta ascendens. Dokter spesialis radiologi menyatakan bahwa teknik ini memungkinkan evaluasi anatomi aorta dengan rinci dan dapat ditambah dengan ECG Gating untuk mengevaluasi arteri koroner dengan lebih baik.

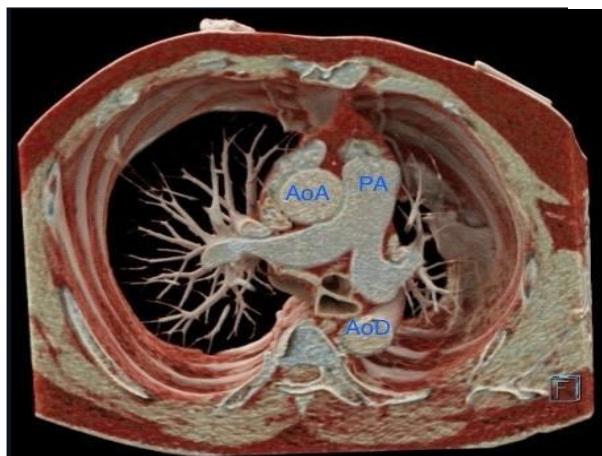
### **Hasil Wawancara dengan Dokter Spesialis Jantung**

#### **Hasil Gambar**

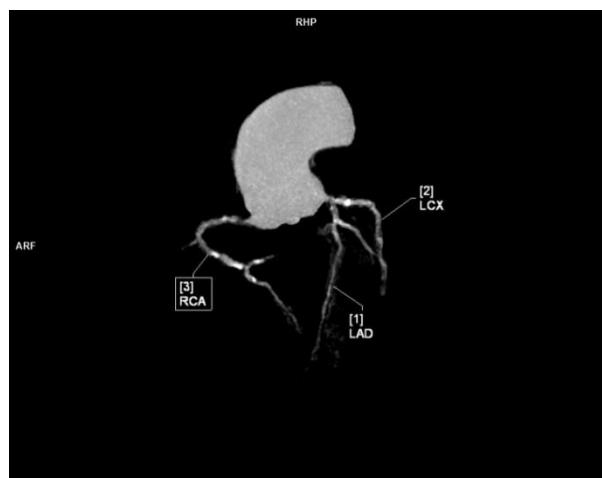
Dokter spesialis jantung mengonfirmasi bahwa hasil pemeriksaan MSCT Cardiac Triple Rule Out pada kasus aneurisma aorta ascendens sudah sesuai dengan permintaan klinis. Pemeriksaan ini memberikan informasi yang akurat dan lengkap untuk membantu dalam menegakkan diagnosis yang diperlukan. Hasil pencitraan yang dihasilkan dari pemeriksaan MSCT Cardiac Triple Rule Out dinilai telah memberikan informasi yang optimal untuk diagnosis. Teknik Flash ECG Gating membantu menghasilkan gambar yang jelas dan bebas artefak, yang memungkinkan evaluasi yang lebih rinci terhadap aorta, arteri koroner, dan arteri pulmonalis.

#### **Efektivitas Teknik dan Keuntungan TRO**

Teknik ini sangat efektif dalam menangani pasien dengan gejala aneurisma aorta ascendens dan memungkinkan evaluasi menyeluruh terhadap aorta, arteri koroner, dan arteri pulmonalis. Keuntungannya terletak pada kemampuan untuk mengevaluasi beberapa struktur kardiovaskular sekaligus dalam satu kali pemeriksaan.



**Gambar I.** Potongan Axial pada Aorta



**Gambar II.** Cabang Coroner



**Gambar III.** 3D Aorta

## Pembahasan

Penggunaan protokol Auto Flash ECG Gating pada MSCT Cardiac Triple Rule Out telah diakui sebagai metode yang efektif dalam meminimalkan artefak akibat gerakan jantung. Ini sangat penting dalam kasus aneurisma aorta ascendens, di mana gambar yang jelas diperlukan untuk evaluasi menyeluruh terhadap aorta, arteri pulmonalis, dan arteri koroner (Gallagher & Raff, 2008). Protokol ini juga meningkatkan efisiensi dalam menangani pasien dengan nyeri dada akut, karena memungkinkan diagnosis multi-aspek dalam satu kali pemindaian (Hoffmann et al., 2016).

Persiapan pasien dengan pengecekan fungsi ginjal menunjukkan kepatuhan terhadap protokol keamanan. Media kontras diberikan dengan kontrol yang ketat menggunakan injector otomatis, yang memastikan dosis yang tepat dan pengaturan radiasi sesuai dengan kontur tubuh pasien, mengurangi risiko paparan radiasi berlebih (Ethan, 2009; Asaristiwa, 2018).

Penggunaan Flash ECG Gating membantu mengurangi artefak yang disebabkan oleh gerakan jantung, memastikan kualitas gambar yang tinggi. Penentuan delay yang tepat sangat penting untuk memastikan gambar yang optimal, terutama dalam hal memvisualisasikan aorta, arteri koroner, dan arteri pulmonalis. Delay yang salah dapat menyebabkan gambar yang buram atau hilangnya informasi penting, terutama dalam deteksi aneurisma aorta atau penyumbatan arteri. Dengan penentuan delay yang tepat, teknik ini dapat memberikan gambar yang berkualitas tinggi dan mendukung keputusan klinis yang lebih akurat (Hoffmann et al., 2016).

Teknik MSCT Cardiac Triple Rule Out dengan Flash ECG Gating sangat efektif dalam evaluasi anatomi aorta ascendens. Dokter menyebutkan bahwa teknik ini memberikan informasi anatomi yang rinci, terutama ketika ditambah dengan ECG Gating untuk mengevaluasi arteri koroner. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa teknik

ini mampu memberikan evaluasi menyeluruh terhadap tiga struktur kardiovaskular utama, yaitu aorta, arteri pulmonalis, dan arteri koroner, dalam satu kali pemeriksaan (Asaristiwa, 2018).

Keuntungan utama dari teknik ini dibandingkan dengan teknik pencitraan lainnya adalah kemampuannya untuk mengevaluasi beberapa struktur penting sekaligus. Selain memvisualisasikan aneurisma aorta ascenden, teknik ini juga dapat mengevaluasi kelainan pada arteri koroner dan pulmonalis, yang mungkin tidak terdeteksi dengan metode konvensional yang hanya berfokus pada satu struktur (Ethan, 2009). Hal ini memungkinkan pemeriksaan diagnostik yang lebih cepat dan menyeluruh, terutama pada pasien dengan nyeri dada akut atau gejala aneurisma aorta ascenden.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang bertujuan untuk mengeksplorasi teknik pemeriksaan MSCT Cardiac Triple Rule Out pada kasus aneurisma aorta ascenden dengan protokol Flash ECG Gating di Instalasi Radiologi RS Pusat Jantung Nasional Harapan Kita Jakarta, dapat disimpulkan bahwa teknik ini memberikan hasil pencitraan yang akurat dan komprehensif. Flash ECG Gating terbukti sangat efektif dalam meminimalkan artefak gerakan jantung, yang penting untuk evaluasi rinci terhadap aorta, arteri koroner, dan arteri pulmonalis. Keunggulan utama dari teknik ini adalah kemampuannya dalam mengurangi waktu diagnosis dengan mengevaluasi beberapa struktur penting secara bersamaan, yang sangat penting pada pasien dengan nyeri dada akut atau kondisi kardiovaskular yang kompleks. Selain itu, Flash ECG Gating meningkatkan kualitas gambar dengan meminimalkan artefak yang disebabkan oleh gerakan jantung, mendukung interpretasi klinis yang lebih akurat. Namun, teknik ini memerlukan persiapan pasien yang cukup rumit, seperti pengaturan tekanan darah dan penggunaan beta-blocker untuk mengontrol detak jantung. Dosis radiasi dan

penggunaan media kontras yang signifikan juga memerlukan pemantauan ketat, terutama pada pasien dengan risiko gangguan ginjal. Meskipun demikian, manfaat teknik MSCT Cardiac Triple Rule Out dengan Flash ECG Gating jauh lebih besar daripada kekurangannya, terutama dalam meningkatkan akurasi diagnosis dan mempercepat proses pengambilan keputusan klinis. Fasilitas kesehatan disarankan untuk lebih sering menerapkan teknik ini, terutama pada pasien dengan nyeri dada akut atau kondisi kardiovaskular kompleks. Pelatihan berkelanjutan bagi radiografer dan tenaga medis juga sangat penting untuk memastikan kualitas gambar yang optimal. Persiapan pasien harus dioptimalkan, terutama dalam pengecekan fungsi ginjal dan pengelolaan media kontras, guna mengurangi risiko komplikasi. Meskipun protokol ini telah dirancang untuk meminimalkan dosis radiasi, disarankan agar terus dilakukan pengembangan untuk mengurangi paparan radiasi lebih lanjut. Penelitian tambahan diperlukan untuk memperluas penerapan teknik ini pada kondisi kardiovaskular lain dan membandingkan efektivitasnya dengan modalitas pencitraan lain.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan apresiasi yang sebesar-besarnya kepada Rumah Sakit Pusat Jantung Nasional Harapan Kita atas izin yang diberikan untuk melaksanakan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam mendukung penelitian ini. Penghargaan khusus ditujukan kepada Bapak I Made Lana Prasetya atas bimbingannya yang sangat berharga hingga penelitian ini dapat diselesaikan.

## REFERENSI

Akbar Alipoura, Zeliha Soran-Erdema, I., Mustafa Utkura, Vijay Kumar Sharmaa, c., Oktay Algina, b., Emine Ulku Saritasa, d, Hilmi Volkan Demir. 2018. "TEORI CT Scan." Magnetic Resonance Imaging 16–24.

Asaristiwa, F. A. 2018. Analisis Prosedur Pemeriksaan DSCT Cardiac Triple Rule Out Pediatrik pada Kasus Coarctation Aorta di Instalasi Radiologi RS Siloam Kebun Jeruk Jakarta. Jurnal Radiologi Indonesia, 40(2), 78-89.

Ayaram, David, M. Fernanda Bellolio, M. Hassan Murad, Torrey A. Laack, Annie T. Sadosty, Patricia J. Erwin, Judd E. Hollander, Victor M. Montori, Ian G. Stiell, and Erik P. Hess. 2013. "Triple Rule-out Computed Tomographic Angiography for Chest Pain: A Diagnostic Systematic Review and Meta-Analysis." Academic Emergency Medicine 20(9):861–71. doi: 10.1111/acem.12210.

Boxt, L. M. 2015. Coronary Artery Disease Imaging with MDCT: Current Status and Future Prospects. Radiology, 236(3), 638-648.

Budoff, M. J. 2010. Diagnostic Accuracy of Non-Invasive Coronary Angiography Using Multislice CT. Journal of the American College of Cardiology, 55(3), 2604-2610.

Darmawati, Sri. 2019. "Penentuan Golongan Darah Sistem Abo Dengan Serum Dan Reagen Anti-Sera Metode Slide." Gaster 17(1):77. doi: 10.30787/gaster.v17i1.330.

Ethan, W. 2009. Advanced Imaging Techniques for Aortic Dissection and Aneurysm. International Journal of Cardiovascular Imaging, 29(2), 245-251.

Gallagher, M. J., & Raff, G. L. 2008. Use of Multislice CT for the Evaluation of Emergency Room Patients with Chest Pain: The So-Called Triple Rule-Out. Journal of Cardiac Imaging, 25(3), 102-112.

Gallagher, Michael J., and Gilbert L. Raff. 2008. "Use of Multislice CT for the Evaluation of Emergency Room Patients with Chest Pain: The so-Called 'Triple Rule-Out.'" Catheterization and Cardiovascular Interventions 71(1):92–99. doi: 10.1002/ccd.21398.

Hoffmann, U., 2016. Triple Rule Out: MSCT Imaging for Combined Evaluation of Coronary Artery Disease, Aortic Dissection, and Pulmonary Embolism. Clinical Radiology, 71(9), 786-794.

Johnson, T. R. 2011. State-of-the-Art Imaging Techniques in Cardiac Radiology. Journal of Thoracic Imaging, 26(2), 128-139.

Kriharyanti, dwi dan sasongkowati retro. 2020. "Journal of Indonesian Medical Laboratory and Science." 1(1):76–90.

McCollough, C. H., & Primak, A. N. 2013. Optimizing Radiation Dose in Cardiovascular Imaging: Techniques and Challenges. Circulation: Cardiovascular Imaging, 6(3), 491-499.

Nasihah, Lulu Durotun. 2020. "Konsep Dasar Patologi Dan Patofisiologi." 2(190711139).

Putra, calvin linardi, Michele Yoselin, and Robert Noldy Ngatung. 2022. "Stenosis Aorta Dengan Komplikasi Gagal Jantung." Jurnal Medika Hutama 03(01):402–6.

Shuman, W. P. 2012. Reducing Radiation Dose in Cardiac CT with ECG-Based Tube Current Modulation. American Journal of Roentgenology, 199(1), W145-W151.

Vanhoenacker, P. K., & Heijenbrok, M. W. 2009. The Role of Imaging in Diagnosing Aneurysms. European Radiology, 19(4), 623-634.