



## **Penerapan Algoritma *Adaptive Iterative Dose Reduction 3D* (AIDR 3D) dalam Meningkatkan Kualitas Citra pada Pemeriksaan CT Coronary Angiography**

Alfisna Fajru Rohmah<sup>1</sup>, Bagus Abimanyu<sup>2</sup>, Edy Susanto<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Poltekkes Kemenkes Semarang, Indonesia

Corresponding author: Alfisna Fajru Rohmah  
Email: [alfisnafajrurohmah@gmail.com](mailto:alfisnafajrurohmah@gmail.com)

### **ABSTRACT**

**Background:** CT Coronary Angiography (CTCA) is a non-invasive imaging modality with a high spatial and temporal resolution to diagnose coronary vascular disease. FBP (Filtered Back Projection) has limitations in improving image quality, so iterative reconstruction is used on CTCA. *Adaptive Iterative Dose Reduction* (AIDR 3D) is one of the iterative reconstructions developed by Toshiba, which has three levels of strength: mild, standard, and strong. The study aimed to explain the application of AIDR 3D in improving image quality on CTCA examination.

**Methods:** This research is descriptive with a literature study approach, using articles from NCBI, Science Direct, and Google Scholar. The keywords used are CT Coronary Angiography, AIDR 3D, and Image Quality. The articles obtained are reduced based on inclusion and exclusion criteria so that seven relevant articles are conducted for extraction.

**Results:** The results showed that AIDR 3D could improve the quality of CTCA images with the most significant percentage in AIDR 3D strong by reducing noise 18-46.1% and increasing SNR 21-84.7% and CNR 21-82.2%.

**Conclusions:** The application of AIDR 3D strong in obese patients with CTCA is good to use with standard kVp and 250-450 mA without increasing mA so that it does not increase the dose. AIDR 3D strong can also be used in patients with normal body mass with tube current adjusted according to the patient's body mass if there is no indication on the right coronary artery. AIDR 3D standard can be used in overweight patients and normal body mass.

**Keyword:** AIDR 3D; CT Coronary Angiography; Image Quality.

### **Pendahuluan**

Jantung terdiri atas empat ruang, yaitu atrium kanan, ventrikel kanan, atrium kiri, dan ventrikel kiri (Madden, 2013). Pada jantung, terdapat arteri coronaria yang terbagi menjadi dua yaitu *Right Coronary Artery* (RCA) dan *Left Coronary Artery* (LCA). *CT Coronary Angiography* (CTCA) merupakan modalitas pencitraan non-invasif yang kuat dengan resolusi spasial dan temporal yang tinggi yang memungkinkan diagnosis yang akurat atau pengecualian penyakit arteri coronaria (Tatsugami dkk., 2012). CTCA salah satunya membantu mengidentifikasi *plaque* yang mempersempit jalannya aliran darah.

Pada CTCA memiliki keterbatasan yaitu paparan radiasi yang dihasilkan tinggi. Penggunaan scan helical dengan ECG retrospektif standar pada CTCA menghasilkan dosis efektif sekitar 9–21 mSv dibandingkan angiografi *catheter coronary*

*angiography* rutin yaitu sekitar 2-10 mSv. Pemeriksaan CT scan dengan dosis 10 mSv dapat meningkatkan mortalitas kanker sekitar satu dari 2000 kasus terutama untuk kanker paru-paru dan untuk wanita penderita kanker payudara yang masih muda (Machida dkk., 2015). Meskipun dosis radiasi pada CTCA tinggi, manfaat pencitraan CT scan lebih besar daripada risikonya bagi pasien. Optimalisasi dalam pengurangan dosis pasien juga harus sesuai dengan ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*) tetapi dengan tetap mempertahankan kualitas citra diagnostik yang optimal.

Upaya dalam pengurangan dosis radiasi dengan melakukan penurunan faktor eksposi dapat menyebabkan peningkatan *noise* dan penurunan kualitas citra. Selain keterbatasan tersebut, pemeriksaan CTCA juga memiliki kekurangan pada resolusi spasial, resolusi temporal, resiko

media kontras, dan artefak (Machida dkk., 2015). Oleh karena itu, teknik pencitraan baru dikembangkan untuk dapat mengatasi keterbatasan dari pemeriksaan CTCA.

Teknik pencitraan berupa rekonstruksi algoritma standar yang sering digunakan pada CT scan yaitu *Filtered Back Projection* (FBP). Teknik FBP menghasilkan citra berkualitas tinggi dengan waktu komputasi yang cepat (Anam dkk., 2019). Di sisi lain, algoritma FBP memiliki beberapa keterbatasan yaitu pada *noise* dan artefak (Seeram, 2016). Rekonstruksi ini kurang mampu dalam mereduksi *noise* sehingga tidak optimal dalam menghasilkan kualitas citra yang baik.

Alternatif dari teknik rekonstruksi FBP yaitu rekonstruksi iteratif juga dapat digunakan pada CT scan. Rekonstruksi iteratif telah dikembangkan untuk mengatasi kekurangan FBP. Penggunaan rekonstruksi iteratif menghasilkan penurunan *noise* citra sehingga memungkinkan akuisisi primer dengan penurunan tegangan tabung dan arus tabung dengan tetap mempertahankan kualitas citra diagnostik pada CTCA (Nikolaou & Bamberg, 2019). Keuntungan rekonstruksi iteratif dibandingkan dengan FBP yaitu resolusi spasial yang lebih tinggi dan *noise* citra yang lebih rendah dengan ketahanan yang lebih besar untuk berbagai artefak (Machida dkk., 2015).

Pada CT scan terdapat berbagai teknik rekonstruksi iteratif dengan nama yang berbeda pada setiap vendor-nya, di antaranya ASIR (*Adaptive Statistical Iterative Reconstruction*) oleh GE Healthcare, IRIS (*Iterative Reconstruction in Image Space*), SAFIRE (*Sinogram Affirmed Iterative Reconstruction*) dan ADMIRE (*Advance Modeled Iterative Reconstruction*) oleh Siemens Healthcare, serta AIDR 3D (*Adaptive Iterative Dose Reduction 3D*) oleh Toshiba (Nikolaou & Bamberg, 2019).

Teknik rekonstruksi iteratif yang dikembangkan oleh *Toshiba Medical System* yaitu *Adaptive Iterative Dose Reduction 3D* (AIDR 3D) (Angel, 2012). AIDR 3D adalah teknologi rekonstruksi iteratif yang terintegrasi oleh *Automatic Control Exposure* (AEC). Pada AIDR 3D terdapat tiga perbedaan level kekuatan yaitu *mild*, standar, dan *strong*. Level kekuatan *mild* memiliki kemampuan iteratif paling kecil dan *strong* memiliki kemampuan iteratif yang paling besar (Weir & Williams, 2013). Berdasarkan Geyer dkk (2015), algoritma rekonstruksi AIDR 3D didasarkan pada rekonstruksi iteratif yang dilakukan tidak hanya dalam domain rekonstruksi tetapi juga dalam domain *raw data*.

Rekonstruksi AIDR 3D mempertahankan informasi diagnostik, resolusi spasial, dan tekstur citra dengan menghilangkan *noise*, tidak hanya menghaluskannya (Angel, 2012). Kemampuan AIDR 3D dalam menurunkan *noise* berdampak terhadap SNR dan CNR yang dihasilkan. Berdasarkan Kim dkk (2014), AIDR 3D dapat meningkatkan SNR dan CNR dengan menurunkan *noise* citra. Peningkatan tersebut memberikan pengaruh terhadap resolusi spasial yang penting dalam kualitas citra pada upaya menekan dosis.

Penggunaan AIDR 3D diatur sebelum dilakukan *scanning* dan digunakan bersamaan dengan *SURE exposure*. *SURE exposure* membantu AIDR 3D dalam mengoptimalkan kualitas citra dengan menyesuaikan ukuran dan bentuk pasien serta memastikan citra diperoleh pada dosis serendah mungkin (Geleijns & Irwan, 2012). AIDR 3D dapat diterapkan secara rutin ke semua mode akuisisi klinis dan mampu menghilangkan *noise* citra hingga 50% dengan tetap mempertahankan kualitas citra serta menghasilkan pengurangan dosis hingga 75% (Geleijns & Irwan, 2012).

Kualitas citra CT scan biasanya dinilai berdasarkan *noise*, SNR, CNR, resolusi spasial, dan artefak pada citra yang diperoleh. Peningkatan kualitas citra tersebut sangat berguna dalam upaya mengurangi dosis pada pemeriksaan CTCA dengan tetap memberikan kualitas citra yang baik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penerapan AIDR 3D dalam meningkatkan kualitas citra pada pemeriksaan CTCA.

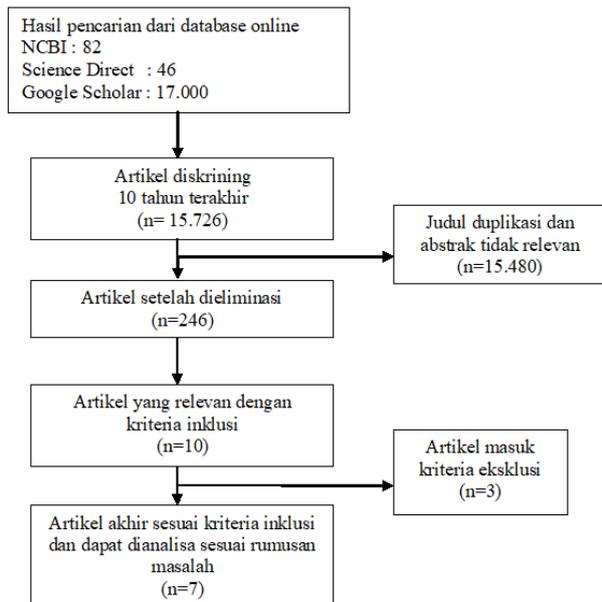
## Metode

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode deskriptif dengan pendekatan *literature review* dengan melakukan pencarian artikel pada NCBI, *science direct*, dan *google scholar* sesuai gambar 1. Pemilihan artikel direduksi dengan kriteria inklusi dan eksklusi. Adapun kriteria inklusi sebagai berikut:

1. Artikel minimal terindeks sinta.
2. Artikel diterbitkan pada rentang tahun 2013-2023
3. Semua jenis penelitian asli mengenai “CT Coronary Angiography”, “AIDR 3D”, dan “*Image Quality*.”

Kriteria eksklusi:

1. Artikel yang tidak dipublikasikan secara resmi.
2. Artikel dengan hasil penelitian yang tidak relevan.
3. Artikel berbentuk artikel *systematic review*.



**Gambar 1.** Bagan Alur Pencarian Artikel

Hasil akhir didapatkan sebanyak tujuh (7) artikel yang kemudian dilakukan kajian. Kata kunci yang digunakan yaitu “CT Coronary Angiography”, “AIDR 3D”, dan “Image Quality.”

### Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pencarian artikel pada database online yang ditentukan menggunakan kriteria inklusi dan eksklusi didapatkan tujuh (7) artikel yang disusun dalam tabel 1 sebagai berikut.

**Tabel 1.** Daftar Data Sekunder

No	Judul Artikel	Penulis
1.	<i>Evaluation of an integrated 3D-printed phantom for coronary CT angiography using iterative reconstruction algorithm.</i>	Abdullah dkk (2020)
2.	<i>Impact of iterative reconstruction vs. filtered back projection on image quality in 320-slice CT coronary angiograph.</i>	Fareed dkk (2017)
3.	<i>The impact of different levels of adaptive iterative dose reduction 3D on image quality of 320-row coronary CT angiography: a clinical trial.</i>	Feger dkk (2015)
4.	<i>Image quality and radiation dose of CT coronary angiography with automatic tube current modulation and strong adaptive iterative dose reduction three-dimensional (AIDR 3D).</i>	Shen dkk (2015)
5.	<i>Assessment of dose exposure and image quality in coronary angiography performed by 640-slice CT: a comparison between adaptive iterative and filtered back-projection algorithm by propensity analysis.</i>	Cesare dkk (2014)
6.	<i>Simulated 50% radiation dose reduction in coronary CT angiography</i>	Chen dkk (2013)

*using adaptive iterative dose reduction in three dimensions (AIDR 3D).*

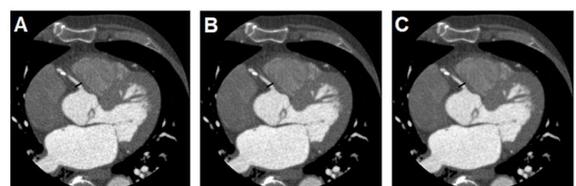
7. *Image quality of adaptive iterative dose reduction 3D of coronary CT geographyhy of 640-slice CT: comparison with filtered back-projection.* Yoo dkk (2013)

Artikel yang didapatkan kemudian dilakukan ekstraksi dan kajian mengenai hasil *noise*, SNR, CNR, kelebihan dan kekurangan AIDR 3D, serta penerapan AIDR 3D dalam meningkatkan kualitas citra CTCA.

### Noise pada hasil citra CT coronary angiografi dengan AIDR 3D mild, AIDR 3D standar, dan AIDR 3D strong

Berdasarkan 7 artikel, penerapan AIDR 3D pada pemeriksaan CT Coronary Angiography memberikan penurunan *noise* yang tinggi. Hal tersebut didukung dengan hasil penelitian tujuh artikel yang memberikan hasil penurunan *noise* menggunakan AIDR 3D dibandingkan tanpa AIDR 3D.

Penerapan AIDR 3D *strong* pada artikel Abdullah dkk (2020), Feger dkk (2015) dan Shen dkk (2015) memberikan reduksi *noise* tertinggi dan nilai *noise* terendah dibandingkan dengan AIDR 3D *mild* dan standar. Artikel Abdullah dkk (2020) dan Feger dkk (2015) juga memberikan hasil *noise* pada AIDR 3D standar yang lebih rendah dibandingkan dengan AIDR 3D *mild* tetapi lebih tinggi daripada AIDR 3D *strong* sedangkan AIDR 3D *mild* memberikan nilai *noise* yang paling tinggi dibandingkan dengan AIDR 3D standar dan AIDR 3D *strong* seperti gambar 2. Berdasarkan ketiga level kekuatan, AIDR 3D *strong* memberikan persentase reduksi *noise* terbesar yaitu sebesar 18 - 46,1%. AIDR 3D *strong* juga memberikan hasil citra yang lebih halus dibandingkan dengan citra tanpa AIDR 3D.



**Gambar 2.** Citra CTCA dengan AIDR 3D. (a) citra AIDR 3D *mild*, (b) AIDR 3D standar, (c) AIDR 3D *strong* (Feger dkk., 2015)

Penerapan AIDR 3D standar pada artikel Abdullah dkk (2020), Chen dkk (2013), Fareed dkk (2017), Feger dkk (2015), Shen dkk (2015), Yoo dkk (2013) memberikan penurunan *noise*.

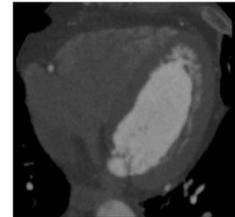
Penerapan AIDR 3D standar pada gambar 2 pada artikel Feger dkk (2015), masih tampak *noise* dan citra lebih kasar dibandingkan dengan AIDR 3D *strong*, tetapi tampak bahwa AIDR 3D standar sudah dapat menurunkan *noise* dibandingkan dengan AIDR 3D *mild*. Artikel Abdullah dkk (2020) dan Feger dkk (2015) memberikan hasil *noise* AIDR 3D standar yang lebih rendah dibandingkan dengan AIDR 3D *mild* tetapi lebih tinggi daripada AIDR 3D *strong*. Hasil yang sama pada artikel Chen dkk (2013), bahwa AIDR 3D standar sudah mampu menurunkan *noise* dan menghasilkan citra yang lebih halus dibandingkan tanpa menggunakan AIDR 3D sedangkan AIDR 3D *mild* pada artikel Abdullah dkk (2020) dan Feger dkk (2015), memberikan nilai *noise* yang lebih tinggi dibandingkan dengan AIDR 3D standar dan AIDR 3D *strong*.

Hal ini sejalan bahwa pengaturan AIDR 3D terdapat tiga level yang dapat dipilih, yaitu AIDR 3D *mild*, standar, dan *strong* yang memiliki perbedaan pada jumlah iterasi, di mana *noise* sangat dipengaruhi oleh jumlah iterasi. Iterasi yaitu pengulangan dalam melakukan koreksi citra. Jumlah iterasi lebih dari 45 akan menghasilkan citra dengan resolusi spasial dan reduksi *noise* yang lebih baik. Berdasarkan Anam dkk (2019), ketika jumlah iterasi meningkat maka resolusi spasial meningkat dan *noise* berkurang. Semakin meningkat level kekuatan AIDR 3D maka semakin meningkat jumlah iterasi sehingga berdampak terhadap kualitas citra. Level *mild* memiliki kekuatan pengurangan *noise* yang lebih rendah dibandingkan dengan level standar dan *strong*, begitu pun sebaliknya pada level kekuatan AIDR 3D *strong* dapat menurunkan *noise* lebih tinggi dibandingkan dengan level *mild* dan standar.

Menurut penulis, jumlah iterasi yang semakin meningkat dari AIDR 3D *mild* ke AIDR 3D *strong* memberikan dampak terhadap waktu scanning, semakin meningkat level kekuatan AIDR 3D maka waktu scanning akan semakin meningkat dan akan meningkatkan kemampuan reduksi *noise*. Kemampuan reduksi *noise* tersebut berbanding lurus dengan level kekuatan AIDR 3D yang digunakan. Di samping tingkat reduksi *noise* yang lebih tinggi, kemampuan level kekuatan *strong* dalam memberikan gambaran yang lebih halus dapat menghilangkan kejelasan pada anatomi atau patologi.

### **Signal to Noise Ratio (SNR) pada hasil citra CTCA dengan AIDR 3D *mild*, AIDR 3D *standard*, dan AIDR 3D *strong***

Berdasarkan 7 artikel, penerapan AIDR 3D pada pemeriksaan CTCA dapat memberikan peningkatan SNR. Hal ini didukung dengan hasil penelitian tujuh artikel yang memberikan hasil peningkatan SNR menggunakan AIDR 3D seperti gambar 3.



**Gambar 3.** Citra CTCA dengan AIDR 3D dan *SURE exposure* (Cesare dkk., 2014)

Pada gambar 3, penerapan AIDR 3D yang memberikan peningkatan SNR memberikan tampilan citra yang lebih alami dengan meningkatkan resolusi spasial yang dihasilkan tanpa *noise* yang berlebih. Artikel Abdullah dkk (2020), Feger dkk (2015) dan Shen dkk (2015), AIDR 3D *strong* memberikan peningkatan SNR tertinggi dibandingkan dengan AIDR 3D *mild* dan standar. Artikel Abdullah dkk (2020) dan Feger dkk (2015) juga memberikan SNR pada AIDR 3D standar yang lebih tinggi dibandingkan dengan AIDR 3D *mild* tetapi lebih rendah daripada AIDR 3D *strong* sedangkan AIDR 3D *mild* memberikan SNR paling rendah dibandingkan AIDR 3D standar dan AIDR 3D *strong*.

AIDR 3D *strong* pada artikel Feger dkk (2015) memberikan peningkatan SNR tertinggi. Persentase peningkatan SNR dari empat jurnal yang menggunakan AIDR 3D *strong* pada pemeriksaan CT memberikan persentase terbesar peningkatan SNR sebesar 21 – 84,7% hal ini lebih besar dibandingkan dengan persentase penggunaan AIDR 3D *mild* dan AIDR 3D standar.

AIDR 3D standar pada artikel Abdullah dkk (2020) dan Feger dkk (2015) memberikan SNR yang lebih tinggi dibandingkan AIDR 3D *mild* tetapi lebih rendah daripada AIDR 3D *strong*. Penerapan AIDR 3D pada artikel Cesare dkk (2014) juga memberikan peningkatan SNR dengan memberikan tampilan citra yang lebih alami dengan meningkatkan resolusi spasial yang dihasilkan tanpa *noise* yang berlebih.

AIDR 3D *mild* pada artikel Abdullah dkk (2020) dan Feger dkk (2015) memberikan nilai SNR paling rendah dibandingkan AIDR 3D

standar dan AIDR 3D *strong*. Artikel-artikel tersebut sesuai dengan Angel (2012) bahwa AIDR 3D dapat mempertahankan sinyal dan resolusi spasial. Peningkatan SNR menggunakan AIDR 3D dari tertinggi hingga terendah yaitu AIDR 3D *strong*, AIDR 3D *mild*, dan AIDR 3D standar.

Menurut penulis, peningkatan level kekuatan yang berdampak terhadap kemampuan reduksi *noise* akan memberikan hasil peningkatan SNR serta resolusi spasial pada hasil citra, semakin meningkat level kekuatan AIDR 3D yang digunakan maka *noise* akan berkurang sehingga memberikan nilai SNR yang lebih tinggi yang berdampak terhadap kecerahan dari hasil citra yang diperoleh.

#### **Contrast to Noise Ratio (CNR) pada hasil citra CTCA dengan AIDR 3D *mild*, AIDR 3D *standard*, dan AIDR 3D *strong***

Berdasarkan 7 artikel, pada CTCA menggunakan AIDR 3D memberikan kesamaan hasil berupa peningkatan CNR menggunakan AIDR 3D daripada tanpa menggunakan AIDR 3D (Abdullah dkk., 2020; Cesare dkk., 2014; Chen dkk., 2013; Fareed dkk., 2017; Feger dkk., 2015; Shen dkk., 2015; Yoo dkk., 2013).

AIDR 3D *strong* memberikan peningkatan CNR tertinggi pada artikel Abdullah dkk (2020) pada arus tabung 200 mA. Hasil yang sama pada artikel Feger dkk (2015) bahwa peningkatan CNR paling tinggi dicapai menggunakan AIDR 3D *strong* di mana memberikan nilai CNR tertinggi dibandingkan dengan AIDR 3D *mild* dan AIDR 3D standar. Artikel Shen dkk (2015) juga memberikan hasil yang sama berupa peningkatan CNR tertinggi pada AIDR 3D *strong*. Persentase peningkatan CNR pada pemeriksaan CT coronary angiografi tertinggi didapat pada AIDR 3D *strong* yaitu sebesar 21 – 82.2%.

AIDR 3D standar pada enam artikel yaitu Abdullah dkk (2020), Chen dkk (2013), Fareed dkk (2017), Feger dkk (2015), Shen dkk (2015), Yoo dkk (2013) memberikan hasil peningkatan CNR pada AIDR 3D standar serta artikel Abdullah dkk (2020) dan Feger dkk (2015) memberikan nilai CNR pada AIDR 3D standar yang lebih tinggi dibandingkan dengan AIDR 3D *mild* tetapi lebih rendah daripada AIDR 3D *strong*.

AIDR 3D *mild* memberikan nilai CNR yang paling rendah. Hal tersebut disampaikan pada artikel Abdullah dkk (2020) dan Feger dkk (2015), bahwa AIDR 3D *mild* memberikan nilai CNR yang paling rendah dibandingkan AIDR 3D standar dan AIDR 3D *strong*. Artikel Cesare dkk (2014) juga memberikan hasil peningkatan CNR.

Kim dkk (2014), menjelaskan bahwa AIDR 3D dapat meningkatkan SNR dan CNR dengan menurunkan *noise* citra. Menurut penulis, peningkatan *level* kekuatan yang sebelumnya memberikan dampak terhadap kemampuan reduksi *noise* yang akan memberikan hasil peningkatan SNR pada hasil citra juga akan meningkatkan CNR. Peningkatan CNR yang dihasilkan pada AIDR 3D *mild*, standar, dan *strong* berbanding lurus dengan peningkatan SNR tetapi berbanding terbalik dengan *noise*, sehingga peningkatan CNR tersebut dicapai sebagai hasil dari penurunan *noise* dan peningkatan SNR yang dicapai.

#### **Kelebihan dan Kekurangan penerapan AIDR 3D pada CTCA**

Penelitian pada tujuh artikel menerapkan AIDR 3D (Abdullah dkk., 2020; Cesare dkk., 2014; Chen dkk., 2013; Fareed dkk., 2017; Feger dkk., 2015; Shen dkk., 2015; Yoo dkk., 2013) secara keseluruhan memberikan hasil bahwa penerapan AIDR 3D penting dalam menghasilkan kualitas citra yang baik. AIDR 3D memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan dalam penggunaan AIDR 3D pada CTCA.

Kelebihan pertama, yaitu penerapan AIDR 3D dapat memberi peningkatan SNR dan CNR serta penurunan *noise*. Penelitian yang dilakukan oleh tujuh artikel dengan menerapkan AIDR 3D memberikan kelebihan berupa peningkatan SNR dan CNR serta penurunan *noise*.

Kelebihan kedua, selain meningkatkan SNR, CNR, dan menurunkan *noise*, penerapan AIDR 3D juga dapat meningkatkan resolusi spasial dari citra. Hal tersebut sesuai pada penerapan AIDR 3D pada artikel Cesare dkk (2014) memberikan kelebihan berupa tampilan citra yang lebih baik dengan meningkatkan SNR dan resolusi spasial dari citra CTCA.

Kelebihan ketiga, yaitu AIDR 3D memiliki kemampuan lebih dalam mendefinisikan anatomi terkait pada citra. Artikel Fareed dkk (2017) AIDR 3D standar mampu menghasilkan SNR dan CNR yang lebih tinggi pada aorta, *left main*, *left anterior descending*, *left circumflex*, dan *right coronary artery* sehingga anatomi tersebut dapat ditampakkan dengan baik oleh citra. Artikel Yoo dkk (2013), juga memberikan hasil SNR dan CNR yang lebih tinggi pada *left main*, sedangkan artikel Shen dkk (2015), yang dilakukan dengan protokol standar pada pasien massa tubuh normal, AIDR 3D *strong* dapat mendefinisikan dengan baik pembuluh darah *left anterior descending artery*.

Kelebihan keempat, segmen-segmen pembuluh darah CTCA menggunakan AIDR 3D lebih baik daripada tanpa menggunakan AIDR 3D.

Berdasarkan artikel Cesare dkk (2014), Fareed dkk (2017), Shen dkk (2015), dan Yoo dkk (2013), segmen-segmen pembuluh darah pada hasil citra pemeriksaan CTCA menggunakan AIDR 3D lebih baik daripada tanpa menggunakan AIDR 3D. Hasil citra memberikan kejelasan segmen *left main* dan *left anterior descending* yang lebih baik pada AIDR 3D. Citra tanpa AIDR 3D memiliki *noise* yang lebih tinggi sehingga *noise* citra dapat menutupi keberadaan segmen-segmen pembuluh darah terutama pada pembuluh darah yang memiliki ukuran yang kecil. Pada artikel Fareed dkk (2017), AIDR 3D juga memberikan skor rata-rata penilaian pada 19 segmen pembuluh darah yang lebih besar dibandingkan tanpa menggunakan AIDR 3D.

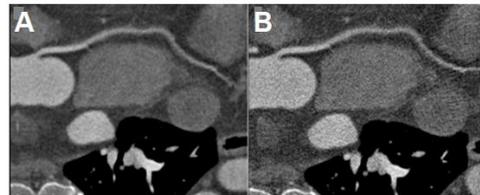
Kelebihan kelima, yaitu tidak adanya gambaran artefak dari hasil citra yang diperoleh. Hal ini sesuai dengan hasil tujuh artikel yang tidak memberikan gambaran artefak pada hasil citranya baik pada segmen pembuluh darah ataupun secara garis besar citranya.

Kelebihan keenam, yaitu penggunaan AIDR 3D dapat membantu menurunkan nilai dosis. Peningkatan pengaturan arus tabung pada pasien massa tubuh obesitas dapat meningkatkan dosis. Artikel Feger dkk (2015), AIDR 3D dapat digunakan pada pemeriksaan CTCA pada massa tubuh normal, *overweight*, dan obesitas sehingga dosis tidak meningkat dan tetap dapat mempertahankan kualitas citra yang dihasilkan serta artikel Chen dkk (2013), menunjukkan bahwa penggunaan AIDR 3D dapat memberikan penurunan dosis hingga 50% dengan tetap mempertahankan kualitas citra CTCA, dan hasil yang sama pada artikel Cesare dkk (2014), Shen dkk (2015), dan Yoo dkk (2013) menggunakan *SURE exposure* dalam pemeriksaannya juga memberikan penurunan dosis.

Angel E (2012), menjelaskan bahwa AIDR 3D yang dilakukan dengan melakukan kombinasi dengan *SURE exposure* dalam protokol pencitraan akan memastikan pasien menerima dosis serendah mungkin dengan mengurangi arus tabung secara otomatis untuk memperhitungkan manfaat SNR yang diperoleh. Penyesuaian otomatis tersebut memastikan bahwa pasien juga mendapat manfaat dari pengurangan dosis. Penurunan dosis tersebut tidak ditentukan langsung oleh AIDR 3D tetapi ditentukan oleh penggunaan *SURE exposure* yang terintegrasi dalam protokol scanning. Pengurangan dosis tersebut sesuai dengan konsep ALARA (*As Low As is Reasonably Achievable*) bahwa dosis yang diberikan kepada pasien serendah mungkin dicapai dengan tetap mempertahankan kualitas

citra yang diperlukan dalam penegakan diagnosa yang optimal (Seeram, 2016). Hal ini penting di mana pada pemeriksaan CTCA terdapat potensi dosis yang diterima pasien tinggi.

Berdasarkan kelebihan-kelebihan yang diperoleh dari penggunaan AIDR 3D pada CTCA, terdapat kekurangan penggunaan level kekuatan AIDR 3D.



**Gambar 4.** Citra CTCA *Right Coronary Artery*. (a) AIDR 3D *strong*, (b) FBP (Shen dkk., 2015)

Pada gambar 4, penerapan AIDR 3D *strong* pada CTCA pasien dengan massa tubuh normal memiliki kekurangan dalam menampakkan anatomi *right coronary artery* di mana dinding pembuluh darah *right coronary artery* yang menggunakan AIDR 3D *strong* tidak memiliki batas yang tegas.

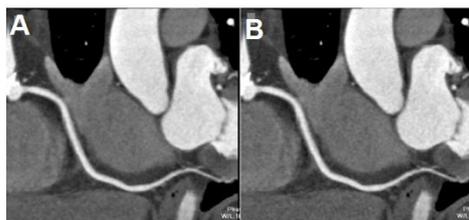
Menurut pendapat penulis, penerapan AIDR 3D dalam meningkatkan kualitas citra CTCA dapat dilakukan dengan tetap memperhatikan dosis yang diperoleh dan kejelasan segmen pembuluh darah yang dihasilkan. Hal tersebut dengan memperhatikan letak atau area klinis pasien.

#### **Penerapan algoritma *Adaptive Iterative Dose Reduction 3D* (AIDR 3D) dalam meningkatkan kualitas citra pada pemeriksaan CTCA.**

Penelitian pada tujuh artikel yaitu Abdullah dkk (2020), Cesare dkk (2014), Chen dkk (2013), Fareed dkk (2017), Feger dkk (2015), Shen dkk (2015), dan Yoo dkk (2013) melakukan penerapan dengan parameter yang berbeda. Penelitian Abdullah dkk (2020), melakukan penelitian dengan menggunakan empat perbedaan arus tabung tetapi dengan tegangan tabung yang sama. Penelitian Cesare dkk (2014) dan Fareed dkk (2017), memiliki kesamaan yaitu menerapkan AIDR 3D pada protokol arus tabung sesuai dengan BMI pasien. Penelitian Feger dkk (2015) dan Yoo dkk (2013) menggunakan arus tabung yang diatur otomatis sesuai dengan ketebalan objek, sedangkan Shen dkk (2015) dan Chen dkk (2013) menggunakan protokol pemeriksaan standar. Ketujuh artikel tersebut dengan penerapan parameter yang berbeda memberikan kualitas citra yang baik pada penggunaan AIDR 3D dibandingkan tanpa AIDR 3D.

Berdasarkan Anam dkk (2019), keuntungan utama dari rekonstruksi iterative adalah dapat mengurangi *noise*, maka mAs kecil dapat digunakan sehingga akan mengurangi dosis radiasi pada pasien. Pada CTCA, penerapan level kekuatan AIDR 3D dilakukan sesuai kebutuhan. Pada umumnya pasien yang memiliki ukuran tubuh yang besar dibutuhkan pengaturan faktor eksposi pada arus tabung yang lebih tinggi tetapi nilai dosis yang dihasilkan akan semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan artikel Feger dkk (2015), menggunakan tegangan tabung standar yaitu 120 kVp dan 250-450 mA pada pasien dengan massa tubuh obesitas AIDR 3D *strong* baik digunakan untuk memperbaiki kualitas citra sehingga dosis yang dihasilkan tidak meningkat.

Berdasarkan Cesare dkk (2014), Fareed dkk (2017), Chen dkk (2013), dan Yoo dkk (2013) AIDR 3D juga memberikan hasil kualitas citra yang lebih baik pada massa tubuh normal dan overweight. Artikel Fareed dkk (2017), yang menggunakan arus tabung sesuai massa tubuh, penggunaan AIDR 3D standar pada massa tubuh normal dan *overweight* sudah dapat memberikan kualitas citra yang baik, sedangkan pada pasien obesitas masih terdapat banyak *noise*. Hal ini memberikan hasil bahwa AIDR 3D standar cukup untuk digunakan pada massa tubuh normal dan *overweight*, tetapi masih kurang baik pada pasien obesitas.



**Gambar 5.** Citra CTCA *Right Coronary Artery*. (a) AIDR 3D *strong*, (b) AIDR 3D standar (Shen dkk., 2015)

Pada gambar 5, penerapan tegangan tabung standar dan arus tabung menyesuaikan ketebalan objek dengan massa tubuh normal yang dilakukan oleh Shen dkk (2015), citra AIDR 3D standar memiliki batas yang jelas dan tidak *oversmoothing* pada dinding pembuluh darah *right coronary artery* dibandingkan dengan AIDR 3D *strong* yang lebih blur dan tidak memiliki batas dinding pembuluh darah *right coronary artery* yang tegas. AIDR 3D *strong* dapat menjadi pilihan jika pasien tidak memiliki indikasi klinis di area *right coronary artery* karena memberikan kualitas yang paling baik dibandingkan dengan *mild* dan standar, tetapi pada pasien yang terdapat klinis pada area *right coronary artery* maka AIDR 3D standar

dapat digunakan dengan mengorbankan kualitas citra yang lebih rendah dibandingkan AIDR 3D *strong*.

Menurut penulis, di samping nilai kualitas citra yaitu *noise*, SNR, dan CNR pada pemeriksaan CTCA dicapai paling baik menggunakan AIDR 3D *strong*, hal tersebut tidak dapat menjadi tolak ukur penggunaan level kekuatan AIDR 3D. Penerapan level kekuatan AIDR 3D tetap harus memperhatikan kondisi pasien baik massa tubuh dan klinis pasien untuk dapat membantu menegakkan diagnosa dengan baik.

## Simpulan

Penerapan AIDR 3D *strong* pada CTCA memberikan peningkatan reduksi *noise*, SNR dan CNR tertinggi yaitu masing-masing 18-46.1%, 21-84,7%, dan 21-82.2%. Tingkatan level kekuatan AIDR 3D yang digunakan akan menentukan seberapa besar peningkatan kualitas citra yang dihasilkan. Penerapan level kekuatan AIDR 3D *strong* baik digunakan dengan tegangan tabung standar dan arus tabung 250-450 mA dengan pasien yang memiliki massa tubuh obesitas karena AIDR 3D *strong* dapat memperbaiki kualitas citra pemeriksaan tersebut tanpa perlu meningkatkan nilai mA sehingga tidak meningkatkan dosis. Pada pasien dengan massa tubuh normal dan *overweight* yang dilakukan dengan arus tabung sesuai massa tubuh, baik menggunakan AIDR 3D standar. Pada massa tubuh normal apabila tidak memiliki indikasi klinis di area *right coronary artery*, AIDR 3D *strong* juga dapat menjadi pilihan, tetapi jika pasien memiliki indikasi klinis pada *right coronary artery* maka AIDR 3D standar dapat digunakan dengan mengorbankan kualitas citra yang lebih rendah dibandingkan dengan level kekuatan *strong*.

## Daftar Pustaka

- Abdullah, K. A., McEntee, M. F., Reed, W., & Kench, P. L. (2020). Evaluation of an integrated 3D-printed phantom for coronary CT angiography using iterative reconstruction algorithm. *Journal of Medical Radiation Sciences*, 67(3), 170–176. <https://doi.org/10.1002/jmrs.387>
- Anam, C., Haryanto, F., Widita, R., Arif, I., & Dougherty, G. (2019). An Investigation of Spatial Resolution and Noise in Reconstructed CT Images Using Iterative Reconstruction (IR) and Filtered Back-Projection (FBP). *Journal of Physics: Conference Series*, 1127. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1127/1/012016>
- Angel, E. (2012). SURE Exposure™ Low Dose Diagnostic Image Quality. Toshiba Medical

- Systems Corporation, 7. Retrieved from <https://medical.toshiba.com/download/aidr-3d-wp-sure-exposure>
- Angel, Erin. (2012). AIDR 3D Iterative Reconstruction: Integrated, Automated and Adaptive Dose Reduction. Toshiba Medical System.
- Cesare, E. Di, Gennarelli, A., Sibio, A. Di, Felli, V., Splendiani, A., Gravina, G. L., ... Masciocchi, C. (2014). Assessment of Dose Exposure and Image Quality in Coronary Angiography Performed by 640-slice CT: A Comparison between Adaptive Iterative and Filtered Back-Projection Algorithm by Propensity Analysis. *Radiologia Medica*, 119(8), 642–649. <https://doi.org/10.1007/s11547-014-0382-3>
- Chen, M. Y., Steigner, M. L., Leung, S. W., Kumamaru, K. K., Schultz, K., Mather, R. T., ... Rybicki, F. J. (2013). Simulated 50 % Radiation Dose Reduction in Coronary CT Angiography using Adaptive Iterative Dose Reduction in Three-Dimensions (AIDR 3D). *International Journal of Cardiovascular Imaging*, 29(5), 1167–1175. <https://doi.org/10.1007/s10554-013-0190-1>
- Fareed, A., Vavere, A. L., Zimmermann, E., Tanami, Y., Steveson, C., Matheson, M., ... Arbab-Zadeh, A. (2017). Impact of Iterative Reconstruction vs. Filtered Back Projection on Image Quality in 320-Slice CT Coronary Angiography. *Medicine (United States)*, 96(48), 1–5. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000008452>
- Feger, S., Rief, M., Zimmermann, E., Martus, P., Schuijf, J. D., Blobel, J., ... Dewey, M. (2015). The Impact of Different Levels of Adaptive Iterative Dose Reduction 3D on Image Quality of 320-Row Coronary CT Angiography: A Clinical Trial. *PLoS ONE*, 10(5), 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0125943>
- Geleijns, J., & Irwan, R. (2012). Practical Approaches to Dose Reduction: Toshiba Perspective. In *Medical Radiology* (pp. 633–645). Berlin: Springer.
- Geyer, L. L., Schoepf, U. J., Meinel, F. G., Nance, J. W., Bastarrika, G., Leipsic, J. A., ... Cecco, C. N. De. (2015). State of the Art: Iterative CT. *Radiology*, 276(2), 339–357. <https://doi.org/10.1148/radiol.2015132766>
- Kim, M., Lee, J. M., Yoon, J. H., Son, H., Choi, J. W., Han, J. K., & Choi, B. I. (2014). Adaptive Iterative Dose Reduction Algorithm in CT: Effect on Image Quality Compared with Filtered Back Projection in Body Phantoms of Different Sizes. *15(2)*, 195–204. <https://doi.org/10.3348/kjr.2014.15.2.195>
- Lim, J., Park, E.-A., Lee, W., Shim, H., & Chung, J. W. (2015). Image Quality and Radiation Reduction of 320-Row Area Detector CT Coronary Angiography with Optimal Tube Voltage Selection and An Automatic Exposure Control System: Comparison with Body Mass Index-Adapted Protocol. *International Journal of Cardiovascular Imaging*, 31, 23–30. <https://doi.org/10.1007/s10554-015-0594-1>
- Machida, H., Tanaka, I., Shen, Y., Ishikawa, T., Tate, E., & Ueno, E. (2015). Current and Novel Imaging Techniques in Coronary CT. *Cardiac Imaging*, 35(4), 991–1010. <https://doi.org/10.1148/rg.2015140181>
- Madden, M. E. (2013). *Introduction to Sectional Anatomy* (3rd ed.). Philadelphia: Wolters Kluwer.
- Nikolaou, K., & Bamberg, F. (2019). Multislice CT. In *British Journal of Radiology* (4th ed.). USA: Springer. <https://doi.org/10.1259/bjr/19919145>
- Seeram, E. (2016). *Computed Tomography: Physical Principles, Clinical Applications, and Quality Control* (4th ed.). Missouri: Elsevier.
- Shen, H., Dai, G., Luo, M., Duan, C., Cai, W., Liang, D., ... Qiu, J. (2015). Image Quality and Radiation Dose of CT Coronary Angiography with Automatic Tube Current Modulation and Strong Adaptive Iterative Dose Reduction Three-Dimensional. *PLoS ONE*, 10(11), 1–11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0142185>
- Tatsugami, F., Matsuki, M., Nakai, G., Inada, Y., Kanazawa, S., Y, T., ... Narumi, Y. (2012). The effect of adaptive iterative dose reduction on image quality in 320-detector row CT coronary angiography. *85(August)*, 378–382. <https://doi.org/10.1259/bjr/10084599>
- Weir, N., & Williams, M. C. (2013). Contrast-to-Noise Ratio Improvements with AIDR 3D. Toshiba Medical System, 2–3.
- Yoo, R.-E., Park, E.-A., Lee, W., Shim, H., Kim, Y. K., Chung, J. W., & Park, J. H. (2013). Image Quality of Adaptive Iterative Dose Reduction 3D of Coronary CT Angiography of 640-Slice CT: Comparison with Filtered Back-Projection. *The International Journal of Cardiovascular Imaging*, 29, 669–676. <https://doi.org/10.1007/s10554-012-0113-6>