

# Detailed Precision of Computed Tomography Angiography Compared to Invasive Angiography in Different Coronary Vessels: Overestimate, Underestimate, or Concordance?

TM Haykal<sup>1</sup>, Elen<sup>1</sup>, Celly A Atmadikoesoemah<sup>1</sup>, Abhirama N Putra<sup>1</sup>, Andrew Parlautan<sup>1</sup>, Wendy M Saragih<sup>1</sup>, Manoefris Kasim<sup>1</sup>

**Background:** Quantitative analysis of stenosis lesions by Computed Tomography angiography (CTA) show good correlation with Invasive Coronary Angiography (ICA) examination. However, detailed precision whether CTA overestimate or underestimate have not been explored thoroughly.

**Objectives:** This research is performed to analyze the precision of CTA compared to ICA.

**Materials & Methods:** There are 195 patients examined by both CTA and ICA from October 2014 until December 2015 in our hospital. CTA was analyzed by a team of cardiovascular imaging cardiologists. Quantitative grading of stenosis was determined visually using 2014 Society of Cardiovascular Computed Tomography (SCCT) guidelines classification. Quantitative measurement of stenosis during ICA was classified with the same criteria so that it can be comparable. The final comparison of both tests was classified as concordance, overestimate and underestimate.

**Results:** Lesion of stenosis was found in 573 coronary vessels. Coronary vessels are significantly associated with detailed precision of quantitative analysis comparison in CTA and ICA. LM coronary stenosis quantification from CTA is predominantly overestimate (concordance in 6% vessels and overestimate in 75.9% vessels), while stenosis analysis by CTA in other major coronary vessels is spread without conspicuous domination ( $p < 0.001$ ). Sensitivity, specificity, PPV, and NPV of CTA to detect obstructive lesion (stenosis  $\geq 50\%$ ) found by ICA is 81.4%, 80.4%, 73.9%, and 86.3%, respectively (780 vessels).

**Conclusions:** Degree of stenosis in LM is predominantly overestimate by CTA. The precision of stenosis grading in CTA in different coronary vessels is not the same.

(Indonesian J Cardiol. 2018;39:7-14)

**Keywords:** Computed Tomography angiography (CTA), Invasive coronary angiography (ICA), Precision.

<sup>1</sup>Department of Cardiology and Vascular Medicine, Faculty of Medicine, Universitas Indonesia.  
RS Jantung dan Pembuluh Darah Harapan Kita, Jakarta, Indonesia.

## Presisi *Computed Tomography Angiography* Terhadap *Invasive Angiography* pada masing-masing Pembuluh Koroner: *Overestimate*, *Underestimate*, atau *Concordance*?

TM Haykal<sup>1</sup>, Elen<sup>1</sup>, Celly A Atmadikoesoemah<sup>1</sup>, Abhirama N Putra<sup>1</sup>,  
Andrew Parlautan<sup>1</sup>, Wendy M Saragih<sup>1</sup>, Manoefris Kasim<sup>1</sup>

**Latar Belakang:** Analisis kuantitatif lesi stenosis pada pembuluh koroner menggunakan modalitas *Computed Tomography Angiography* (CTA) memiliki korelasi yang baik dengan pemeriksaan *Invasive Coronary Angiography* (ICA). Namun, presisi CTA terhadap ICA masih belum ter-eksplorasi dengan baik. Terutama dari sisi apakah CTA menunjukkan presisi yang *overestimate* atau *underestimate*.

**Tujuan:** Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis presisi CTA terhadap ICA dalam mendeteksi lesi stenosis pada pembuluh koroner.

**Metode Penelitian:** Terdapat 195 pasien yang diperiksa menggunakan CTA dan ICA sejak Oktober 2014 hingga Desember 2015 di RS Jantung dan Pembuluh Darah Harapan Kita, Jakarta. Analisis kuantitatif CTA dilakukan oleh tim kardiolog pencitraan kardiovaskular. Klasifikasi derajat stenosis ditentukan secara visual menggunakan pedoman dari *Society of Cardiovascular Computed Tomography* (SCCT) 2014. Analisis kuantitatif lesi stenosis dari pemeriksaan ICA diklasifikasikan menggunakan pedoman yang sama sehingga keduanya dapat diperbandingkan. Data hasil perbandingan kedua modalitas diklasifikasikan sebagai *concordance*, *overestimate* dan *underestimate*.

**Hasil Penelitian:** Lesi stenosis ditemukan pada 573 pembuluh koroner. Pembuluh koroner yang berbeda secara signifikan berhubungan dengan perbandingan klasifikasi analisis semi-kuantitatif CTA dan ICA. Pembuluh koroner LM terutama menunjukkan lesi dengan kategori *overestimate* (75.9%). Sementara analisis stenosis pada pembuluh koroner lainnya tidak menunjukkan perbedaan yang mencolok ( $p < 0,001$ ). Sensitivitas, spesifisitas, PPV, dan NPV CTA dalam mendeteksi lesi koroner obstruktif (stenosis  $\geq 50\%$ ) terhadap ICA adalah sebesar 81.4%, 80.4%, 73.9%, dan 86.3% (780 pembuluh koroner).

**Kesimpulan:** Analisis stenosis semi-kuantitatif pada LM terutama adalah *overestimate* berdasarkan pemeriksaan CTA. Presisi analisis perbandingan derajat stenosis CT angiografi pada setiap pembuluh koroner tidak sama.

(Indonesian J Cardiol. 2018;39:7-14)

**Kata Kunci:** *Computed Tomography angiography* (CTA), *Invasive coronary angiography* (ICA).

Departemen Kardiologi dan Kedokteran Vaskular, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, RS Jantung dan Pembuluh Darah Harapan Kita, Jakarta, Indonesia.

### Correspondence:

dr. TM Haykal, Department of Cardiology and Vascular Medicine, Faculty of Medicine, Universitas Indonesia.  
E-mail: tm\_haykal@yahoo.com

## Pendahuluan

Sering dengan berkembangnya teknologi, deteksi lesi obstruktif penyakit jantung koroner tidak hanya dapat dilakukan dengan pemeriksaan angiografi koroner invasif (*Invasive Coronary Angiography* / ICA).<sup>1-2</sup> Pemeriksaan pencitraan kardiovaskular lain juga dapat diandalkan, salah satunya adalah *Computed*

*Tomography Angiography* (CTA).<sup>3-5</sup> Berbagai studi menunjukkan bahwa CTA memiliki angka sensitivitas dan spesifisitas yang baik dalam mendeteksi penyakit jantung koroner.<sup>1,5-10</sup> Selain itu, analisis kuantitatif lesi stenosis oleh CTA menunjukkan korelasi numerik yang cukup baik dengan analisis kuantitatif lesi stenosis yang didapatkan dari pemeriksaan ICA.<sup>11-12</sup> Namun demikian, studi perbandingan antara kedua modalitas pemeriksaan tersebut memprediksi bahwa presisi CTA hanya sekitar 25% dalam memprediksi lesi stenosis pembuluh koroner secara kuantitatif pada ICA.<sup>3</sup>

Pada tahun 2014, *Society of Cardiovascular Computed Tomography* (SCCT) menyusun rekomendasi penggunaan klasifikasi semi-kuantitatif untuk menggambarkan derajat stenosis koroner. Klasifikasi ini menerjemahkan derajat persentase stenosis menjadi 6 kategori. Klasifikasi ini telah rutin digunakan dalam berbagai penilaian yang menggunakan modalitas CTA.<sup>3</sup> Rincian klasifikasi semi-kuantitatif ini dapat diperhatikan pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Rekomendasi penilaian derajat stenosis<sup>3</sup>

---

0—Normal: tidak ditemukan plak dan tidak ada stenosis luminal
1—Minimal: plak dengan stenosis <25%
2—Ringan: stenosis 25% sampai 49%
3—Sedang: stenosis 50% sampai 69%
4—Berat: stenosis 70% sampai 99%
5—Oklusi

---

Hingga saat ini, belum ada data apakah analisis stenosis secara semi-kuantitatif dari pemeriksaan CTA memberikan gambaran presisi yang baik bila dibandingkan dengan ICA. Eksplorasi lebih lanjut dapat memberikan wawasan bahwa analisis stenosis pembuluh koroner berdasarkan pemeriksaan CTA memberikan hasil yang *overestimate* atau *underestimate* terhadap pemeriksaan ICA.<sup>8</sup> Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan presisi analisis stenosis antara CTA dan ICA berdasarkan klasifikasi semi-kuantitatif.

## Metode

Penelitian ini menggunakan desain potong lintang (*cross-sectional*). Penelitian ini dilakukan pada populasi pasien dengan penyakit jantung koroner yang telah terkonfirmasi memiliki setidaknya 1

lesi obstruktif berdasarkan pemeriksaan CTA dan selanjutnya menjalani ICA. Penelitian ini dilakukan sejak bulan Oktober 2014 sampai dengan Desember 2015 di RS Jantung dan Pembuluh Darah Harapan Kita (RSJPDHK). Penentuan perbedaan presisi karakteristik koroner yang diperiksa dilakukan dengan analisis berdasarkan pembuluh darah koroner yang terlibat (*vessel-based analysis*).

Teknologi CTA yang digunakan adalah *128-slice MDCT scanner* (*Hitachi Scenaria 128-slice*) dengan software *TeraRecon Inc* dan menggunakan standar operasional prosedur yang seragam. Analisis CTA dilakukan oleh tim kardiolog pencitraan kardiovaskular dengan metode penilaian kuantitatif secara visual dan diklasifikasikan secara semi-kuantitatif sesuai pedoman SCCT 2014.<sup>3</sup> Analisis ICA dilakukan oleh tim kardiolog intervensi kardiovaskular yang juga menggunakan metode analisis kuantitatif secara visual dan juga diklasifikasikan menggunakan pedoman yang sama dari SCCT 2014. Pada kedua modalitas, definisi lesi obstruktif adalah bila didapatkan lesi stenosis  $\geq 50\%$ .<sup>6-10</sup>

Dua analisis statistik yang dilakukan pada penelitian ini adalah untuk menilai akurasi dan presisi pemeriksaan CTA terhadap ICA. Akurasi CTA ditentukan dengan penilaian sensitivitas, spesifisitas, nilai prediktif positif (*PPV*), dan nilai prediktif negatif (*NPV*). Akurasi CTA didasarkan pada terdeteksinya lesi obstruktif pada kedua modalitas pemeriksaan. Analisis statistik presisi CTA terhadap ICA didasarkan pada perbandingan hasil analisis semi-kuantitatif sesuai pedoman SCCT 2014.<sup>3</sup> Selanjutnya dilakukan perbandingan antara kedua analisis semi-kuantitatif dari kedua pemeriksaan tersebut dan akan didapatkan data perbandingan kategorikal. Kategori yang dimaksud adalah: 1) *Concordance* (sesuai), apabila analisis stenosis semi-kuantitatif dari kedua modalitas menunjukkan klasifikasi yang sama; 2) *Overestimate* (berlebihan), apabila data analisis semi-kuantitatif CTA menunjukkan klasifikasi lebih berat bila dibandingkan dengan analisis semi-kuantitatif ICA; dan 3) *Underestimate* (kekurangan), apabila data analisis semi-kuantitatif CTA menunjukkan klasifikasi lebih ringan bila dibandingkan dengan analisis semi-kuantitatif ICA.<sup>8</sup> Pengelompokan ini dilakukan berdasarkan klasifikasi derajat stenosis secara semi-kuantitatif, sehingga tidak terdapat perbedaan dalam bentuk angka antara masing-masing kelompok. Data klasifikasi kategorikal tersebut akan diuji secara statistik.

## Hasil

Jumlah subjek dalam penelitian ini adalah sebanyak 195 pasien dengan usia rata-rata 59 tahun dan mayoritas merupakan laki-laki (66,2%). Total sampel yang dianalisis sejumlah 780 pembuluh darah koroner yang terdiri dari LM (*Left main coronary artery*), LAD (*Left anterior descending coronary artery*), LCX (*Left circumflex coronary artery*), dan RCA (*Right coronary artery*). Keseluruhan pembuluh darah tersebut dapat dianalisis dengan baik tanpa gambaran artefak. Terdapat 573 lesi stenosis yang ditemukan di berbagai pembuluh koroner. Data karakteristik dari seluruh subjek penelitian dapat diperhatikan pada **Tabel 2**.

**Tabel 2.** Karakteristik Pasien

Karakteristik	N (%) pasien*
Jenis kelamin	
Laki-laki	129 (66.2)
Perempuan	66 (33.8)
Usia (tahun)	59.19 ± 9.79
Klasifikasi skor kalsium	
0-400	120 (61.5)
>400	75 (38.5)
Pembuluh koroner dengan lesi stenosis	
LM	83 (14.5)
LAD	193 (33.7)
LCX	140 (24.4)
RCA	157 (27.4)
Adanya plak dengan kalsifikasi	
Terdapat plak terkalsifikasi	447 (78.0)
Tidak terdapat plak terkalsifikasi	126 (22.0)
Jumlah pembuluh yang terlibat	
Satu pembuluh koroner	31 (15.9)
Dua pembuluh koroner	50 (25.6)
Tiga pembuluh koroner	114 (58.5)
Lesi pada LM	83 (14.5)

\* Variabel numerik direpresentasikan sebagai mean ± standar deviasi  
 LM: *Left main coronary artery*, LAD: *Left anterior descending coronary artery*,  
 LCX: *Left circumflex coronary artery*, RCA: *Right coronary artery*.

Pemeriksaan CTA dalam penelitian ini memiliki sensitivitas 81,4%, spesifisitas 80,4%, *PPV* 73,9%, dan *NPV* 86,3% terhadap ICA dalam mendeteksi lesi obstruktif di pembuluh koroner. Data akurasi ini didasarkan pada analisis berdasarkan pembuluh darah koroner (*vessel-based analysis*) dengan besar sampel sebesar 780 pembuluh koroner.

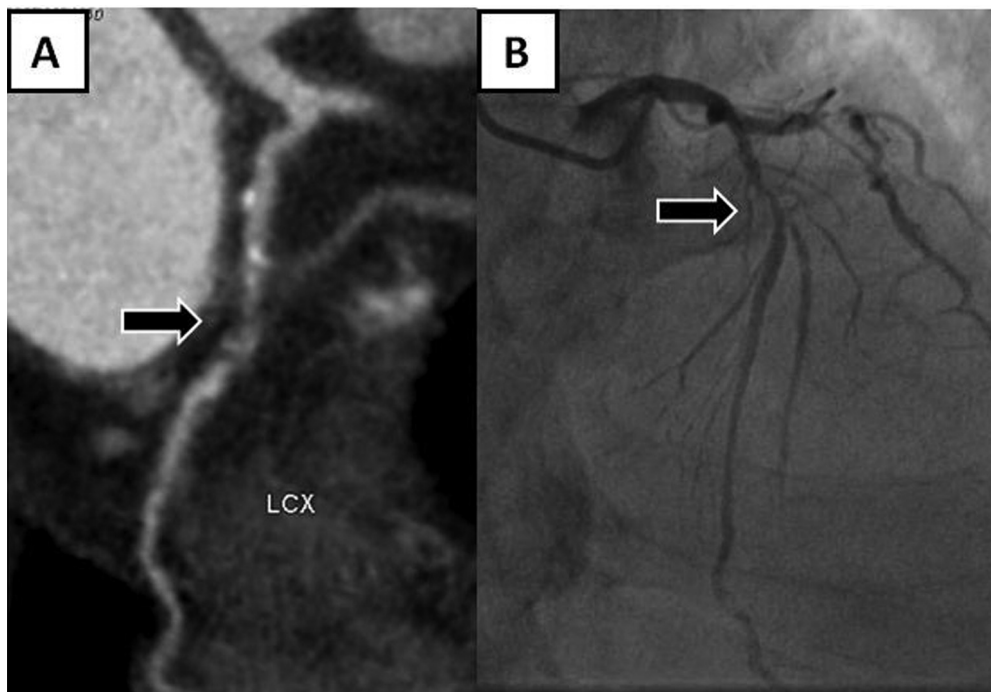
Analisis statistik untuk menentukan presisi CTA dalam menentukan lesi stenosis secara semi-kuantitatif

menunjukkan perbedaan yang bermakna pada pembuluh koroner yang berbeda. Lesi stenosis yang ditemukan pada LM dari pemeriksaan CTA terutama merupakan lesi *overestimate* (75,9%). Sementara lesi stenosis LAD terutama terklasifikasikan sebagai *concordance* (44,5%). Tidak ada perbedaan menonjol antara analisis stenosis di pembuluh RCA dan LCX. Analisis statistik chi-square menunjukkan hasil signifikan dengan nilai  $p < 0,01$ . Rincian persebaran data presisi di setiap pembuluh koroner dapat diperhatikan pada **Tabel 3**. Beberapa contoh hasil pemeriksaan CTA dan ICA dengan klasifikasi *concordance*, *overestimate* dan *underestimate* dapat diperhatikan pada **Gambar 1**, **Gambar 2**, dan **Gambar 3**.

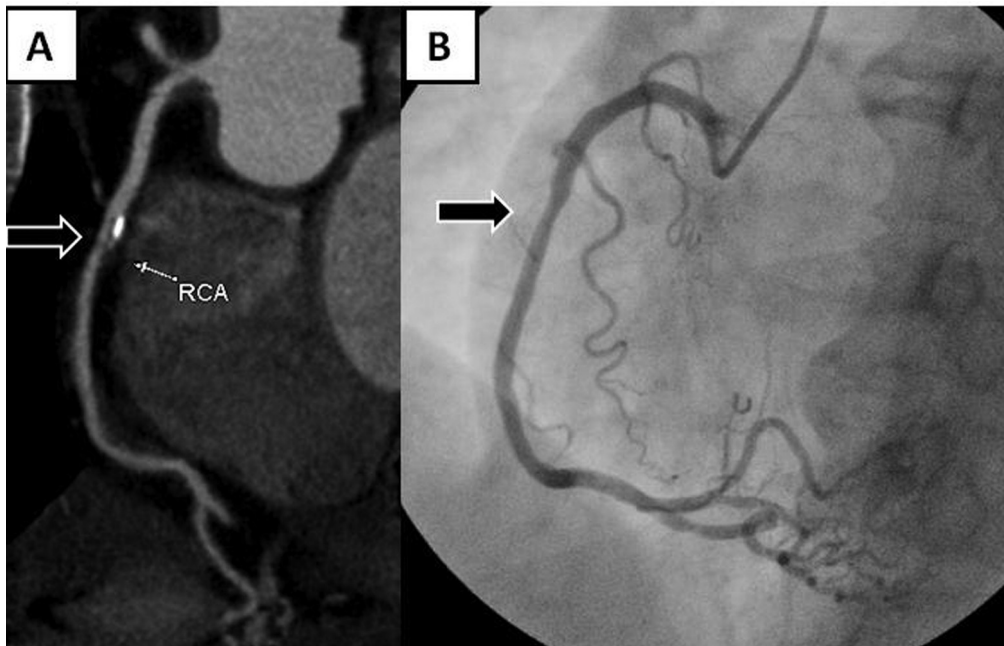
**Tabel 3.** Perbandingan penilaian derajat stenosis antara CTA dengan ICA pada pembuluh koroner ( $p < 0,01$ )

Lesi Koroner & Klasifikasi Semi-Kuantitatif	N (%)
LM	
Concordance	5 (6.02)
Overestimate	63 (75.90)
Underestimate	15 (18.07)
LAD	
Concordance	86 (44.56)
Overestimate	75 (38.86)
Underestimate	32 (16.58)
LCX	
Concordance	31 (22.4)
Overestimate	66 (47.14)
Underestimate	43 (30.71)
RCA	
Concordance	45 (28.66)
Overestimate	65 (41.40)
Underestimate	47 (29.94)

Pada beberapa penelitian mengenai presisi CTA terhadap ICA yang telah dilakukan sebelumnya, keberadaan plak berkalsifikasi selalu ditekankan sebagai penyebab analisis stenosis yang tidak akurat.<sup>8</sup> Hal ini diperkirakan dapat menjadi suatu penyebab perbedaan hasil analisis pada pembuluh koroner. Namun berdasarkan analisis statistik lanjutan pada penelitian ini ditemukan bahwa keberadaan plak berkalsifikasi tidak mempengaruhi akurasi analisis stenosis ( $p = 0,102$ ). Dari semua pembuluh koroner yang dianalisis, lesi plak berkalsifikasi terdapat pada 78% pembuluh koroner. Pada LM, dimana lesi dominan tergolongkan sebagai *overestimate*, plak berkalsifikasi dapat diidentifikasi pada proporsi

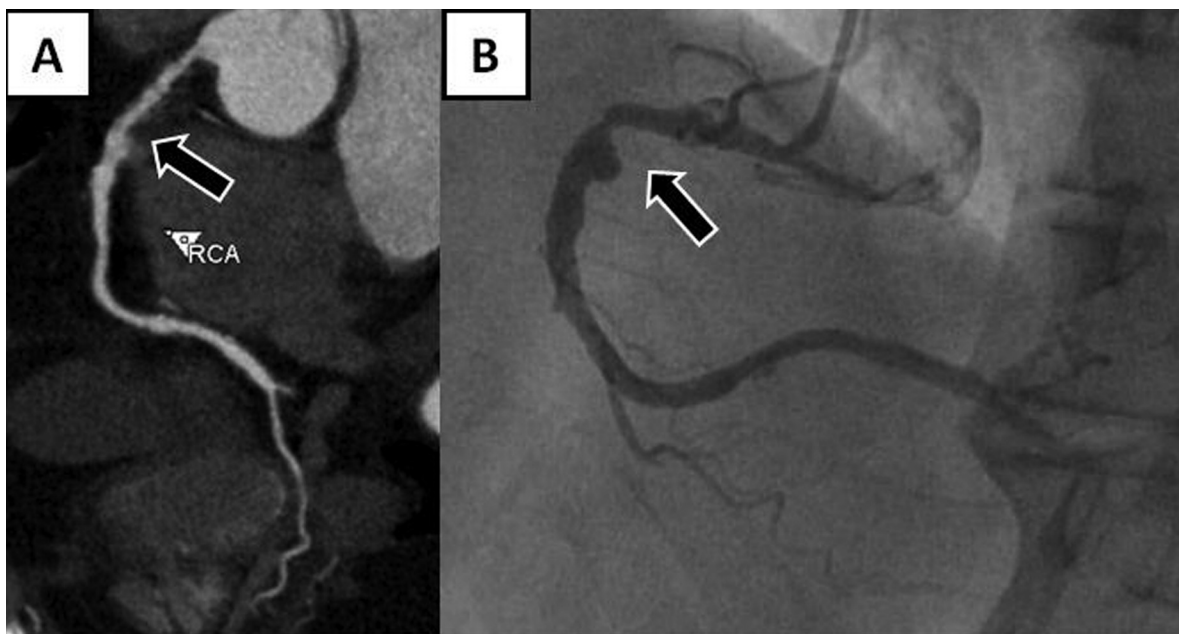


**Gambar 1.** Analisis stenosis *concordance* pada laki-laki usia 62 tahun pada LCX.  
A: Lesi stenosis dari CTA dengan derajat stenosis berat (90%).  
B: Lesi stenosis dari ICA dengan derajat stenosis berat (95%)



**Gambar 2.** Analisis stenosis *overestimate* pada perempuan usia 50 tahun di RCA.  
A: Lesi stenosis dari CTA dengan derajat stenosis sedang (60%).  
B: Lesi stenosis dari ICA dengan derajat stenosis ringan (40%).





**Gambar 3 atau 4.** Analisis stenosis *underestimate* pada laki-laki usia 60 tahun di RCA.  
**A:** Lesi stenosis dari CTA dengan derajat stenosis sedang (50%).  
**B:** Lesi stenosis dari ICA dengan derajat stenosis berat (90%).

yang tidak berbeda, yaitu 78.3%. Rincian data plak berkalsifikasi yang ditemukan pada berbagai klasifikasi perbandingan analisis semi-kuantitatif dapat dilihat pada **Tabel 4**.

**Tabel 4.** Hubungan perbandingan penilaian derajat stenosis antara CTA dengan ICA dan keberadaan plak berkalsifikasi dalam pembuluh koroner ( $p= 0,102$ )

Plak berkalsifikasi pada klasifikasi stenosis N (%)	
semi-kuantitatif	
Terdapat plak berkalsifikasi	
Concordance	132 (29.53)
Overestimate	217 (48.55)
Underestimate	98 (21.92)
Tidak terdapat plak berkalsifikasi	
Concordance	35 (27.78)
Overestimate	52 (41.27)
Underestimate	39 (30.95)

## Diskusi

Hasil akurasi diagnostik penelitian ini menunjukkan sensitivitas dan spesifisitas pemeriksaan CTA sebesar 81.4% dan 80.4% dalam mendeteksi lesi obstruktif di pembuluh koroner. Sensitivitas dan spesifisitas pada

penelitian ini lebih rendah dari penelitian-penelitian sebelumnya.<sup>6-10</sup> Pedoman penyakit jantung koroner stabil tahun 2013 yang dipublikasikan oleh ESC menyatakan bahwa CTA dapat diandalkan untuk deteksi lesi obstruktif pada pembuluh koroner dengan sensitivitas dan spesifisitas mencapai 95-99% dan 64-83%.<sup>5</sup> Terdapat perbedaan angka yang mencolok. Salah satu penyebab perbedaan tersebut adalah perbedaan populasi subjek penelitian. Penelitian ini bukan merupakan studi diagnostik murni, dimana populasi penelitian merupakan pasien-pasien dengan kecurigaan klinis penyakit jantung koroner. Penelitian ini menggunakan populasi pasien dengan kecurigaan klinis penyakit jantung koroner yang teridentifikasi memiliki lesi obstruktif pembuluh koroner berdasarkan pemeriksaan CTA. Jika penelitian ini memasukkan populasi pasien dengan kecurigaan klinis penyakit jantung koroner namun telah terbukti tidak ada lesi obstruktif, angka sensitivitas penelitian ini akan jauh lebih tinggi. Lebih jauh lagi, analisis statistik pemeriksaan diagnostik pada penelitian-penelitian sebelumnya menggunakan *patient-based analysis*.<sup>6-7</sup> Sementara penelitian ini menggunakan *vessel-based analysis*. Perbedaan metode analisis statistik ini juga berdampak memberikan perbedaan angka yang mencolok.

Terdapat perbedaan akurasi pada pembuluh koroner yang berbeda pada penelitian ini. Hasil perbandingan analisis stenosis pada LM terutama *overestimate*. Sementara hasil perbandingan analisis stenosis pada LAD terutama *concordance*. Pada beberapa penelitian sebelumnya, ketidakakuratan analisis stenosis dari pemeriksaan CTA adalah diakibatkan oleh lesi plak berkalsifikasi.<sup>8</sup> Namun tidak demikian pada penelitian ini, dimana telah dianalisis secara statistik bahwa lesi plak berkalsifikasi tidak berbeda secara signifikan. Analisis stenosis LM yang didominasi oleh kategori *overestimate* dicurigai diakibatkan karena pada umumnya tidak terdapat referensi pembuluh darah yang baik untuk menentukan derajat lesi stenosis.<sup>13-14</sup> Hal ini dipengaruhi struktur LM yang pendek. Perbedaan yang ditemukan pada pembuluh koroner lainnya dicurigai disebabkan oleh perbedaan anatomi koroner, baik dari ukuran, morfologi, ataupun segmen koroner.<sup>13-14</sup>

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, penilaian kuantifikasi stenosis tidak menggunakan pengukuran objektif yang hasil pengukurannya lebih pasti. Hal ini dikarenakan bahwa penelitian ini bertujuan untuk mencerminkan keseharian praktik klinik pencitraan kardiovaskuler sehari-hari yang menggunakan penilaian derajat stenosis secara visual. Kemudian, penelitian ini tidak membedakan karakteristik anatomis pembuluh koroner, dari segi diameter dan segmentasinya. Lesi pada bagian proksimal cenderung memiliki nilai akurasi yang lebih tinggi. Namun penelitian ini tidak dapat menilai hal tersebut.<sup>15</sup> Salah satu keterbatasan lain dalam penelitian ini adalah bahwa penelitian ini tidak menganalisis *intraobserver* dan *interobserver agreement*. Dan terakhir, penelitian ini tidak melakukan analisis perbedaan kualitas CTA, yang umumnya merupakan poin yang ditekankan dalam penelitian mengenai CTA.

## Kesimpulan

Penelitian ini merupakan penelitian sederhana yang berupaya menggambarkan analisis stenosis yang dilakukan sehari-hari dalam praktik klinis pencitraan kardiovaskular. Dari total 195 pasien, ditemukan bahwa penilaian derajat stenosis menggunakan CTA terutama *overestimate* pada LM. Presisi stenosis dari angiografi MDCT tidak sama pada tiap pembuluh koroner.

## Daftar Singkatan

CTA: Computed Tomography Angiography  
ICA: Invasive Coronary Angiography  
LAD: Left Anterior Descending coronary artery  
LCX: Left Circumflex coronary artery  
LM: Left Main coronary artery  
MDCT: Multi-Detector Computed Tomography  
NPV: Negative Predictive Value  
PPV: Positive Predictive Value  
RCA: Right Coronary Artery  
RSJPDHK: Rumah Sakit Jantung dan Pembuluh Darah Harapan Kita  
SCCT: Society of Cardiovascular Computed Tomography

## Daftar Pustaka

1. Alfakih K, Budoff M. MDCT coronary angiography: does the benefit justify radiation burden? *Br J Cardiol.* 2010; 17: 207-8.
2. Bluemke DA, Achenbach S, Budoff M, Gerber TC, Gersch B, et al. Noninvasive coronary artery imaging: magnetic resonance angiography and multidetector computed tomography angiography: a scientific statement from the american heart association committee on cardiovascular imaging and intervention of the council on cardiovascular radiology and intervention, and the councils on clinical cardiology and cardiovascular disease in the young. *Circulation.* 2008; 118(5): 586-606.
3. Leipsic J, Abbara S, Achenbach S, Cury R, Earls JP, et al. SCCT guidelines for the interpretation and reporting of coronary CT angiography: a report of the society of cardiovascular computed tomography guideline committee. *J Cardiovasc Comput Tomogr.* 2014; 8(5): 342-58.
4. Zadeh AA, Hoe J. Quantification of coronary arterial stenoses by multidetector CT angiography in comparison with conventional angiography. *J Am Coll Cardiol Img.* 2011; 4: 191-202.
5. Montalescot G, Sechtem U, Achenbach S, Andreotti F, Arden C, et al. 2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease: the Task Force on the management of stable coronary artery disease of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J.* 2013; 34(38): 2949-3003.
6. Mollet NR, Cademartiri F, Nieman K, Saia F, Lemos PA, et al. Multislice spiral computed tomography coronary angiography in patients with stable angina pectoris. *J Am Coll Cardiol.* 2004; 43: 2265-70.
7. Meijboom WB, Meijjs MFL, Schuijff JD, Cramer MJ, Mollet NR, et al. Diagnostic accuracy of 64-slice computed tomography coronary angiography. *J Am Coll Cardiol.* 2008; 52: 2135-44.

8. Zhang S, Levin DC, Halpern EJ, Fischman D, Savage M, et al. Accuracy of MDCT in assessing the degree of stenosis caused by calcified coronary artery plaques. *Am J Roentgenol*. 2008; 191(6): 1676-83.
9. Leschka S, Alkadhi H, Plass A, Desbiolles L, Grunenfelder J, et al. Accuracy of MSCT coronary angiography with 64-slice technology: first experience. *Eur Heart J*. 2005; 26(15): 1482-7.
10. Pugliese F, Mollet NR, Runza G, Mieghem C, Meijboom WB, et al. Diagnostic accuracy of non-invasive 64-slice CT coronary angiography in patients with stable angina pectoris. *Eur Radiol*. 2006; 16: 575-82.
11. Raff GL, Gallagher MJ, O'neill WW, Goldstein JA. Diagnostic accuracy of noninvasive coronary angiography using 64-slice spiral computed tomography. *J Am Coll Cardiol*. 2005; 46: 552-7.
12. Dodd JD, Rieber J, Pomerantsev E, Chaithiraphan V, Achenbach S, et al. Quantification of nonculprit coronary lesions: comparison of cardiac 64-MDCT and invasive coronary angiography. *Am J Roentgenol*. 2008; 191: 432-8.
13. Nikolau K, Knez A, Rist C, Wintersperger BJ, Leber A, et al. Accuracy of 64-MDCT in the diagnosis of ischemic heart disease. *Am J Roentgenol*. 2006; 187: 111-7.
14. Leta R, Carreras F, Alomar X, Monell J, Picart JG, et al. Non-invasive coronary angiography with 16 multidetector-row spiral computed tomography: a comparative study with invasive coronary angiography. *Rev Esp Cardiol*. 2004; 57(3): 217-24.
15. Meijer AB, O YL, Geleijns J, Kroft LJ. Meta-analysis of 40- and 64-MDCT angiography for assessing coronary artery stenosis. *Am J Roentgenol* 2008; 191(6): 1667-75.

## Persetujuan Etik

Penelitian ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk telah dinyatakan dengan benar dan telah lolos kaji etik

## Persetujuan untuk Publikasi

Semua pihak telah menyetujui publikasi penelitian ini.

## Konflik Kepentingan

Tidak ada konflik kepentingan dalam pelaksanaan penelitian ini.

## Pendanaan

Pendanaan penelitian ini berasal dari dana pribadi peneliti.