

Analisis *Software* Semi Otomatis dan *Artificial Intelligence* Dalam Menentukan Letak Kalsifikasi Dan Nilai *Agatstone Score*

Fikri Fathurrahman¹ Khairil Anwar¹ Samsun¹

¹*Department of Radiodiagnostic and Radiotherapy Techniques, Poltekkes Kemenkes Jakarta II, Indonesia*

Corresponding author: Fikri Fathurrahman
Email: fikrifath4@gmail.com

ABSTRACT

Background: Medically, an important indicator from cardiovascular disease is the enhancement of calcification. For that reason, the assessment of Calcium Score and Artificial Intelligence have the same potential to help or even to replace human role, hence, it can reduce clinical work burden and improving an efficiency. This research aims to analyze a difference between Artificial Intelligence and semi-automatic methods in determining the calcification location and Agatstone Score value undertaken at Radiology and Nuclear Cardiology Installation of Harapan Kita Heart and Blood Vessel Hospital, West Jakarta.

Methods: Research design used is descriptive quantitative method, this research was executed in Radiology and Nuclear Cardiology Installation starting from October up to November 2023 with the total number of samples as many as 50 secondary data

Results: Result of this research shows that there is no significant difference between Artificial Intelligence-based software and semi-automatic methods in determining the mark of Agatstone Score and location calcification

Conclusions: Based on the results of the research and discussion analyzing semi-automatic software and Artificial Intelligence in determining the location of classification and Agatstone Score values, it can be concluded that the superiority of Artificial Intelligence-based post-processing software in determining the location of classification and Agatstone Score values lies in the fact that this software provides ease in rapidly and accurately reconstructing the assessment of classification locations, especially in cases of minimal lesions in blood vessels. It is faster and simpler in determining Agatstone Score values compared to semi-automatic methods because the software automatically works to determine the total Agatstone Score value.

Keyword : Calcium Score, Computed Tomography, Agatstone Score, Artificial Intelligence

Pendahuluan

Penyakit jantung iskemik merupakan penyakit kardiovaskular atau *Cardiovascular Disease* (CVD) dimana penyakit ini merupakan salah satu dari sebagian besar penyebab utama dari kematian dan beban penyakit yang ada di seluruh dunia, dengan lebih dari 500 juta kasus baru dan 18 juta kematian yang dilaporkan pada tahun 2019 (Roth et al., 2020). Indikator penting dari penyakit kardiovaskular atau *Cardiovascular Disease* (CVD) adalah peningkatan kalsifikasi pembuluh darah arteri koroner, yang terjadi secara bersamaan dengan perkembangan *aterosklerosis* hingga tingkat dimana luasnya dapat diprediksi terjadinya kelainan kardiovaskular dari waktu ke waktu (Neves et al., 2017).

Pengukuran volume kalsifikasi arteri koroner saat ini digunakan sebagai *predictor* risiko kardiovaskular (Apfaltrer et al., 2018). Diperlukan suatu cara untuk mengukur volume kalsium dari pembuluh darah koroner ini untuk perbandingan dan standar evaluasi, maka *agatstone score* mulai dikembangkan. Skor ini dihitung dengan

menjumlahkan lesi pada pembuluh darah koroner yang diberi bobot nilai berdasarkan densitas dan dikalikan dengan faktor yang ditentukan oleh atenuasi plak maksimal (Hecht, 2015). Berdasarkan *Agatstone Score*, pemindaian CACS dikelompokkan ke dalam kelompok resiko yang umum digunakan dengan nilai ambang batas sebagai berikut, CAC 0 dimana tidak ada plak yang teridentifikasi, resiko kardiovaskular rendah. CAC 1-10 yaitu beban plak minimal, resiko kardiovaskular rendah. CAC 11-100 berarti beban plak *aterosklerosis* ringan, resiko kardiovaskular sedang. CAC 101-400 berarti setidaknya beban plak *aterosklerosis* sedang, resiko kardiovaskular tinggi. CAC > 400 berarti plak *aterosklerosis* luas, resiko kardiovaskular tinggi (Sandstedt et al., 2020).

Beberapa metode semi otomatis untuk penghitungan CAC telah mulai dikembangkan dan digunakan secara klinis untuk mengatasi masalah ini, namun metode yang ditampilkan tersebut tetap rumit (Ceponiene et al., 2018). Untuk meminimalisir kesalahan dalam pengambilan keputusan, pelatihan bagi personel wajib dilakukan.

Proses manual dan pelatihan bagi personel yang diperlukan biasanya memerlukan banyak waktu, karena alasan ini kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* (AI) dikembangkan (Ceponiene et al., 2018).

Artificial Intelligence (AI) atau kecerdasan buatan adalah bidang ilmu komputer yang bertujuan untuk “menirukan” proses berfikir manusia, kapasitas belajar, dan daya ingat akan ilmu (7). AI bertujuan untuk mempercepat pemrosesan data dan meminimalisasi kesalahan. AI bukan hal yang baru ditemukan, tetapi menjadi topik yang paling hangat untuk diperbincangkan saat ini, baik dari segi pengembangan maupun pengertiannya itu sendiri terutama *Artificial intelligence* dalam dunia radiologi (L Lim, Tison G, 2020).

Dalam penilaian *Calcium Score*, AI memiliki potensi yang sama untuk membantu atau bahkan menggantikan peran manusia, sehingga mengurangi beban kerja klinis dan meningkatkan efisiensi. Hanya saja dalam pelaksanaannya masih perlu dilakukan Analisa terkait akurasi hasil perhitungan nilai *Agatstone Score* dan letak kalsifikasi jika di bandingkan dengan perhitungan semi-otomatis.

Rumah Sakit Jantung dan Pembuluh Darah Harapan Kita merupakan RS pusat rujukan nasional untuk pasien penyakit jantung. Pada tahun 2022 jumlah pasien CT-Scan rata rata dalam perbulan mencapai 250 pasien dan yang dilakukan pemeriksaan *Coronary Artery Calcium Score* (CACS) mencapai 50 perbulan.

Berdasarkan hasil observasi di Rumah Sakit Jantung dan Pembuluh Darah Harapan Kita, dalam menentukan nilai *Agatstone Score* dan letak kalsifikasi di pembuluh darah koroner pada pemeriksaan *Coronary Artery Calcium Score* (CACS) ternyata masih menggunakan metode semi-otomatis, padahal sudah tersedia metode AI.

Berdasarkan paparan diatas, penulis tertarik untuk meneliti lebih lanjut tentang “Analisis *Software* Semi-Otomatis dan *Artificial Intelligence* Dalam Menentukan Letak Kalsifikasi dan Nilai *Agatstone Score* Pada Pemeriksaan *Coronary Artery Calcium Score* di Rumah Sakit Jantung dan Pembuluh Darah Harapan Kita”.

Metode

Desain penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan observasi langsung. Penelitian ini dilakukan di Instalasi Radiologi dan Kardiologi Nuklir pada bulan Oktober – November 2023 dengan menggunakan CT-Scan Somatom

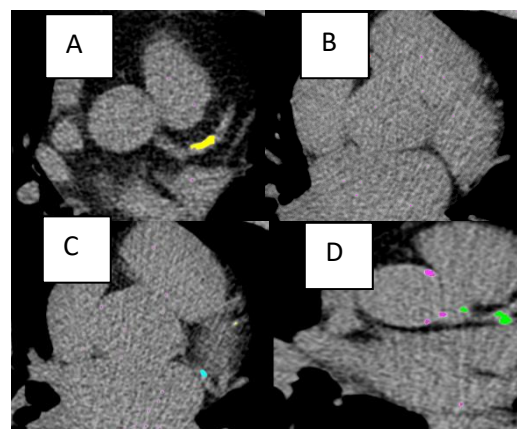
Drive dan jumlah sampel sebanyak 50 data sekunder pada pasien yang dilakukan pemeriksaan *Calcium Score Computed Tomography*. Metode pengumpulan data dengan melakukan Observasi dan dokumentasi diperoleh dari hasil *Coronary Artery Calcium Score* yang dilakukan pengukuran letak kalsifikasi dan nilai *agatstone score* dengan *software* berbasis *Artificial Intelligence* dan juga wawancara kepada 2 radiografer dengan kriteria mahir dalam pemeriksaan *Coronary Artery Calcium Score* dan berpengalaman minimal 10 tahun. Pengolahan data dengan membandingkan nilai *Agatstone Score* pada metode *Artificial Intelligence* dan semi-otomatis untuk 50 sampel penelitian dan melakukan uji hipotesa menggunakan uji *paired sampe T-Test*.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil observasi dan dokumentasi yang dilakukan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Jantung dan Pembuluh Darah Harapan Kita pada bulan Oktober – November 2023, didapatkan hasil sebagai berikut:

Pembuluh darah arteri koroner pada jantung terdiri dari beberapa klasifikasi segmen dimana system klasifikasi ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi lesi atau penyumbatan pada segmen segmen tersebut.

Di bawah ini merupakan hasil dari penggunaan metode *Artificial Intelligence* dalam menentukan letak kalsifikasi pada segmen LAD, LCX, RCA dan *Left Main* dengan sukses.

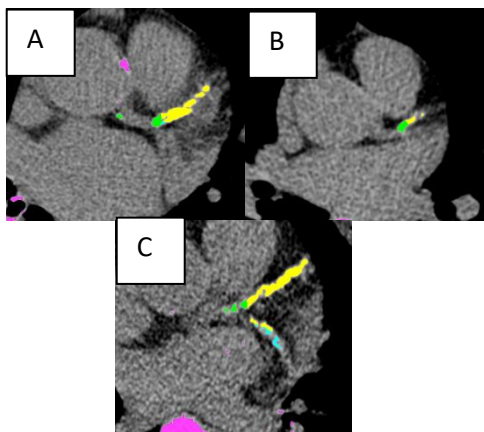


Gambar 1. Kesuksesan AI dalam mendeteksi kalsifikasi berdasarkan segmen pembuluh darah.

Pada gambar 1 merupakan penggunaan dari metode AI dalam menentukan letak kalsifikasi. Dimana pada gambar A, metode AI ini mampu menunjukkan letak kalsifikasi pada segmen pembuluh darah *Left Artery Descending* (LAD),

gambar B letak kalsifikasi pada segmen *Right Coronary Artery* (RCA), gambar C letak kalsifikasi pada segmen pembuluh darah *Left Circum Flex* (LCX) dan gambar D letak kalsifikasi pada segmen pembuluh darah *Left Main* (LM).

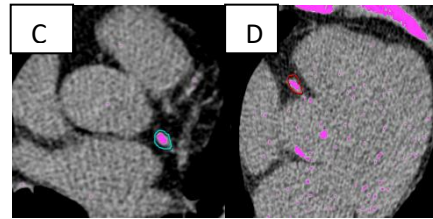
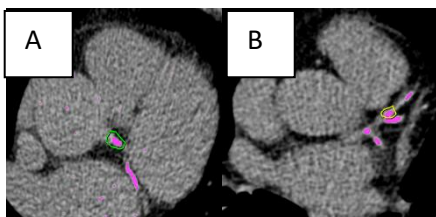
Terdapat juga kegagalan pada metode AI dalam menentukan letak kalsifikasi. Seperti pada gambar 2 dimana pada gambar A metode AI gagal dalam menentukan letak kalsifikasi segment *Left Main* (LM) – *Left Artery Descending* (LAD). Pada gambar B letak kalsifikasi berada pada pembuluh darah *Left Artery Descending* (LAD), tetapi hasil analisis dari *Artificial Intelligence* terdapat pada segmen *Left Main* (LM) – *Left Artery Descending* (LAD)



Gambar 2. AI gagal dalam mendeteksi kalsifikasi berdasarkan segmen pembuluh darah.

Pada gambar C letak kalsifikasi terdapat pada *Left Main* (LM), *Left Artery Descending* (LAD) dan *Left Circum Flex* (LCX), tetapi hasil analisis *Artificial Intelligence* terdapat kalsifikasi segmen *Left Artery Descending* (LAD) yang terhitung pada segmen *Left Circum Flex* (LCX).

Metode Semi-otomatis dilakukan untuk mendapatkan nilai *Agatstone Score* secara manual pada pemeriksaan *Coronary Artery Calcium Score* sehingga diperlukan langkah-langkah agar mendapatkan nilai *Agatstone Score* yang optimal.



Gambar 3. ROI Semi-otomatis *Agatstone score*.

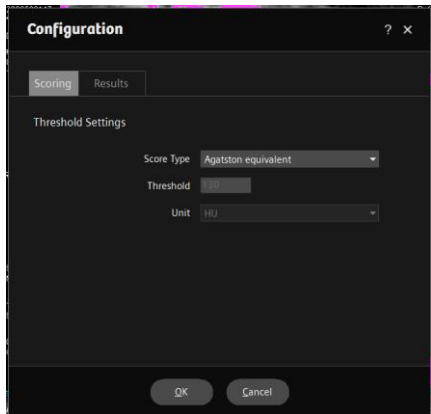
Pada gambar 3 merupakan proses penilaian *Agatstone Score* dengan metode semi-otomatis. Pada gambar A merupakan penghitungan metode semi-otomatis pada segmen pembuluh darah coroner *Left Main* (LM), pada gambar B merupakan penghitungan metode semi-otomatis pada segmen pembuluh darah coroner *Left Artery Descending* (LAD), pada gambar C merupakan penghitungan metode semi-otomatis pada segmen pembuluh darah coroner *Left Circum Flex* (LCX) dan pada gambar D merupakan penghitungan metode semi-otomatis pada segmen pembuluh darah coroner *Right Coronary Artery* (RCA). Adapun hasil pengukuran yang didapat seperti pada Gambar 4.

Artery	Lesions	Volume / mm ³	Equiv. Mass / mg	Score
LM	1	11.6	1.81	6.5
LAD	2	168.0	36.03	216.2
CX	3	72.7	11.93	58.1
RCA	1	7.4	1.32	6.3
Cx	0	0.0	0.00	0.0
Total	7	259.7	51.10	287.2
LT	0	0.0	0.00	0.0
LZ	0	0.0	0.00	0.0

Gambar 4. Hasil Pengukuran Semi-otomatis nilai total *Agatstone Score*

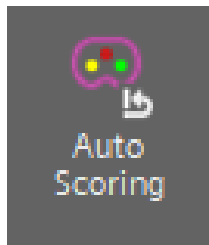
Gambar 3 merupakan contoh hasil dari total penghitungan nilai *Agatstone Score* dengan metode *Semi-otomatis* pada pembuluh darah coroner. Dimana *score* berdasarkan metode *Semi-otomatis* pada pembuluh darah *Left Main* (LM) adalah 6.5, pembuluh darah *Left Artery Descending* (LAD) adalah 216.2, pembuluh darah *Circum Flex* (CX) adalah 58.1, dan pembuluh darah *Right Coronary Artery* (RCA) adalah 6.3, sehingga total nilai *Agatstone Score* adalah 287.2.

Metode *Artificial Intelligence* dilakukan untuk mendapatkan nilai *Agatstone Score* secara otomatis pada pemeriksaan *Calcium Score Computed Tomography*, atur *configuration*, dengan ketentuan *Threshold setting* yaitu *Score Type* pilih *Agatstone equivalent*.



Gambar 5. Configuration Auto Scoring

Pada gambar 5 merupakan konfigurasi yang digunakan pada metode AI untuk menilai *Agatstone Score* pada pembuluh darah coroner, dengan pengaturan *Threshold* sebesar 130 dan unit yaitu HU (*Hounsfield Unit*). Jika sudah kemudian klik *Auto Scoring* pada menu.



Gambar 6. Auto Scoring

Gambar 6 merupakan *icon Auto Scoring*, dimana icon ini memiliki fungsi untuk mengaktifkan peran AI dalam menghitung nilai *Agatstone Score* pada pembuluh darah coroner. Kemudian nilai *Agatstone Score* akan muncul secara otomatis.

Artery	Lesions	Volume / mm ³	Equiv. Mass / mg	Score
LM	0	0.0	0.00	0.0
LAD	2	119.8	28.61	152.5
CX	0	0.0	0.00	0.0
RCA	0	0.0	0.00	0.0
Ca	0	0.0	0.00	0.0
Total	2	119.8	28.61	152.5
U1	0	0.0	0.00	0.0
U2	0	0.0	0.00	0.0

Gambar 7. Hasil Pengukuran *Artificial Intelligenc* nilai total *Agatstone Score*

Gambar 7 merupakan contoh dari hasil penilaian total *Agatstone Score* dengan metode AI pada pembuluh darah coroner. Dimana *score* berdasarkan metode AI pada pembuluh darah *Left Main (LM)* adalah 0, pembuluh darah *Left Artery Descending (LAD)* adalah 152.5, pembuluh darah *Circum Flex (CX)* adalah 0, dan pembuluh darah *Right Coronary Artery (RCA)* adalah 0, sehingga total nilai *Agatstone Score* adalah 152.5.

Telah dilakukan pengumpulan data untuk dilakukan penelitian berupa data pemeriksaan *Coronary Artery Calcium Score*. Data di bawah ini merupakan data yang bersifat retrospektif atau data sekunder pada periode bulan Januari – Juni 2023 yang telah tersaji sejumlah 50 data perhitungan nilai total *Agatstone Score* berdasarkan kategori resiko dengan metode Semi-otomatis dan juga AI yang dijadikan sebagai sampel penelitian.

Dimana kategori resiko nya sendiri terdiri dari beberapa rentang nilai, diantaranya 1-10 yaitu beban plak minimal, resiko kardiovaskular rendah. 11-100 berarti beban plak aterosklerosis ringan, resiko kardiovaskular sedang. CAC 101-400 berarti setidaknya beban plak aterosklerosis sedang, resiko kardiovaskular tinggi. CAC > 400 berarti plak aterosklerosis luas, resiko kardiovaskular tinggi. Untuk distribusi karakteristiknya sendiri dapat dilihat pada tabel 1 dan 2 di bawah ini.

Tabel 1. Distribusi karakteristik data metode Semi-Otomatis

		Semi-Otomatis				
Standard reference	Category	1-10	11-100	101-400	> 400	Total
	1-10	0				0
	11-100		0			0
	101-400			45		45
	> 400				5	5
	Total			45	5	50

Berdasarkan tabel 1 didapatkan data penghitungan nilai *Agatstone Score* dengan metode Semi-Otomatis dengan karakteristik data sebagai berikut, untuk nilai *agatstone score* 1-10 berjumlah 0 data, 11-100 berjumlah 0 data, 101-400 berjumlah 45 data dan > 400 berjumlah 5 data.

Tabel 2. Distribusi karakteristik data metode *Artificial Intelligence*.

		<i>Artificial Intelligence</i>				
Standard reference	Category	1-10	11-100	101-400	> 400	Total
	1-10	0				0
	11-100		0			0
	101-400			45		45
	> 400				5	5
	Total			45	5	50

Berdasarkan tabel 2 didapatkan data penghitungan nilai *Agatstone Score* dengan metode AI dengan karakteristik data sebagai berikut, 1-10 berjumlah 0 data, 11-100 berjumlah 0 data, 101-400 berjumlah 45 data dan > 400 berjumlah 5 data.

Untuk mempermudah dalam melihat statistik dari nilai *Agatstone Score* dengan metode Semi-otomatis dan *Artificial Intelligence*, maka disajikan dalam tabel 3.

Tabel 3. Analisis Deskriptif *Artificial Intelligence* dan Semi-otomatis

	AI	Semi_Otomatis
N	50	50
Mean	280.2100	281.3080
Median	277.2500	280.3500
Mode	223.40 ^a	270.00 ^a
Std. Deviation	97.62829	98.50421
Minimum	111.70	115.70
Maximum	503.60	511.80

Berdasarkan tabel 3 terlihat bahwa nilai rata-rata dari penghitungan nilai *Agatstone Score* metode AI dan *Semi-Otomatis* adalah 280.2100 dan 281.3080. Standar deviasi pada AI sebesar 97.62829 dan standar deviasi pada Semi-otomatis sebesar 98.50421. Nilai minimum dan maksimum pada AI sebesar 111.70 dan 503.60 sedangkan pada Semi-otomatis sebesar 115.70 dan 511.80.

Analisis terhadap informasi nilai *Agatstone Score* dengan metode Semi-otomatis dan *Artificial Intelligence* yang telah diteliti di Rumah Sakit Jantung dan Pembuluh Darah Harapan Kita dengan menggunakan uji normalitas dan uji beda dua sampel berpasangan *T-test*. Hasil uji normalitas tersaji pada tabel 4 dibawah ini:

Tabel 4. Uji Normalitas pengukuran AI dan Semi-otomatis

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
AI	.062	50	.200*	.971	50	.249
Semi-Otomatis	.064	50	.200*	.971	50	.249

Pada tabel 4 di atas menunjukkan bahwa hasil dari uji normalitas informasi nilai penghitungan

Agatstone Score dengan metode *Artificial Intelligence* dan Semi-otomatis menunjukkan data nilai distribusi (sig/P value) > 0.05 maka data dikatakan berdistribusi normal sehingga selanjutnya data dapat diuji analisa perbedaan dengan menggunakan uji *Paired-Samples T Test* dengan menggunakan aplikasi SPSS. Berikut hasil dari uji statistik *Paired Sample T Test* dengan menggunakan aplikasi SPSS.

Tabel 5. *Paired Samples Correlations*

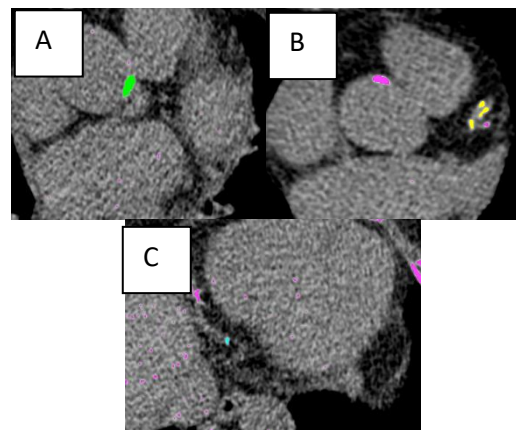
	N	Correlation	Sig.
AI & Semi_Otomatis	50	.998	.000

Berdasarkan tabel 5 dilakukan uji korelasi untuk melihat apakah ada hubungan antara metode AI dan Semi-otomatis. Dimana nilai Sig. < dari 0,05 maka terdapat hubungan antara metode AI dan Semi-otomatis.

Tabel 6. Analisis perbedaan AI dan Semi-otomatis

	Std. Deviation	Std. Error Mean	t	df	Sig. (2-tailed)
AI - Semi_Otomatis	5.76380	.81512	-1.347	49	.184

Hasil Analisa uji beda pada tabel 4.8 diatas menunjukkan nilai Sig. (2-tailed) > 0,05 maka tidak terdapat perbedaan signifikan antara metode *Artificial Intelligence* dan Semi-otomatis.



Gambar 8. Kegagalan *Artificial Intelligence* dalam menentukan nilai *Agatstone Score*.

Seperti yang terlihat pada gambar 8 A dimana terdapat kalsifikasi pada pembuluh darah aorta, yang seharusnya tidak termasuk dalam penilaian *Agatstone Score* di pembuluh darah *coroner*. Gambar B menunjukkan tidak terbacanya kalsifikasi

pada pembuluh darah *Left Artery Descending* (LAD) yang juga mempengaruhi nilai dari *Agatstone Score*. Gambar C tidak terbacanya kalsifikasi pada pembuluh darah *Right Coronary Artery* (RCA) yang juga akan berpengaruh terhadap nilai dari *Agatstone Score*.

Hasil analisis uji statistik menggunakan uji *Paired Sample T Test* yang dilakukan pada 50 Sampel penghitungan nilai *Agatstone Score* dengan metode *Artificial Intelligence* dan metode Semi-otomatis. Berdasarkan Tabel 6 didapatkan nilai sig (2-tailed) $0.184 > 0.05$ maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara metode *Artificial Intelligence* dan Semi-otomatis dalam menentukan nilai *Agatstone Score*.

Dalam menentukan letak kalsifikasi kekurangan dari *software* ini adalah terdapat miss kalkulasi dalam penentuan letak kalsifikasi terutama pada kasus *severe* kalsifikasi *plaque* yang terdapat pada pembuluh darah coroner, dan juga jika terdapat kalsifikasi pada *segment* pembuluh darah coroner tertentu seperti perbatasan antara *segment Left main* (LM) dengan *Left Artery Descending* (LAD) dan juga *Left main* (LM) dengan *Left Circum Flex* (LCX).

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan menganalisis *software* semi-otomatis dan *Artificial Intelligence* dalam menentukan letak kalsifikasi dan nilai *Agatstone Score*, maka dapat disimpulkan bahwa keunggulan dari *software* post processing berbasis *Artificial Intelligence* dalam menentukan letak kalsifikasi dan nilai *Agatstone score* adalah Pada *software* ini, bisa memberikan kemudahan dalam melakukan proses rekonstruksi penilaian letak kalsifikasi secara cepat dan tepat pada segmen pembuluh darah terutama pada kasus lesi minimal dan lebih cepat, lebih simpel dalam menentukan nilai *Agatstone Score* jika dibandingkan dengan metode Semi-otomatis, karena secara otomatis *software* akan bekerja dalam menentukan total nilai *Agatstone Score*.

Daftar Pustaka

Apfaltrer, G., Albrecht, M. H., Schoepf, U. J., Duguay, T. M., De Cecco, C. N., Nance, J. W., De Santis, D., Apfaltrer, P., Eid, M. H., Eason, C. D., Thompson, Z. M., Bauer, M. J., Varga-Szemes, A., Jacobs, B. E., Sorantin, E., & Tesche, C. (2018). High-pitch low-voltage CT coronary artery calcium scoring with tin filtration: accuracy and radiation dose reduction. *European Radiology*,

28(7), 3097–3104. <https://doi.org/10.1007/s00330-017-5249-2>

- Ceponiene, I., Nakanishi, R., Osawa, K., Kanisawa, M., Nezarat, N., Rahmani, S., Kissel, K., Kim, M., Jayawardena, E., Broersen, A., Kitslaar, P., & Budoff, M. J. (2018). Coronary Artery Calcium Progression Is Associated With Coronary Plaque Volume Progression: Results From a Quantitative Semiautomated Coronary Artery Plaque Analysis. *JACC: Cardiovascular Imaging*, 11(12), 1785–1794. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2017.07.023>
- Hecht, H. S. (2015). *Coronary Artery Calcium Scanning Past, Present, and Future*.
- Krittanawong, C., Zhang, H., Wang, Z., Aydar, M., & Kitai, T. (2017). *REVIEW TOPIC OF THE WEEK Artificial Intelligence in Precision Cardiovascular Medicine*.
- L Lim, Tison G, D. F. (2020). Artificial Intelligence in Cardiovascular Imaging. *Artificial Intelligence in Cardiovascular Imaging, METHODIST DEBAKEY CARDIOVASC J*, 138–145.
- Neves, P. O., Andrade, J., & Monção, H. (2017). Escore de cálcio coronariano: Estado atual. In *Radiologia Brasileira* (Vol. 50, Issue 3, pp. 182–189). Colegio Brasileiro de Radiologia. <https://doi.org/10.1590/0100-3984.2015.0235>
- Roth, G. A., Mensah, G. A., Johnson, C. O., Addolorato, G., Ammirati, E., Baddour, L. M., Barengo, N. C., Beaton, A., Benjamin, E. J., Benziger, C. P., Bonny, A., Brauer, M., Brodmann, M., Cahill, T. J., Carapetis, J. R., Catapano, A. L., Chugh, S., Cooper, L. T., Coresh, J., ... Fuster, V. (2020). Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors, 1990-2019: Update From the GBD 2019 Study. In *Journal of the American College of Cardiology* (Vol. 76, Issue 25, pp. 2982–3021). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.11.010>
- Sandstedt, M., Henriksson, L., Janzon, M., Nyberg, G., Engvall, J., De Geer, J., Alfredsson, J., & Persson, A. (2020). Evaluation of an AI-based, automatic coronary artery calcium scoring software. *European Radiology*, 30(3), 1671–1678. <https://doi.org/10.1007/s00330-019-06489-x>