

Prediksi Evolusi Diameter Aorta Berdasarkan Sinyal Trombus dari Magnetic Resonance Images pada Small Abdominal Aortic Aneurysms

C. M. Karyati¹, A. Lalande³, E. Steinmetz² dan F. Brunotte³

¹ Faculty of Computer Science and Information Technology, University of Gunadarma, Depok - Indonesia, csyarah@staff.gunadarma.ac.id

² Central Hospitalier Universitaire (CHU) de Bocage, Dijon - France

³ Groupe Imagerie Mdicale, Le2i, UMR CNRS 5158, Facult de Mdecine, Universit de Bourgogne, Dijon - France

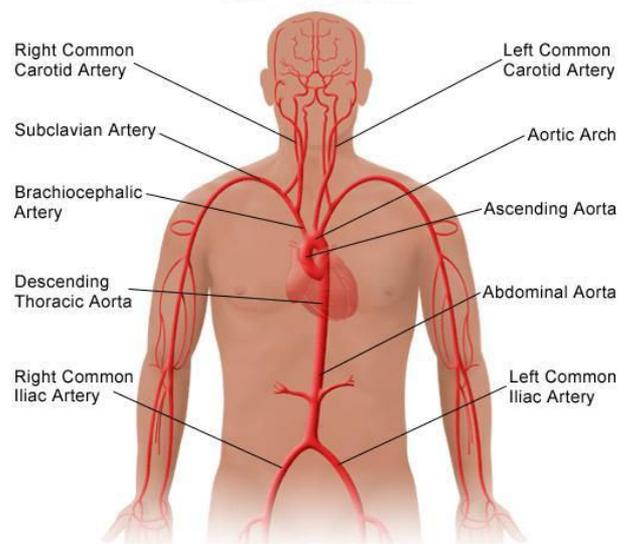
Abstrak Mempelajari gambar T1 dan T2 dari hasil pemeriksaan MR Imaging terhadap adanya trombus pada pasien Small Abdominal Aortic Aneurysms (SAAA) untuk mengetahui apakah sinyal trombus bisa dihubungkan dengan evolusi pembesaran diameter aorta, dan kemudian bisa memprediksi risiko pecahnya dinding aorta. Data diperoleh dari 16 pasien dengan SAAA. Gambar MR diperoleh dari Imager 3T (Trio TIM, Siemens Medical Solution, Jerman). Dalam protokol penelitian kami, gambar yang diambil adalah studi anatomi, gambar cine-MR, gambar T1/T2, gambar aliran darah, dan gambar setelah injeksi contrast agents. Manual tracing dilakukan untuk menentukan luas permukaan Aorta dan luas permukaan luminal guna menentukan luas permukaan trombus. Maksimum diameter aorta secara otomatis didapat dari manual tracing pada gambar T1. Parameter digunakan untuk mempelajari sinyal trombus adalah mean, median, standar deviasi, skewness dan kurtosis. Setiap parameter dihitung pada area thrombus, dan sinyal di otot digunakan untuk menormalisasikannya. Setelah itu, semua parameter akan dibandingkan dengan evolusi dari diameter aorta. Ditemukan 13 dari 16 pasien dengan SAAA memiliki trombus. Namun tidak ada korelasi antara sinyal trombus dengan evolusi dari diameter aorta (r sering kali kurang dari 0,3). Tapi beberapa parameter menunjukkan hubungan antara sinyal thrombus dan diameter maksimum (mean ($r = 0318$)), median ($r = 0,318$), skewness ($r = 0304$)) atau dengan evolusi diameter maksimum (mean ($r = 0512$)). Dapat disimpulkan bahwa perbandingan kategori trombus yang kami kalkulasikan secara matematik dengan kategori thrombus secara visualisasi mencapai 81% tingkat kesesuaian, tapi kita tidak bisa menggunakan sinyal trombus sendiri sebagai parameter untuk memprediksi evolusi dari diameter aorta.

Kata Kunci : trombus sinyal, evolusi diameter aorta, gambar T1 dan T2, Abdominal Aortic Aneurysms

1 Pendahuluan

1.1 Aorta

Aorta adalah arteri besar yang membawa darah bersama oksigen dari jantung ke seluruh tubuh manusia. Pada gambar 1, dapat dilihat anatomi dari aorta. Banyak studi pada aorta manusia telah berhasil mendeteksi kelainan pada dinding aorta, baik di aorta toraks ataupun abdomen. Secara umum, dinding aorta sangat elastis, jadi jika terjadi pembengkakan, dinding aorta tidak akan dapat menyusut kembali dan hal tersebut bisa berisiko pecah tanpa bisa diprediksi kapan risiko pecahnya dinding aorta tersebut akan terjadi. Hal ini akan mengakibatkan risiko kematian pada si pasien. Parameter yang dipertimbangkan ketika membuat suatu keputusan bedah antara lain adalah: ukuran aneurisma lebih besar dari 5 cm (sekitar dua inci), laju pertumbuhan aneurisma adalah 0,5 cm (periode dari enam bulan sampai satu tahun), dan kemampuan pasien untuk mentolerir prosedur. [1]

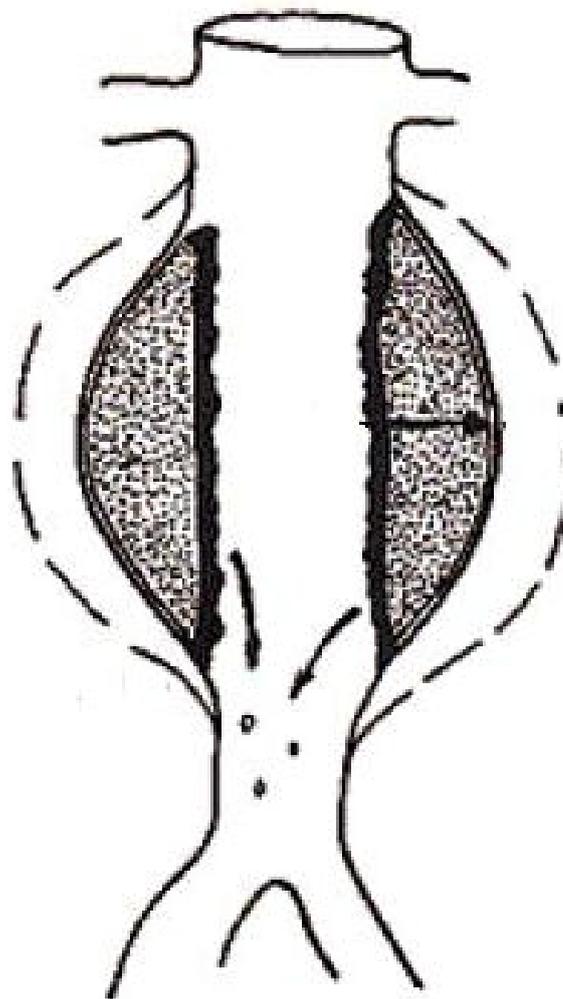


Gambar 1. Anatomi aorta(Health Library, New York-Presbyterian Hospital, 2008)

Sebuah Abdominal Aortic Aneurysm, juga disebut AAA, merupakan daerah menggembung pada dinding aorta yang menghasilkan suatu pelebaran abnormal atau balon yang lebih besar 50 persen dari diameter normal. Beberapa penyebab pembengkakan dinding aorta adalah usia (lebih dari 60 tahun), laki-laki (kejadian pada laki-laki adalah empat sampai lima kali lebih besar daripada perempuan), riwayat keluarga (kerabat tingkat pertama seperti ayah atau saudara laki-laki), faktor genetik, hiperlipidemia (lemak tinggi dalam darah), hipertensi (tekanan darah tinggi), merokok, dan diabetes.

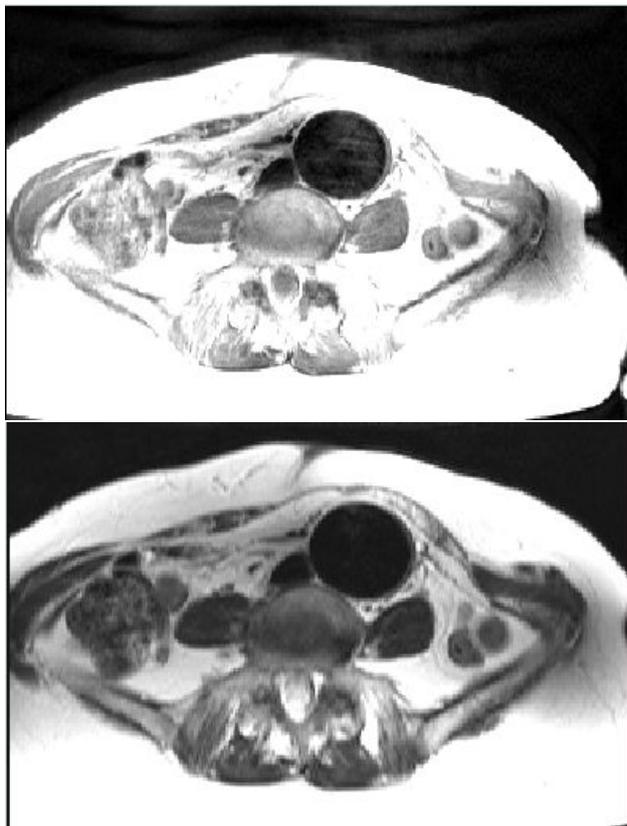
1.2 Trombus Sinyal

Trombosis akan mengacu pada pembentukan bekuan darah (thrombus) dalam pembuluh darah atau rongga jantung dalam sistem kehidupan. Abdominal Aortic Aneurysms sering dikaitkan dengan trombus (gumpalan darah) di dalamnya. Hal ini sesuai dengan fakta yang telah dipelajari dan ditunjukkan oleh bidang pemeriksaan patologi, bedah, dan klinis berdasarkan hasil computed tomography (CT), pencitraan ultrasound, angiografi, tradisional spin-echo (SE) ataupun cine-MRI. Banyak Metode yang dibuat atau dimodifikasi untuk membantu untuk membuktikan keberadaan sinyal trombus secara utuh dalam aorta. Tapi sampai sekarang, dengan adanya beberapa gangguan yang terjadi pada aorta, sulit untuk mendeteksi atau mengevaluasi dengan benar adanya sinyal trombus. [3]



Gambar 2. Aneurysms dengan formasi trombus [4]

Pemilihan gambar untuk menganalisa formasi trombus adalah sangat penting. Gambar yang dipilih adalah gambar di mana pemeriksaan terjadi selama relaksasi berlangsung, seperti gambar T1 dan T2 dibawah ini :[5]



Gambar 3. T1 dan T2

2 Tujuan

Dalam studi ini kami mempelajari gambar T1 dan T2 dengan trombus dari pemeriksaan pasien SAAA untuk mengetahui apakah sinyal trombus bisa dihubungkan dengan evolusi pembesaran diameter aorta, dan kemudian bisa memprediksi risiko pecahnya dinding aorta.

3 Data dan Metode

3.1 Data

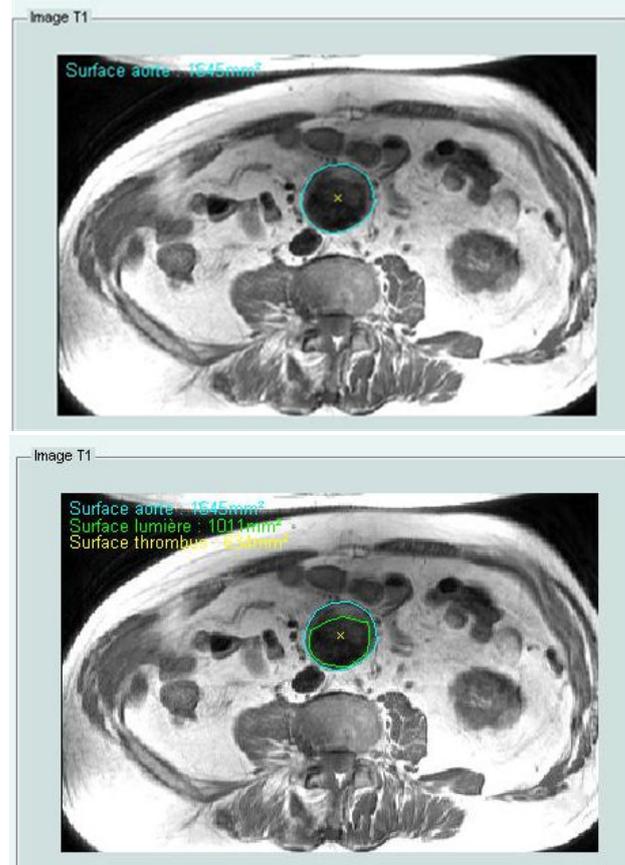
Data diperoleh dari 16 pasien dengan SAAA yang telah diperiksa sejak Juli 2006 sampai Januari 2010. Setiap pasien telah mengalami pemeriksaan minimal 1 sampai 4 kali dengan jarak pemeriksaan setiap 6 sampai 12 bulan. Gambar MR diperoleh dari Imager 3T (Trio TIM, Siemens Medical Solution, Jerman). Berdasarkan dari data klinis yang diperoleh, dapat dilihat bahwa perbedaan karakteristik dari masing-masing pasien ditinjau dari status merokok (smoking/ex smoking), banyak lemak dalam darah (dyslipidemie), dan tekanan darah tinggi (hypertensi).

3.2 Protokol MRI

Dalam protokol penelitian kami, gambar yang digunakan antara lain gambar studi anatomi, gambar cine-MR untuk pemodelan 3D/4D, gambar T1/T2, gambar aliran darah, dan gambar setelah injeksi contrast agents untuk mempelajari aspek inflamasi. Menggunakan perangkat lunak MatLab gambar T1 dan T2 telah diproses dan lebih khusus digunakan untuk menganalisa sinyal thrombus. Untuk setiap pasien, gambar ini terletak di posisi yang sama antar satu pemeriksaan dengan pemeriksaan yang lain.

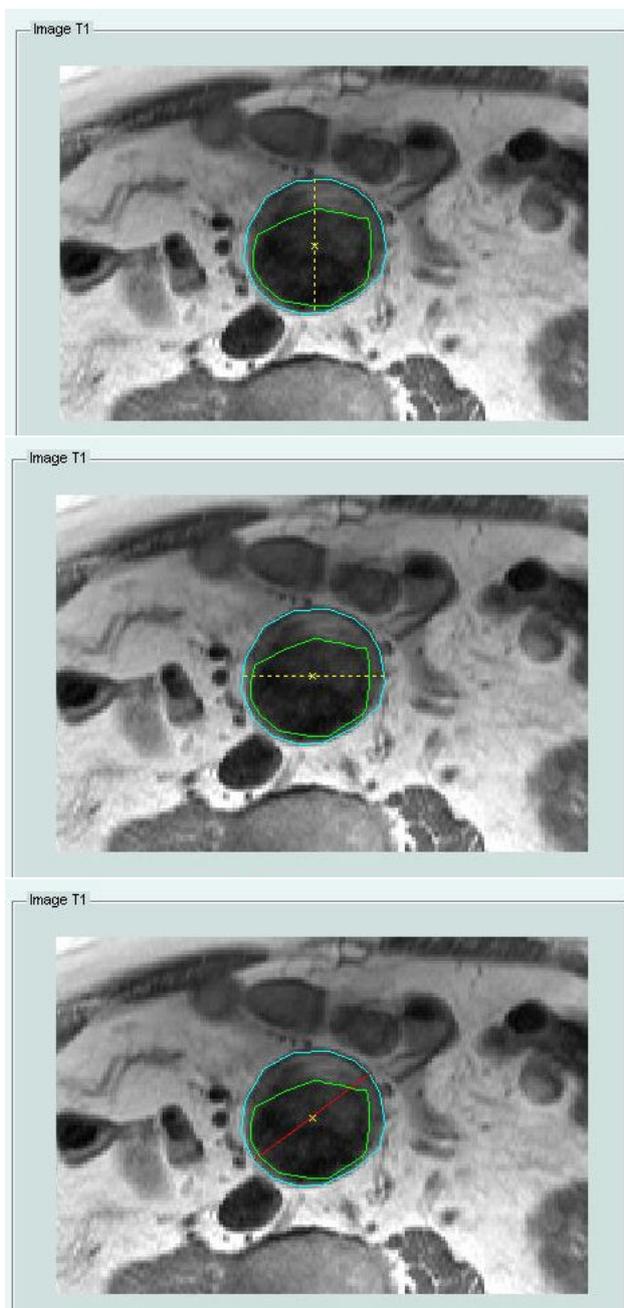
3.3 Proses

Pengolahan dilakukan dalam pemeriksaan awal untuk aspek predictiv, dan juga dilakukan di pada pemeriksaan akhir yang memiliki informasi penting tentang keberadaan trombus karena merupakan daerah yang lebih memiliki banyak sinyal. Manual tracing dilakukan untuk menentukan luas permukaan Aorta dan luas permukaan luminal sehingga diperoleh Luas Permukaan Trombus = Luas Permukaan Aorta - Luas Permukaan Luminal. Hal ini dapat kita lihat pada gambar berikut :



Gambar 4. (a) Manual tracing pada permukaan Aorta, (b) Manual tracing pada permukaan Luminal

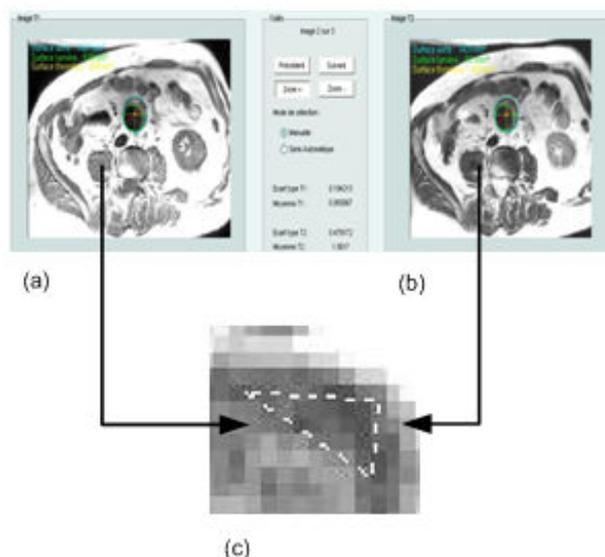
Trombus ditemukan jika luas permukaan trombus mencapai 30. Setelah melakukan manual tracing pada permukaan aorta, secara otomatis akan diperoleh nilai dari panjangnya diameter aorta yang dilihat dari tiga posisi, yakni : Diameter anterior-posterior, Diameter transversal dan Diameter maksimum, seperti ditampilkan dalam gambar berikut:



Gambar 5. (a) Anterior-Posterior Diameter, (b) Transversal Diameter, (c) Maximum Diameter

Area untuk normalisasi data ditentukan pada daerah otot di sekitar aorta. Hal ini disebabkan karena sinyal pada area otot relative tetap atau hanya sedikit

mengalami perbedaan dari satu pemeriksaan ke pemeriksaan yang lain.



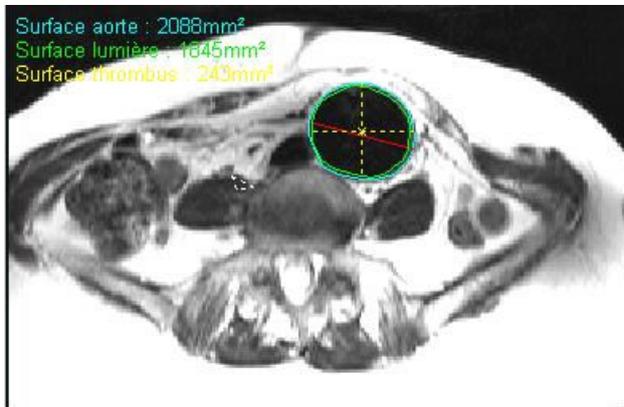
Gambar 6. (a) gambar T1, b) T2 setelah manual tracing, c) Area normalisasi pada otot

3.4 Paramater

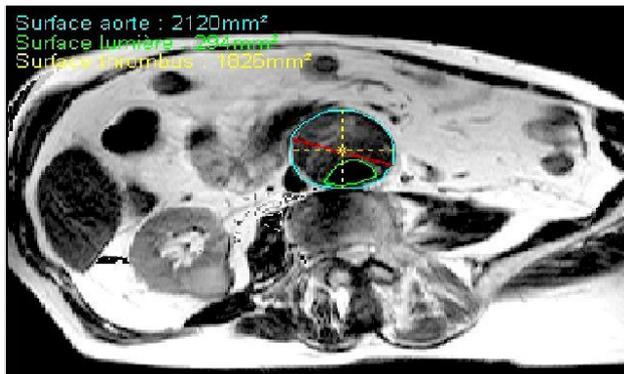
Maksimum diameter aorta secara otomatis diperoleh dari manual tracing pada gambar T1 dalam semua pemeriksaan. Setelah itu kita menghitung evolusi dari diameter aorta ($\text{mm} / \text{tahun} = ?$ Maksimum diameter (mm) / ? Tanggal pemeriksaan (hari) * 365 hari. Beberapa parameter yang digunakan untuk mempelajari sinyal trombus, seperti mean, median, standar deviasi (SD), skewness yang menggambarkan tingkat asimetri sinyal histogram dengan formula $\frac{1}{n} \sum (x_i - \bar{x})^3 / Ns^3$, dan kurtosis yang menggambarkan bagaimana ketajaman histogram dengan formula $\frac{1}{n} \sum (x_i - \bar{x})^4 / Ns^4 - 3$, dimana n adalah jumlah pixel pada aorta, x_i nilai x adalah nilai mean dari aorta, s adalah SD, dan N adalah jumlah sinyal pada puncak histogram. [6] Setiap parameter dihitung pada area thrombus, dan pada sinyal di daerah otot yang digunakan untuk menormalkan mean sinyal pada trombus, median sinyal pada trombus dan standar deviasi sinyal pada trombus. Parameter ini kemudian akan dibandingkan dengan evolusi dari diameter aorta. Dengan menggunakan mean / median / SD dari sinyal thrombus pada aorta dan menormalisasikan mean / median / SD sinyal pada otot, kami membuat klasifikasi thrombus sebagai berikut: thrombus Homogen jika $T1 = T2 = \text{sinyal rendah}$, thrombus heterogen jika $T1 = T2 = \text{sinyal tinggi}$ dan thrombus Indefinite jika $T1 \neq T2$ (sinyal rendah dan sinyal tinggi, atau sebaliknya). [7]

4 Hasil

Kami menemukan 13 dari 16 pasien dengan SAAA memiliki thrombus di dalamnya. Berikut adalah contoh gambar T1 yang dapat menjelaskan tentang adanya trombus di SAAA.

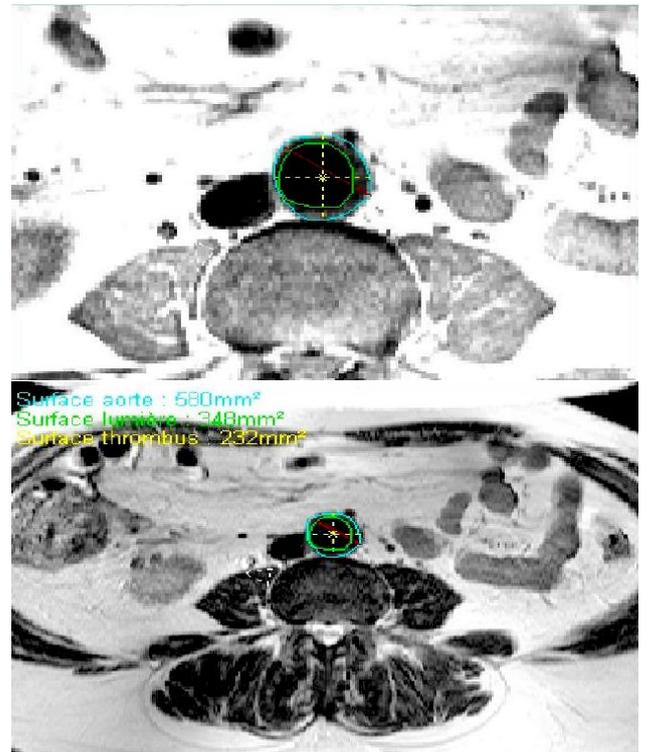


Gambar 7. Surface thrombus 11.6%, tanpa trombus

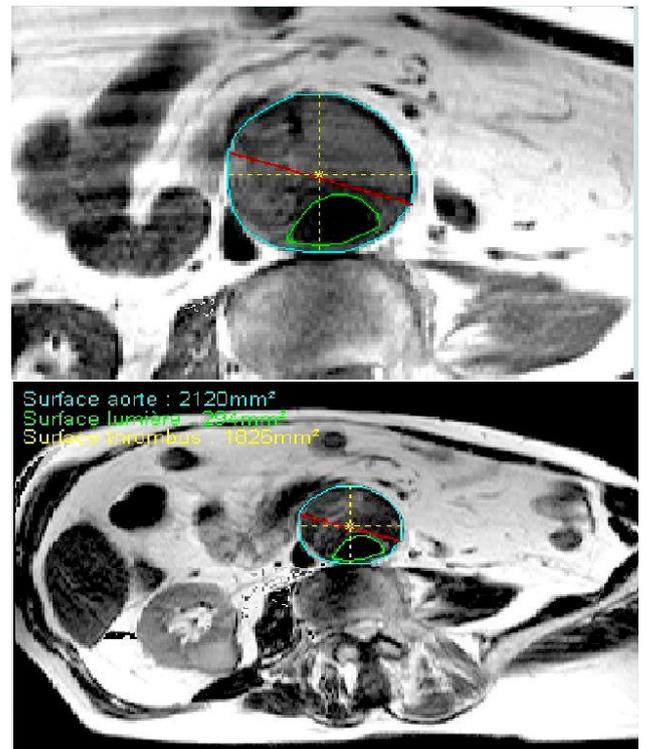


Gambar 8. Surface thrombus 48.4, dengan formasi trombus

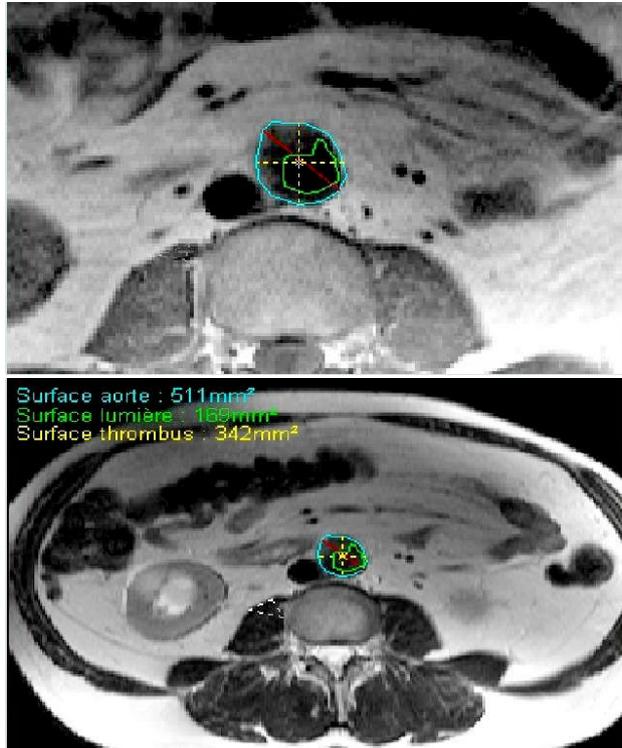
Berdasarkan distribusi area pembagian wilayah tinggi rendahnya sinyal trombus, dapat dikategorikan bahwa terdapat 3 pasien tanpa trombus, 5 pasien dengan trombus Homogenous, 7 pasien dengan trombus Heterogeneous dan 1 pasien dengan trombus Indefinite. Beberapa gambar yang mewakili keberadaan kategori trombus tersebut dapat dilihat dibawah ini:



Gambar 9. Pria, 55, ex smoking, hipertensi, dyslipidemie, ? Max Diameter = 2,80 mm/year, 40% surface thrombus, Homogeneous ,T1 = T2 = rendah , (a) T1= 0.391 ; 0.815, (b) T2= 0.327 ; 0.788



Gambar 10. Pria, 83, ? Max Diameter = 2,27 mm/year, 90,85% surface thrombus, Heterogeneous, T1 = T2 = tinggi, a) T1= 2.675 ; 0.815, (b)T2 = 0.881; 0.788



Gambar 11. Pria, 59, ex smoking, ? Max Diameter =1,33 mm/year, 66,93% surface thrombus, Indefinite, T1 = ren-

dah ? T2 = tinggi, (a) T1= 0.691 ; 0.815, (b)T2 = 0.853 ; 0.788

Daftar Pustaka

1. S. Ito et al (2008) Differences in Atherosclerotic Profiles Between Patients With Thoracic and Abdominal Aortic Aneurysms, *The American Journal of Cardiology*, 101 :696-699
2. Eric M. Isselbacher (2005) Thoracic and Abdominal Aortic Aneurysms, *Circulation*
3. T. Honda et al (1997) Diagnosis Thrombus and Blood Flow in Aortic Aneurysms by use of Tagging Cine MRI, *International Journal of Angiology*, 6:203-206, 1997
4. M. Xavier et al (2007), Dynamic 4D Blood Flow Representation in the Aorta and Analysis From Cine-MRI in Patients, *Computers in Cardiology*, 34:375-378
5. C.M. Kramer et al (2004) Magnetic Resonance Imaging Identifies the Fibrous Cap in Atherosclerotic Abdominal Aortic Aneurysm, *Circulation*, 109; 1016-1021
6. S. Matsuoka et al (2006) Quantification of Thin-Section CT Lung Attenuation in Acute Pulmonary Embolism: Correlations with Arterial Blood Gas Levels and CT Angiography, *American Roentgen Ray Society*, 186:1272-1279
7. M. Castrucci et al (1995) Mural Thrombi in Abdominal Aortic Aneurysms: MR Imaging Characterization-Useful before Endovascular Treatment ?, *RSNA*, 197