

DETERMINASI KECEPATAN ALIRAN DARAH AORTA TORAKALIS PASIEN ABDOMEN
MENGGUNAKAN DATA GRAFIS ULTRASONOGRAFI COLOR DOPPLER DI INSTALASI RADIOLOGI
RSUD ABDOEL WAHAB SJHRANIE SAMARINDA

"Determination of Blood Stream Velocities in Aorta Thoracalis of the Abdomen Patient By Using
Graphical Data of Color Doppler Ultrasonography in Radiology Unit of Samarinda Abdoel Wahab
Sjhranie Hospital"

Antoneta Dollu^{1*}, Suhadi Mulyono, M.Si², Dr. Adrianus Inu Natalisanto, M.Si³

¹Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

²RSUD Abdoel Wahab Sjhranie Samarinda

*Corresponding author: antonetadollu2610@gmail.com

Abstract. Blood stream velocities of aorta thoracalis of the Abdomen Patient were determined by using graphical data of color Doppler ultrasonography. The determination of the velocities was by using the polygon method, that was by reading graphical data resulted in the inspection of color Doppler ultrasonography on the patient's aorta thoracalis. Based on the graphics, it could be computed the average velocities of blood stream in the aorta thoracalis. The results were: First, the calculation of the average velocities of blood stream through aorta thoracalis of ten patients showed that the lowest velocity was on patient C (6.14 cm/s) or patient E (6.11 cm/s) and the highest velocity was on patient D (36.26 cm/s). Second, the calculation of systolic velocity showed that the lowest velocity was on patient E (13.503 cm/s) and the highest velocity was on patient D (89.199 cm/s). Third, the calculation of diastolic velocity showed that the lowest velocity was on patient C (9.536 cm/s) or patient E (9.226 cm/s) and the highest velocity was on patient D (52.939 cm/s).

Key Words: USG Color Doppler, Aorta Thoracalis, Systolic Velocity of Blood Stream, Diastolic Velocity of Blood Stream, Pulsatility.

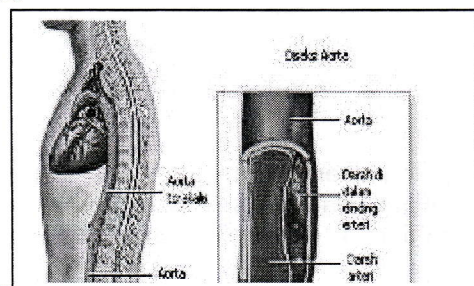
Pendahuluan

Ultrasonografi (USG) *Color Doppler* merupakan salah satu *imaging* diagnostik (pencitraan diagnostik) untuk pemeriksaan organ-organ tubuh manusia. Dari pencitraan tersebut dapat dipelajari bentuk, ukuran dan gerakan anatomi tubuh, serta hubungan aliran darah dengan jaringan sekitarnya. Pemeriksaan dengan USG *Color Doppler* tidak menimbulkan rasa sakit pada penderita, serta dapat dilakukan dengan cepat dan aman, juga data yang diperoleh mempunyai nilai diagnostik yang tinggi.

USG *Color Doppler* terutama dipakai pada pemeriksaan pasien abdomen. Data yang didapatkan dari USG tersebut berupa grafik kecepatan aliran darah dalam pembuluh darah aorta, yang salah satunya adalah aorta torakalis. Aorta torakalis (diperlihatkan dalam Gambar 1) adalah pembuluh darah terbesar dalam tubuh yang langsung terhubung ke jantung. Pemeriksaan kecepatan aliran darah aorta torakalis sangat penting terutama untuk mengetahui pasien hipertensi dan non hipertensi (Bushberg, 2002).

Terdapat tiga hal penting pada pembacaan data grafis kecepatan aliran darah aorta torakalis pada pasien abdomen, yaitu: nilai indeks pulsatilitas (P_i), nilai indeks resistansi (R_i) dan grafik kecepatan versus waktu aliran darah itu sendiri. Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan, baik nilai P_i maupun nilai R_i terkait dengan tiga hal, yaitu: nilai kecepatan sistolik, nilai kecepatan diastolik dan kecepatan rata-rata (Mulyani, 2012).

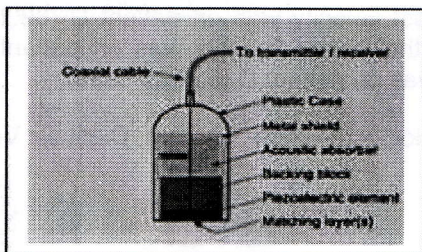
Dalam makalah ini dilaporkan hasil penelitian pembacaan data grafis USG *Color Doppler* dengan menggunakan metode polygon. Penelitian tersebut berpangkal pada hipotesis bahwa kecepatan sistolik dan diastolik dapat dinyatakan dalam kecepatan rata-rata aliran darah yang dikuantifikasi dengan metode polygon.



Gambar 1. Aorta torakalis dan aorta abdominalis (Anonimous, 2009).

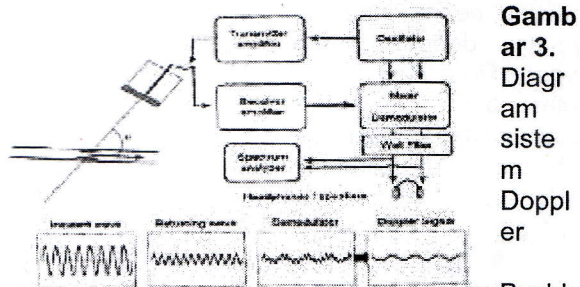
Teori

Data grafik *USG Color Doppler* merupakan hasil keluaran transduser *USG* (diperlihatkan dalam Gambar 2). Bagian terpenting dari transduser tersebut adalah elemen *piezoelectric*. Elemen tersebut berfungsi untuk membangkitkan gelombang ultrasonik dan dalam fase waktu yang berbeda menangkap gelombang pantulnya (Bushberg, 2002). Dengan demikian transduser tersebut mempunyai dua fungsi, yakni sebagai transmitter dan receiver dari gelombang ultrasonik. Dalam sebuah transduser *USG* bisa terdapat lebih dari 64 buah elemen kristal piezoelektrik (tebalnya kurang dari 1 mm) yang tersusun berderet-deret.



Gambar 2. Transduser *USG* (Bushberg, 2002)

Dalam pemeriksaan aorta torakalis dengan menggunakan *USG Color Doppler*, gelombang ultrasonik yang dipancarkan transduser *USG* akan mengenai aliran darah aorta torakalis tersebut dan dipantulkan. Gelombang pantul tersebut dalam waktu yang hampir bersamaan diterima oleh transduser *USG* juga. Diagram Sistem Doppler diperlihatkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Diagram sistem Doppler

(Bushb

erg, 2002)

Kecepatan aliran darah yang diukur sistem Doppler dengan diagram seperti diperlihatkan dalam Gambar 3 dapat ditentukan dengan

menerapkan azas Doppler (Finn, 1994). Dapat ditentukan bahwa persamaan kecepatan aliran darah v_i adalah

$$v_i = \left(\frac{f_r - f_t}{f_r + f_t} \right) \frac{v_{i0}}{\cos \theta} \quad (1)$$

dengan v_{i0} adalah kecepatan gelombang ultrasonik, f_t adalah frekuensi gelombang ultrasonik yang dipancarkan (*transmitted*) transduser, dan f_r adalah frekuensi gelombang ultrasonik yang pantulan/diterima (*received*) transduser. Dengan menerapkan persamaan (1), diperoleh data grafik *USG Color Doppler*, yakni: grafik kaitan antara kecepatan dan waktu (Bushberg, 2012).

Dari data grafik *USG Color Doppler* dapat diperoleh parameter yang umum didapatkan dari pemeriksaan pasien ultrasonografi abdomen, yaitu: kecepatan sistolik puncak (*peak systolic velocity*) v_s , kecepatan diastolik akhir (*end diastolic velocity*) v_d dan kecepatan rata-rata (*mean velocity*) v_m .

Metode polygon adalah metode pembacaan hasil data grafik yang dihasilkan dari pemeriksaan *USG Color Doppler* dengan membuat grid atau kekisi atas grafik *USG Color Doppler*. Kecepatan rata-rata v_m hasil pembacaan data grafik *USG Color Doppler* dengan menggunakan metode polygon memenuhi persamaan

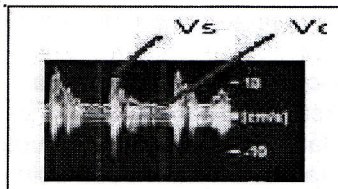
$$v_m = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N v_i \quad (2)$$

dengan N adalah banyaknya ruas garis yang mewakili grafik *USG Color Doppler*.

Dalam dunia medis, kecepatan rata-rata v_m umumnya dinyatakan sebagai (Mulyani, 2012)

$$v_m = \frac{v_s - v_d}{3} + v_d \quad (3)$$

dengan v_d adalah kecepatan diastolik dan v_s adalah kecepatan sistolik. Kecepatan sistolik dan kecepatan diastolik diperlihatkan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Kecepatan sistolik (v_s) dan kecepatan diastolik (v_d).

Kecepatan sistolik, kecepatan diastolik dan kecepatan rata-rata berkaitan dengan parameter medis, yakni *pulsatilitas* dan resistensi. Pulsatilitas (P) didefinisikan sebagai:

$$P = \frac{v_s - v_d}{v_p} \quad (4)$$

resistensi (R_1) didefinisikan sebagai:

$$R_1 = \frac{v_s - v_d}{v_s} \quad (5)$$

Kecepatan mutlak pulsatilitas:

$$= \sqrt{\left(\frac{v_s - v_d}{v_s}\right)^2 + \left(-\frac{1}{v_s} \cdot \Delta v_d\right)^2 + \left(-\frac{v_s - v_d}{v_s} \cdot \Delta v_{ref}\right)^2} \quad (6)$$

Kecepatan mutlak resistensi:

$$\Delta R_1 = \sqrt{\left(-\frac{1}{v_s} \cdot \Delta v_d\right)^2 + \left(\frac{v_d}{v_s^2} \cdot \Delta v_s\right)^2} \quad (7)$$

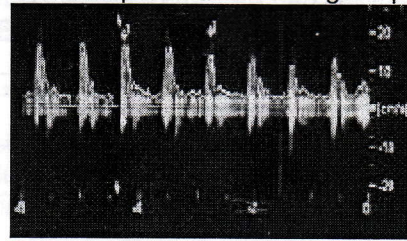
Metode

Peralatan yang dipakai dalam penelitian ini adalah USG Color Doppler merk Logiq C5 Premium. Peralatan dilengkapi dengan Printer USG, CPU (Central Processing Unit) dan Power Supply. Untuk membuat poligon pada grafik hasil cetakan printer USG tersebut, dibutuhkan pulpen OHP, dan penggaris. Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: jeli USG, Film atau kertas printer, kertas OHP dan Tisu.

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer yang diperoleh melalui pengukuran dan pengamatan langsung di lapangan oleh peneliti dengan dibantu dokter. Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari sepuluh orang pasien pemeriksaan abdomen terpilih. Tiap pasien diberi kode A, B, C, D, E, F, G, H, I dan J. Pasien berjenis kelamin laki-laki dan perempuan dengan interval umur dari umur 45 tahun sampai dengan 65 tahun. Dalam penelitian diketahui terdapat pasien bertekanan darah rendah. Pasien tersebut ditandai dengan tanda asterisk (*)

Persiapan alat hingga pengambilan data dalam penelitian dilakukan dengan tahapan sebagai berikut. Pertama, unit peralatan USG Color Doppler diaktifkan. Kedua, gambar tampilan dua dimensi pada monitor diatur. Ketiga, tombol continuous wave doppler (cw) diaktifkan untuk memulai pengambilan data kecepatan aliran darah. Keempat, transduser color doppler diarahkan ke daerah abdomen. Kelima, grafik USG Color Doppler diperoleh dan dicetak, misalkan seperti diperlihatkan dalam Gambar 4. Keenam, kertas OHP dihimpitkan pada kertas hasil pencetakan grafik USG Color

Doppler lalu dibuat grid, diplot titik-titik yang mewakili kecepatan dan ditarik garis polygon.



Gambar 5. Grafik USG Color Doppler.

Hasil dan Pembahasan

Contoh grafik USG Color Doppler diperlihatkan dalam Gambar 4. Dengan menerapkan metode polygon pada grafik tersebut akan dapat ditentukan nilai v_s , v_d , dan v_m .

Tabel 1 memperlihatkan kecepatan rata-rata v_m untuk setiap pasien. Perhitungan kecepatan rata-rata tersebut menggunakan persamaan (2).

Tabel 2 memperlihatkan nilai pulsatilitas (P_1) dan resistensi (R_1) tiap pasien. Perhitungan tiap nilai tersebut dengan menggunakan persamaan (4), (5), (6) dan (7). Dalam Tabel 2 tersebut diperlihatkan juga kedua nilai tersebut menurut rekomendasi dokter.

Tabel 1. Kecepatan Aliran Darah Aorta Torakalis Pasien Abdomen

No	Kode Pasien	v_m (cm/s)
1	A	7,61 ± 0,80
2	B	8,30 ± 1,21
3	C*	6,14 ± 0,57
4	D	36,26 ± 4,81
5	E*	6,11 ± 0,49
6	F*	6,47 ± 0,61
7	G	7,79 ± 1,54
8	H	11,68 ± 0,76
9	I	9,22 ± 1,01
10	J*	7,41 ± 0,84

Tabel 2. Pulsatilitas dan Resistensi Pasien Abdomen

Kode pasien	Rekomendasi Dokter		Hasil Perhitungan Peneliti	
	$\frac{\Delta v}{v}$	$\frac{R}{v}$	$v_1 - \bar{v}$	$v_2 - \bar{v}$
A	4,54	0,89	$2,709 \pm 1,916$	$0,875 \pm 0,619$
B	3,16	0,88	$2,713 \pm 1,110$	$0,877 \pm 0,359$
C*	2,40	1,00	$1,782 \pm 1,299$	$0,623 \pm 0,588$
D	2,07	0,84	$2,053 \pm 0,625$	$0,834 \pm 0,252$
E*	1,86	0,74	$2,028 \pm 0,775$	$0,840 \pm 0,418$
F*	2,73	0,84	$2,414 \pm 1,410$	$0,838 \pm 0,483$
G	3,83	1,00	$4,123 \pm 1,860$	$0,902 \pm 0,404$
H	1,75	0,56	$1,315 \pm 0,671$	$0,735 \pm 0,371$
I	3,20	1,00	$1,667 \pm 1,205$	$0,757 \pm 0,541$
J*	3,10	1,00	$1,770 \pm 0,897$	$0,786 \pm 0,393$

Kesimpulan

Dari penelitian dapat disimpulkan:

1. Kecepatan rata-rata aliran darah aorta torakalis pada pasien abdomen dapat ditentukan berdasarkan data grafis, yakni melalui persamaan Δv sama dengan akar dari jumlah titik polygon pada satu pasien di kali dengan nilai dari $v_1 - \bar{v}$ pangkat dua di bagi dengan jumlah titik polygon di kali dengan jumlah titik polygon di kurang satu.
2. Kecepatan rata-rata aliran darah yang terendah terdapat pada pasien C (6,14 cm/s) dan pasien E (6,11 cm/s), sedangkan untuk nilai kecepatan rata-rata aliran darah yang tertinggi terdapat pada pasien D (36,26 cm/s).
3. Kecepatan sistolik adalah nilai kecepatan rata-rata dikalikan dengan nilai pulsatilitas dan di bagi dengan nilai resistansi. Pada penelitian ini nilai kecepatan sistolik yang terendah terdapat pada pasien E (13,503 cm/s), sedangkan untuk nilai kecepatan rata-rata aliran darah yang tertinggi terdapat pada pasien D (89,199 cm/s).
4. Kecepatan diastolik adalah satu di bagi dengan nilai resistansi di kurang satu di kali dengan nilai pulsatilitas dan di kalikan lagi dengan nilai kecepatan rata-rata. Pada penelitian ini nilai kecepatan diastolik yang terendah terdapat pada pasien C (8,596 cm/s) dan pasien E (9,226 cm/s), sedangkan untuk nilai kecepatan rata-rata aliran darah yang tertinggi terdapat pada pasien D (52,939 cm/s).

DAFTAR PUSTAKA

- Alonso dan Finn. 1994. *Dasar-Dasar Fisika Universitas*. Edisi kedua. Penerbit Erlangga: Jakarta.
- Anonimous. 2009. *Aorta Torakalis*. diakses pada pukul 20.12 WITA tanggal 26 juni 2015, <https://obatkista.wordpress.com/category/diseksi-aneurismaaorta/tubuh>.
- Bushberg, J.T. 2002. *The Essential Physics Of Medical Imaging*. Lippincott Williams and Wilkins : California.
- Mulyani. 2012. *Studi Penentuan Kecepatan Aliran Darah Dan Frekuensi Trimaan Pasien Atherosclerosis Menggunakan Pesawat USG Color Doppler*. Fisika FMIPA, UNHAS: Makasar.