

## Analisis Nilai QFlow Arteri Tungkai Bawah pada Kelompok Usia 18-23 Tahun Menggunakan Pemeriksaan TRANCE MRA

Hazirah Nur Avril Ananta<sup>1</sup>, Legia Prananto<sup>2</sup>, Khairil Anwar<sup>3</sup>, Asumsue Tarigan<sup>4</sup>, Retno Prawestri<sup>5</sup>  
<sup>1,2,3,4,5</sup>Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Jakarta II

Corresponding author : Hazirah Nur Avril Ananta

Email : [hazirahananta@gmail.com](mailto:hazirahananta@gmail.com)

### ABSTRACT

**Background:** Magnetic Resonance Angiography (MRA) using the TRANCE technique is a non-invasive, non-contrast method capable of visualising lower-limb vessels. Although effective for assessing arterial flow, reference values for QFlow parameters—particularly peak velocity and pulsatility index (PI)—remain limited in young adults. This study aims to describe the measurement procedure and determine QFlow values in the abdominal aorta, iliac arteries, and tibial arteries among individuals aged 18–23 years using TRANCE MRA.

**Methods:** This descriptive qualitative study included nine healthy subjects aged 18–23 years who met the inclusion and exclusion criteria. TRANCE MRA was performed using a Philips Ingenia 3T MRI scanner with a 2D-QFlow sequence. Peak velocity and PI values were obtained by delineating regions of interest (ROIs) on each arterial segment.

**Results:** The highest mean peak velocity was recorded in the abdominal aorta (92.80 cm/s), followed by the left iliac artery (87.21 cm/s), right iliac artery (81.56 cm/s), right tibial artery (47.30 cm/s), and left tibial artery (42.60 cm/s). The highest PI was observed in the right tibial artery (1.77), followed by the left iliac artery (1.72), right iliac artery (1.62), left tibial artery (1.58), and abdominal aorta (0.77).

**Conclusions:** Measurement of QFlow parameters—peak velocity and PI—using TRANCE MRA is feasible and demonstrated physiologically normal values in all subjects, indicating preserved arterial haemodynamics. These findings may provide preliminary reference data and reinforce the potential of TRANCE MRA as a non-invasive tool for vascular assessment in young adults.

Keyword: Lower Limb MRA; TRANCE; QFlow

### Pendahuluan

*Magnetic Resonance Angiography* (MRA) merupakan jenis pemeriksaan yang dilakukan untuk mengevaluasi, menilai tingkat keparahan, menindaklanjuti, dan membantu mengidentifikasi kelainan pada pembuluh darah (American College of Radiology, 2020; Aoki, Masumoto, & Hayashi, 2023). MRA berperan sangat penting dalam keakuratan diagnosis serta ketepatan tindakan penanganan pada pasien dengan kelainan pembuluh darah arteri (Shin, 2021).

Arteri pada tungkai bawah dapat dilihat dengan pemeriksaan MRA tanpa kontras (Ackman, Aghayev, Allen, & Bergmann, 2023). MRA pada tungkai bawah ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan pemeriksaan *Computed Tomographic Angiography* (CTA). Pada CTA akuisisi gambar secara berulang tidak dapat dilakukan secara rutin karena adanya risiko paparan radiasi yang tinggi, kalsifikasi pada pembuluh darah

kecil sering kali sulit dibedakan dari lesi vaskular yang disebabkan oleh kelainan, dan belum tersedia teknik otomatis yang cukup efektif untuk menghilangkan plak kalsifikasi, sehingga menyulitkan untuk membedakannya dari aliran darah yang terlihat jelas setelah pemberian kontras, selain itu pemeriksaan MRA tanpa kontras juga dapat menyajikan informasi hemodinamik aliran darah yang tidak dapat diperoleh dengan pemeriksaan CTA (Carr & Carroll, 2012; Navot, Hecht, Lim, Edelman, & Koktzoglou, 2021). Salah satu teknik MRA tanpa kontras yang efektif untuk pemeriksaan tungkai bawah adalah *Triggered Angiography Non Contrast Enhanced* (TRANCE) (Knobloch et al., 2021; Zhu et al., 2025).

TRANCE memanfaatkan perbedaan kecepatan aliran darah pada arteri dan vena selama fase sistolik dan diastolik jantung. Teknik ini sangat baik dalam memvisualisasikan pembuluh darah terutama pada ekstremitas, karena semakin mendekati jantung, kecepatan aliran darah arteri meningkat meskipun

pada fase diastolik, sehingga pada fase ini arteri tidak tampak terang pada gambaran dan substraksi tidak dapat dilakukan (Carr & Carroll, 2012).

Teknik TRANCE memerlukan *electrocardiogram* (ECG) untuk menghasilkan gambaran struktur vaskular tungkai bawah yang lengkap pada praktik klinis. Penggunaan ECG memungkinkan penyesuaian waktu pemindaian sesuai dengan berbagai karakteristik aliran, sehingga dapat secara efektif meningkatkan kualitas gambar. Selain itu, pemeriksaan ini juga memerlukan suatu nilai yang disebut sebagai *quantitative flow* (*Qflow*). Nilai *Qflow* dapat diketahui dengan melakukan *Qflow scan* yang menghasilkan beberapa akuisisi dalam satu siklus jantung (satu interval R-R). *Scanning* ini bertujuan untuk menentukan waktu *trigger delay* pada aliran darah sistolik dan diastolik. Selanjutnya nilai *Qflow* dapat diketahui dengan menggambar *region of interest* (ROI) pada gambaran dua dimensi (Chen, Fang, et al., 2021; Chen, Ting, et al., 2021; Mrtrm, 2014; Wong et al., 2023). Nilai *Qflow* tidak hanya dipengaruhi oleh teknik pemeriksaan, tetapi juga oleh kondisi fisiologis yang dapat dipengaruhi oleh faktor gaya hidup.

Prevalensi hipertensi di Indonesia berdasarkan hasil pengukuran pada penduduk berusia  $\geq 18$  tahun yaitu 31,7%. Perkembangan teknologi yang sangat pesat menciptakan gaya hidup baru terutama pada rentang usia awal 20-an dengan memberikan berbagai kemudahan, salah satunya adalah memudahkan aktivitas, sehingga pada rentang usia ini, aktivitas fisik menjadi minim untuk dilakukan. Kurangnya aktivitas fisik dapat menyebabkan kakunya pembuluh darah, perubahan kecepatan aliran darah, obesitas, dan jantung tidak terlatih, yang memungkinkan otot jantung bekerja lebih keras setiap kontraksi. Makin besar usaha jantung dalam memompa darah, makin besar juga tekanan darah yang dibebankan pada dinding arteri (Cristanto, Saptiningsih, & Indriarini, 2021; Hernita, Rosela, Jl, No, & Tengah, 2024; Pascalita Nggalanai Tanggu, Sigit Purnawan, & Indriati A.Tedju Hinga, 2024; Sasmalinda, Syafriandi, & Helma, 2013).

Salah satu bentuk dari kurangnya aktivitas fisik adalah lebih banyaknya waktu yang dihabiskan seseorang di depan layar *gadget* dibandingkan melakukan olahraga seperti jalan kaki dan berlari. Maka dari itu diperlukan studi lebih lanjut mengenai aliran pembuluh darah arteri tungkai bawah pada usia 18-23 tahun.

## Metode

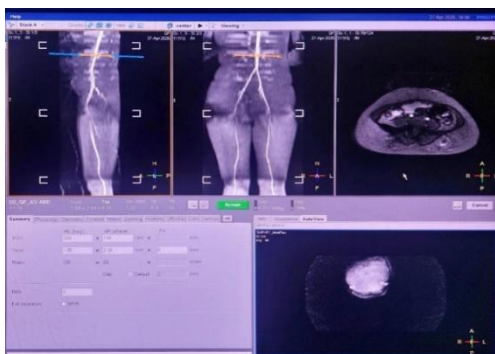
Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif yang dilakukan pada sembilan subjek sehat usia 18–23 tahun di Instalasi Radiologi RS Pusat Pertamina menggunakan MRI Philips Ingenia 3.0 Tesla dengan teknik TRANCE MRA dan sequence 2D-QFlow. Pengukuran *peak velocity* dan *pulsatility index* (PI) dilakukan dengan menggambar *region of interest* (ROI) pada aorta abdominalis, arteri iliaka, dan arteri tibialis. Instrumen yang digunakan meliputi lembar observasi, lembar kerja penelitian, serta komputer. Data dianalisis secara deskriptif menggunakan aplikasi pengolah data untuk memperoleh nilai rata-rata, maksimum, minimum, dan standar deviasi.

## Hasil dan Pembahasan

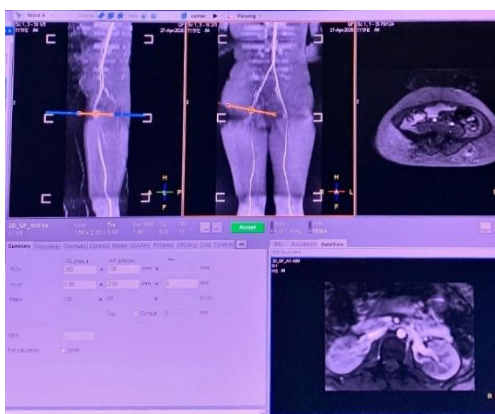
### Prosedur Pengukuran QFlow Aorta Abdominalis, Arteri Iliaka, dan Arteri Tibialis pada Kelompok Usia 18-23 Tahun menggunakan Pemeriksaan TRANCE MRA

Prosedur pengukuran QFlow pada pemeriksaan TRANCE MRA memegang peranan penting dalam memperoleh informasi aliran darah secara akurat. Pemeriksaan diawali dengan persiapan pasien berupa penggantian pakaian dan pelepasan benda logam, dilanjutkan dengan memposisikan pasien secara *supine feet first* di atas meja pemeriksaan. Coil yang digunakan adalah DS anterior surface coil. Karena pemeriksaan ini memanfaatkan fase sistolik dan diastolik jantung, maka elektroda serta VCG dipasang pada dada pasien untuk mendeteksi sinyal jantung. Selanjutnya, kalibrasi dilakukan melalui menu *physiology properties* di perangkat komputer.

Setelah kalibrasi, sistem akan menjalankan survey dengan teknik MobiFlex. Teknik ini dipilih karena memungkinkan pencitraan seluruh rentang pembuluh darah dari aorta abdominalis hingga arteri tibialis dalam satu kali akuisisi, lebih efisien dibandingkan teknik Survey PCA seperti yang tercantum dalam buku panduan (Mrtrm, 2014). Setelah survey dilakukan, sequence 2D\_QF dijalankan satu per satu pada masing-masing arteri, dengan posisi irisan tegak lurus terhadap pembuluh darah yang divisualisasikan melalui potongan sagittal dan coronal, seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 1, Gambar 2, Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5.**



**Gambar 1** Planning 2D\_QF Aorta Abdominalis



**Gambar 2** Planning 2D\_QF Arteri Iliaka Kanan



**Gambar 3** Planning 2D\_QF Arteri Iliaka Kiri



**Gambar 4** Planning 2D\_QF Arteri Tibialis Kanan



**Gambar 5** Planning 2D\_QF Arteri Tibialis Kiri

Selanjutnya dilakukan penggambaran ROI (*region of interest*) pada lumen pembuluh darah. Nilai QFlow seperti *peak velocity*, *mean velocity*, *min-max velocity*, *flux*, *area*, serta *pulsatility index (PI)* akan ditampilkan pada layar. ROI digambar secara manual, meskipun metode *propagate* dapat menjadi opsi ke depan untuk meningkatkan akurasi dan konsistensi data.

Berdasarkan hasil pengamatan antara teori dengan praktik di lapangan mengenai prosedur pengukuran QFlow, dapat diketahui bahwa persiapan pasien, alat dan bahan, serta posisi pasien yang dilakukan sebelum pemeriksaan TRANCE MRA dimulai di Rumah Sakit Pusat Pertamina Jakarta sudah sesuai dengan teori. Namun, terdapat beberapa perbedaan mengenai langkah-langkah pengukuran QFlow antara teori dan di lapangan. Pada teori yang dijelaskan di buku panduan oleh Philips, survey yang digunakan adalah Survey\_PCA, sedangkan survey yang dilakukan di lapangan adalah Survey\_MobiFlex. Hal ini dilakukan dengan mempertimbangkan efisiensi dan cakupan area yang lebih luas.

Selain itu, buku panduan tidak menjelaskan adanya proses kalibrasi sebelum pemeriksaan dimulai. Dalam praktiknya, kalibrasi ECG dilakukan terlebih dahulu melalui menu *physiology properties* pada komputer MRI guna memastikan sinyal jantung terbaca dengan baik. Perbedaan lainnya terdapat pada metode input detak jantung. Pada teori, detak jantung dicantumkan secara manual, namun pada praktiknya sistem secara otomatis membaca sinyal detak jantung setelah kalibrasi selesai.

Terakhir, perangkat fisiologis yang digunakan juga berbeda. Dalam buku panduan disebutkan hanya menggunakan VCG (*vectocardiography*) atau elektroda, namun dalam praktik digunakan kombinasi VCG dan PPU (*peripheral pulse*) secara bersamaan. Meskipun penggunaan PPU tidak

direkomendasikan karena cenderung menghasilkan sinyal dengan keterlambatan (*delay*), pada praktiknya PPU tetap dipasang dan terbukti tidak menimbulkan masalah selama akuisisi. Sistem MRI membaca sinyal dari kedua perangkat secara otomatis, sehingga penggunaan kombinasi tersebut menjadi salah satu bentuk adaptasi prosedur di RS Pusat Pertamina

### Nilai QFlow Aorta Abdominalis pada Kelompok Usia 18-23 Tahun menggunakan Pemeriksaan TRANCE MRA

Berikut merupakan hasil hitung *mean*, standar deviasi, maksimum, minimum, dan *range* dari nilai *peak velocity Qflow* serta nilai rata-rata dan standar deviasi *pulsatility index* pada aorta abdominalis yang ditunjukkan oleh **Tabel 1** dan **Tabel 2**.

**Tabel 1** Hasil Hitung Nilai QFlow Aorta Abdominalis

| Nilai Peak Velocity Qflow<br>Aorta Abdominalis |        |
|------------------------------------------------|--------|
| Mean                                           | 92,80  |
| Standar deviasi                                | 12,62  |
| Maksimum                                       | 115,25 |
| Minimum                                        | 79,14  |
| Range                                          | 36,11  |

Berdasarkan tabel di atas, didapati nilai rata-rata dari *peak velocity* aorta abdominalis pada kelompok usia 18-23 tahun adalah 92,80 cm/s dengan standar deviasi sebesar 12,62 cm/s. Nilai maksimum dari *peak velocity* aorta abdominalis dari kesembilan sampel menunjukkan di angka 115,25 cm/s dan nilai minimumnya sebesar 79,14 cm/s, dengan *range* 36,11 cm/s.

**Tabel 2** Nilai PI Aorta Abdominalis terhadap 9 Subjek

| Pulsatility Index (PI)<br>Aorta Abdominalis |      |
|---------------------------------------------|------|
| Mean                                        | 0,77 |
| Standar Deviasi                             | 0,38 |

Pada Tabel 4.4 di atas, ditunjukkan bahwa *pulsatility index* dari 9 subjek penelitian memiliki nilai rata-rata atau *mean* sebesar 0,77 dengan standar deviasi 0,38.

Aorta abdominalis merupakan lanjutan dari aorta torakalis yang membentang dari vertebra T12 hingga L4 dan berfungsi menyuplai darah ke organ viseral serta ekstremitas bawah (Mwalimu, Ramachandran, & Mani, 2024). Kecepatan aliran darah pada aorta abdominalis umumnya berkisar antara 70–150 cm/s, namun dapat menurun seiring bertambahnya usia atau pada kondisi patologis

seperti hipertensi akibat penurunan elastisitas dinding pembuluh darah.

Kecepatan aliran darah pada aorta abdominalis umumnya berkisar antara 70–150 cm/s, namun dapat menurun seiring bertambahnya usia atau pada kondisi patologis seperti hipertensi akibat penurunan elastisitas dinding pembuluh darah (Allen, 2024; Clinical Tree, 2022).

Pada penelitian ini, nilai rata-rata *peak velocity* pada aorta abdominalis sebesar 92,80 cm/s menunjukkan aliran darah yang masih tergolong normal, menandakan bahwa subjek usia 18–23 tahun memiliki dinding pembuluh darah yang sehat dan aliran darah yang kontinu. Nilai *peak velocity* aorta juga tercatat sebagai yang tertinggi dibandingkan dengan pembuluh lainnya, sejalan dengan perannya sebagai pembuluh besar utama dari jantung ke tungkai bawah.

Nilai rata-rata PI yang diperoleh adalah 0,77 dengan standar deviasi 0,38, masih berada dalam rentang fisiologis normal. Nilai ini sedikit lebih rendah dibandingkan penelitian Okpaleke (Okpaleke et al., 2023) yang melaporkan PI rata-rata pada pria sebesar 0,89 dan wanita 0,79, kemungkinan dipengaruhi oleh usia subjek yang lebih muda serta variasi jenis kelamin dan tingkat aktivitas fisik. PI yang rendah ini menunjukkan elastisitas dinding pembuluh darah aorta yang masih baik serta resistensi vaskular yang rendah. Berdasarkan hal tersebut, karakteristik aliran darah pada aorta abdominalis dalam penelitian ini menunjukkan profil hemodinamik yang sesuai dengan kelompok usia muda.

### Nilai QFlow Arteri Iliaka pada Kelompok Usia 18-23 Tahun menggunakan Pemeriksaan TRANCE MRA

Berikut merupakan hasil hitung *mean*, standar deviasi, maksimum, minimum, dan *range* dari nilai *peak velocity Qflow* serta rata-rata dan standar deviasi *pulsatility index* arteri iliaka yang ditunjukkan oleh **Tabel 3** dan **Tabel 4**.

**Tabel 3** Hasil Hitung Nilai QFlow Arteri Iliaka

|                 | Nilai Peak Velocity Qflow<br>Arteri Iliaka |        |
|-----------------|--------------------------------------------|--------|
|                 | Kanan                                      | Kiri   |
| Mean            | 81,56                                      | 87,21  |
| Standar deviasi | 20,68                                      | 14,09  |
| Maksimum        | 112,32                                     | 115,13 |
| Minimum         | 53,46                                      | 74,63  |
| Range           | 58,86                                      | 40,5   |

Tabel di atas menunjukkan nilai rata-rata dari *peak velocity* arteri iliaka kanan sebesar 81,56 cm/s dengan standar deviasi 20,68 cm/s. Sedangkan nilai rata-rata pada arteri iliaka kiri ialah 87,21 dengan standar deviasi 14,09. Nilai maksimum pada arteri iliaka kanan mencapai 112,32 cm/s, dan 115,13 cm/s pada arteri iliaka kiri. Nilai minimum pada arteri iliaka kanan sebesar 53,46 cm/s, dan pada arteri iliaka kiri 74,63 cm/s, dengan *range* 58,86 cm/s pada arteri iliaka kanan dan 40,5 cm/s pada arteri iliaka kiri.

**Tabel 4** Nilai PI Arteri Iliaka terhadap 9 Subjek

|                 | Pulsatility Index (PI)<br>Arteri Iliaka |      |
|-----------------|-----------------------------------------|------|
|                 | Kanan                                   | Kiri |
| Mean            | 1,62                                    | 1,72 |
| Standar Deviasi | 0,26                                    | 0,19 |

Tabel di atas menunjukkan nilai rata-rata PI terhadap 9 subjek penelitian arteri iliaka kanan sebesar 1,62 dengan standar deviasi 0,26 dan 1,72 dengan standar deviasi 0,19 untuk arteri iliaka kiri.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapati nilai rata-rata *peak velocity* pada kelompok usia 18–23 tahun adalah 81,56 cm/s untuk arteri iliaka kanan dan 87,21 cm/s untuk arteri iliaka kiri. Nilai ini lebih rendah dibandingkan dengan kecepatan aliran darah arteri iliaka pada penelitian sebelumnya yaitu berkisar antara 100–140 cm/s (Allen, 2024).

Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor fisiologis seperti perbedaan intensitas aktivitas fisik, karakteristik lekungan dan diameter lumen dinding pembuluh darah, serta usia subjek penelitian yang masih muda. Namun demikian, mengingat lokasi ROI yang berada pada area transisi antara arteri iliaka dengan arteri femoralis, nilai *peak velocity* yang didapat cenderung mendekati rentang kecepatan aliran darah yang dimiliki oleh arteri femoralis, yaitu 80–100 cm/s pada individu sehat (Dasgupta & Mazumdar, 2020).

Nilai rata-rata PI pada arteri iliaka kanan adalah 1,62 dan kiri 1,72. Keduanya lebih tinggi dibandingkan PI aorta abdominalis (0,77), sejalan dengan teori bahwa semakin distal letak pembuluh dan semakin kecil diameternya, maka resistensi meningkat. Nilai PI yang >1 masih tergolong fisiologis. Standar deviasi PI yang kecil menunjukkan pola aliran darah antar subjek cukup homogen.

Namun, lokasi ROI yang berada di area transisi dengan arteri femoralis memungkinkan nilai QFlow dan PI yang diperoleh merupakan gabungan karakteristik keduanya. Nilai-nilai ini tetap dapat

dijadikan data acuan awal hemodinamik arteri iliaka pada kelompok usia 18–23 tahun, dengan memperhatikan keterbatasan jumlah sampel dan kondisi istirahat saat pengambilan data.

### Nilai QFlow Arteri Tibialis pada Kelompok Usia 18-23 Tahun menggunakan Pemeriksaan TRANCE MRA

Berikut merupakan hasil hitung *mean*, standar deviasi, maksimum, minimum, dan *range* dari nilai *peak velocity Qflow* serta rata-rata dan standar deviasi *pulsatility index* arteri tibialis yang ditunjukkan pada **Tabel 5** dan **Tabel 6**.

**Tabel 5** Hasil Hitung Nilai QFlow Arteri Tibialis

|                 | Nilai Peak Velocity Qflow<br>Arteri Tibialis |       |
|-----------------|----------------------------------------------|-------|
|                 | Kanan                                        | Kiri  |
| Mean            | 47,30                                        | 42,60 |
| Standar deviasi | 7,79                                         | 8,06  |
| Maksimum        | 55,34                                        | 55,05 |
| Minimum         | 35,41                                        | 29,19 |
| Range           | 19,93                                        | 25,86 |

Berdasarkan tabel di atas, diketahui bahwa nilai rata-rata dari *peak velocity* arteri tibialis kanan adalah 47,30 cm/s dengan standar deviasi 7,79 cm/s dan 42,60 cm/s dengan standar deviasi 8,06 cm/s pada arteri tibialis kiri. Ditunjukkan pula nilai maksimum sebesar 55,34 cm/s pada arteri tibialis kanan, dan 55,05 cm/s pada arteri tibialis kiri. Nilai minimum untuk arteri tibialis kanan ialah sebesar 35,41 cm/s dan 29,19 cm/s untuk arteri tibialis kiri dengan *range* 19,93 cm/s dan 25,86 cm/s untuk arteri tibialis kanan dan kiri.

**Tabel 6** Nilai PI Arteri Tibialis terhadap 9 Subjek

|                 | Pulsatility Index (PI)<br>Arteri Tibialis |      |
|-----------------|-------------------------------------------|------|
|                 | Kanan                                     | Kiri |
| Mean            | 1,77                                      | 1,58 |
| Standar Deviasi | 0,35                                      | 0,17 |

Berdasarkan tabel di atas diketahui bahwa nilai rata-rata PI arteri tibialis kanan adalah 1,77 dengan standar deviasi sebesar 0,35. Sedangkan Nilai rata-rata PI pada arteri tibialis kiri sebesar 1,58 dengan standar deviasi sebesar 0,17.

Arteri tibialis merupakan cabang dari arteri poplitea yang terbagi menjadi arteri tibialis anterior dan posterior. Arteri tibialis anterior berada di permukaan anterior tungkai bawah, sedangkan arteri tibialis posterior berada pada sisi posterior tungkai bawah. Arteri ini memiliki kecepatan aliran

darah sebesar 40–60 cm/s pada individu sehat (Dasgupta & Mazumdar, 2020).

Pada penelitian ini, didapati nilai rata-rata *peak velocity* sebesar 47,30 cm/s pada arteri tibialis kanan dan 42,60 cm/s pada arteri tibialis kiri. Nilai ini sesuai dengan penelitian sebelumnya dan masih tergolong ke dalam aliran darah fisiologis. Perbedaan nilai *peak velocity* antara sisi kanan dan kiri dapat disebabkan oleh bentuk anatomi, lekungan arteri, perbedaan intensitas aktivitas fisik, serta dominansi kaki. Subjek yang lebih dominan menggunakan kaki kanan, misalnya saat berjalan atau menopang beban, cenderung memiliki aliran darah yang lebih tinggi pada sisi tersebut karena peningkatan kebutuhan metabolik (Kaneko, Katayama, & Kudo, 2024; Zócalo & Bia, 2021). Meskipun terdapat perbedaan nilai, hal ini bersifat fisiologis dan tidak menandakan adanya abnormalitas. Rentang nilai antara maksimum dan minimum pada arteri tibialis kanan dan kiri juga menunjukkan perbedaan angka yang tidak besar, menandakan data yang diperoleh cukup homogen dan tersebar merata di sekitar rata-rata tanpa variasi ekstrem antar subjek.

Nilai rata-rata PI pada arteri tibialis kanan sebesar 1,77 dengan standar deviasi 0,35, dan pada arteri tibialis kiri sebesar 1,58 dengan standar deviasi 0,17. Nilai ini mengalami peningkatan dibandingkan dengan aorta abdominalis dan arteri iliaka, selaras dengan sifat fisiologis bahwa semakin distal letak pembuluh, maka diameter lumen semakin kecil dan resistensi meningkat. Nilai PI yang lebih tinggi pada arteri tibialis kanan menunjukkan adanya variasi hemodinamik yang lebih besar antar subjek, namun tetap dalam batas normal. Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya oleh Tityiwe (Tityiwe, Anne, Godfrey, & Paul, 2023) pada populasi berbeda dengan usia rata-rata lebih tua, nilai PI dalam penelitian ini jauh lebih kecil. Hal ini disebabkan oleh perbedaan etnis, usia, dan faktor sosiologis.

Pada usia muda, pembuluh darah cenderung lebih elastis dan aliran darah lebih kontinu, sehingga resistensi lebih rendah dan nilai PI pun lebih kecil. Secara keseluruhan, nilai QFlow dan PI pada arteri tibialis kanan dan kiri dalam penelitian ini dapat dijadikan baseline untuk menilai hemodinamik kelompok usia muda sehat, meskipun tetap perlu diinterpretasikan secara hati-hati mengingat jumlah sampel yang terbatas dan kondisi pemeriksaan yang dilakukan saat istirahat, bukan pasca aktivitas.

## Simpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa pengukuran parameter QFlow, khususnya *peak velocity* dan *pulsatility index (PI)*, pada aorta abdominalis, arteri iliaka, dan arteri tibialis menggunakan pemeriksaan TRANCE MRA dapat dilakukan secara efektif pada kelompok usia muda sehat. Hasil yang diperoleh dari sembilan subjek berusia 18–23 tahun menunjukkan bahwa nilai *peak velocity* dan PI pada kelima pembuluh darah yang diamati berada dalam rentang fisiologis yang normal.

Aorta abdominalis memiliki *peak velocity* tertinggi dan PI terendah, sesuai dengan perannya sebagai pembuluh utama dengan diameter besar dan resistensi rendah. Nilai pada arteri iliaka menunjukkan penurunan kecepatan aliran dan peningkatan PI secara bertahap, sementara arteri tibialis sebagai pembuluh paling distal memiliki *peak velocity* terendah dan PI tertinggi.

Temuan ini mencerminkan profil hemodinamik normal pada kelompok usia muda, di mana elastisitas pembuluh darah masih baik dan resistensi vaskular masih rendah. Nilai-nilai QFlow yang diperoleh dalam penelitian ini dapat dijadikan sebagai data referensi awal (*baseline*) dalam penilaian fungsi vaskular menggunakan TRANCE MRA pada populasi usia 18–23 tahun.

## Daftar Pustaka

- Ackman, J., Aghayev, A., Allen, B., & Bergmann, L. (2023). *MR Angiography: From Head to Toe* (P. Nagpal & T. M. Grist, Eds.). Philadelphia: Elsevier. Retrieved from [https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=g\\_7KEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT7&q=QISS+and+QFlow+mra&ots=LxLk\\_Ry7yi&sig=-S8TfJNKpn-zMout4hZdH612c\\_8&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=g_7KEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT7&q=QISS+and+QFlow+mra&ots=LxLk_Ry7yi&sig=-S8TfJNKpn-zMout4hZdH612c_8&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Allen, E. (2024). Expected Velocities. Retrieved May 15, 2025, from Qustion and Answer in MRI website: <https://s.mriquestions.com/expected-velocities.html>
- American College of Radiology. (2020). *Acr – Nasci – Spr Practice Parameter for the Performance of Body Magnetic Resonance Angiography (MRA)* (Vol. 1076).
- Aoki, S., Masumoto, T., & Hayashi, N. (2023). MR Angiography (MRA). *Brain and Nerve*, 54(10), 851–857.
- Carr, J. C., & Carroll, T. J. (2012). *Magnetic*



- Resonance Angiography Principles and Applications*. Chicago: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1686-0>
- Chen, C. W., Fang, Y. F., Tseng, Y. H., Wong, M. Y., Lin, Y. H., Hsu, Y. C., ... Huang, Y. K. (2021). A novel tool for a challenging disease: Stasis leg ulcers assessed using qflow in triggered angiography noncontrast enhanced magnetic resonance imaging. *Journal of Personalized Medicine*, 11(9), 1–14. <https://doi.org/10.3390/jpm11090857>
- Chen, C. W., Ting, H., Chen, P. Y., Weng, J. C., Hsu, Y. C., Wang, S. C., ... Huang, Y. K. (2021). Usefulness of triggered non-contrast-enhanced magnetic resonance angiography in assessing lower extremity venous disease. *Medicine (United States)*, 100(20), E25809. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000025809>
- Clinical Tree. (2022). Ultrasound Assesment of The Abdominal Aorta. *Introduction to Vascular Ultrasonography*. Retrieved from <https://clinicalpub.com/ultrasound-assessment-of-the-abdominal-aorta/>
- Cristanto, M., Saptiningsih, M., & Indriarini, M. Y. (2021). Hubungan Aktivitas Fisik Dengan Pencegahan Hipertensi Pada Usia Dewasa Muda: Literature Review. *Jurnal Sahabat Keperawatan*, 3(01), 53–65. <https://doi.org/10.32938/jsk.v3i01.937>
- Dasgupta, A., & Mazumdar, A. (2020). Peripheral artery disease in the lower extremities - prevalence and epidemiology. *European Society of Cardiology*, 16(4), 239–244.
- Hernita, H. D., Rosela, K., Jl, A., No, B., & Tengah, K. (2024). Analisis Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Hipertensi di Wilayah Kerja Puskesmas Tumbang Talaken Kabupaten Gunung Mas STIKes Eka Harap , Indonesia kejadian hipertensi di Puskesmas Tumbang Talaken pada tahun 2021 sampai dengan tahun. 2(2).
- Kaneko, F., Katayama, S., & Kudo, S. (2024). Posterior Tibial Artery Blood Flow Velocity Is Increased in Patients with Plantar Heel Pain. *Journal of Clinical Medicine*, 13(11). <https://doi.org/10.3390/jcm13113153>
- Knobloch, G., Lauff, M. T., Hanke, M., Schwenke, C., Hamm, B., & Wagner, M. (2021). Non-contrast-enhanced MR-angiography (MRA) of lower extremity peripheral arterial disease at 3 tesla: Examination time and diagnostic performance of 2D quiescent-interval single-shot MRA vs. 3D fast spin-Echo MRA. *Magnetic Resonance Imaging*, 76(November 2020), 17–25. <https://doi.org/10.1016/j.mri.2020.10.016>
- Mrtrm, B. V. (2014). *PracticeSheet : Scan-session PSS IN Long Bones - Lower Leg and TRANCE*.
- Mwalimu, J., Ramachandran, K., & Mani, K. (2024). Multiple Variations in Abdominal Aorta Branching and Their Clinical Significance: A Case Report. *Cureus*, 16(8). <https://doi.org/10.7759/cureus.68256>
- Navot, B., Hecht, E. M., Lim, R. P., Edelman, R. R., & Koktzoglou, I. (2021). Mr angiography series: Fundamentals of non-contrast-enhanced mr angiography. *Radiographics*, 41(5), E157–E158. <https://doi.org/10.1148/rg.2021210141>
- Okpaleke, M. S., Ugwuanyi, D. C., Ogolodom, M. P., Anyanwu, C. E., Ikegwuonu, N. C., Eja-Egwu, N., & Christain, A. O. (2023). Reference values of abdominal aorta wall thickness and Doppler indices in a Nigerian population. *African Journal of Health Sciences*, 36(3), 299–307. <https://doi.org/10.4314/ajhs.v36i3.12>
- Pascalita Nggalanai Tanggu, Sigit Purnawan, & Indriati A.Tedju Hinga. (2024). Faktor yang Berpengaruh dengan Kejadian Hipertensi pada Usia 20-54 Tahun di Wilayah Kerja Puskesmas Wae Nakeng. *SEHATMAS: Jurnal Ilmiah Kesehatan Masyarakat*, 3(2), 246–261. <https://doi.org/10.55123/sehatmas.v3i2.3251>
- Sasmalinda, L., Syafriandi, & Helma. (2013). Faktor-faktor yang Mempengaruhi Perubahan Tekanan Darah Pasien di Puskesmas Malalo Batipuh Selatan dengan Menggunakan Regresi Linier Berganda. *Journal of Mathematics UNP*, 1(2), 36–42.
- Shin, T. (2021). Principles of Magnetic Resonance Angiography Techniques. *Investigative Magnetic Resonance Imaging*, 25(4), 209–217. <https://doi.org/10.13104/imri.2021.25.4.209>
- Tityiwe, J. S., Anne, N.-H., Godfrey, A., & Paul, C. (2023). Comparison of Ultrasound Blood Flow Characteristics of the Lower Limb in Diabetics with Early-Stage Peripheral Artery Disease and Non-Diabetic Controls. *Journal of Diabetes Mellitus*, 13(02), 178–195. <https://doi.org/10.4236/jdm.2023.132014>
- Wong, M. Y., Chen, C. W., Tseng, Y. H., Zhou, S. K., Lin, Y. H., Huang, Y. K., & Lin, B. S. (2023). Noncontrast MRI in assessing venous reflux of legs using QFlow analysis and radial

- basis function neural network technique. *Scientific Reports*, 13(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-30437-x>
- Zhu, L., Liu, S., Tang, X., Shang, F., Yu, H., Qu, Y., & Wang, Y. (2025). Comparison of 3D BFFE and 3D TRANCE on pulmonary artery imaging with two T-SLIP placement strategies. *Magnetic Resonance Imaging*, 117, 110274. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.mri.2024.110274>
- Zócalo, Y., & Bia, D. (2021). Sex- and Age-Related Physiological Profiles for Brachial, Vertebral, Carotid, and Femoral Arteries Blood Flow Velocity Parameters During Growth and Aging (4–76 Years): Comparison With Clinical Cut-Off Levels. *Frontiers in Physiology*, 12(August). <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.729309>