

Teknik Pemeriksaan CT Angiography Run Off pada Kasus Diabet Foot dengan Teknik Monofase Injeksi di Instalasi Radiologi RSUD Provinsi Nusa Tenggara Barat

CT Angiography Run Off Examination Tehnique for Diabetic Cases Using Monophasic Injection at the Radiology Department of the Regional General Hospital of West Nusa Tenggara Province

Isnaini Saliswati ^{1*}

Kadek Yuda Astina ²

Kadek Sukadana ³

AKTEK Radiodiagnostik dan
Radioterapi Bali, Denpasar, Bali,
Indonesia

*email: isnasalis15@gmail.com

Abstrak

Diabetic foot adalah komplikasi serius dari Diabetes Melitus yang dapat menyebabkan oklusi vaskular dan memerlukan pencitraan yang tepat untuk manajemen yang efektif. CT Angiography Run Off (CTA Run Off) merupakan teknik pencitraan non-invasif yang digunakan untuk menilai kondisi vaskular pada pasien dengan diabetic foot. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan teknik injeksi monofase pada pemeriksaan CTA Run Off di Instalasi Radiologi RSUD Provinsi NTB, dengan fokus pada efisiensi prosedur dan akurasi diagnostik. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif dengan pendekatan studi kasus. Data dikumpulkan pada bulan Juli 2024 melalui observasi, dokumentasi, dan wawancara mendalam dengan tiga radiografer, tiga dokter radiologi, dan satu dokter pengirim pasien. Teknik injeksi monofase diterapkan pada pemeriksaan CTA Run Off menggunakan MSCT Philips 128 slice dengan parameter yang telah distandardisasi, termasuk tegangan tabung 120 kV, flowrate 4 ml/s, dan volume media kontras 120 ml. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknik injeksi monofase memberikan visualisasi yang jelas dan lengkap dari struktur vaskular mulai dari pelvis hingga ekstremitas distal. Temuan utama meliputi deteksi aterosklerosis, trombosis arteri, dan stenosis multipel, yang konsisten dengan komplikasi vaskular pada diabetic foot. Teknik ini terbukti efektif dalam mengurangi kompleksitas prosedur dan durasi waktu pemeriksaan, serta mempertahankan akurasi diagnostik yang tinggi. Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa teknik injeksi monofase pada CTA Run Off merupakan pendekatan yang efisien dan efektif untuk evaluasi diabetic foot di fasilitas kesehatan dengan sumber daya terbatas. Penelitian lebih lanjut dengan sampel yang lebih besar dan pengaturan multisenter diperlukan untuk mengonfirmasi temuan ini dan mengeksplorasi aplikasi teknik ini di berbagai setting klinis.

Kata Kunci:

CT Angiography Run Off
Diabetic foot
Injeksi Monofase

Keywords:

CT Angiography Run Off
Diabetic foot
Monophasic injection

Abstract

Diabetic foot is a serious complication of diabetes mellitus that can lead to vascular occlusions, requiring precise imaging for effective management. CT Angiography Run Off (CTA Run Off) is a non-invasive imaging technique used to evaluate vascular conditions in patients with diabetic foot. This study aims to evaluate the effectiveness of using a monophasic injection technique in CTA Run Off at the Radiology Department of RSUD Provinsi NTB, focusing on procedural efficiency and diagnostic accuracy. This research is a descriptive qualitative study with a case study approach. Data were collected in July 2024 through observation, documentation, and in-depth interviews with three radiographers, three radiologists, and one referring physician. The monophasic injection technique was applied in a CTA Run Off procedure using a Philips 128-slice MSCT scanner with standardized parameters, including a tube voltage of 120 kV, a flow rate of 4 ml/s, and 120 ml of contrast media. The results showed that the monophasic injection technique provided clear and comprehensive visualization of vascular structures from the pelvis to the distal extremities. Key findings included the detection of atherosclerosis, arterial thrombosis, and multiple stenoses, consistent with vascular complications associated with diabetic foot. This technique proved effective in reducing procedural complexity and examination time while maintaining high diagnostic accuracy. Based on these findings, it can be concluded that the monophasic injection technique in CTA Run Off is an efficient and effective approach for evaluating diabetic foot in resource-limited healthcare settings. Further research with larger sample sizes and multi-center settings is needed to confirm these findings and explore the broader application of this technique across various clinical environments.



PENDAHULUAN

Hiperglikemia adalah kondisi medis yang ditandai oleh peningkatan kadar glukosa darah, yang merupakan ciri utama diabetes melitus (DM). Saat ini, DM tipe 2 menjadi ancaman kesehatan global dengan prevalensi yang meningkat signifikan di seluruh dunia. Pada tahun 2021, prevalensi global DM pada populasi usia 20-79 tahun diperkirakan mencapai 10,5% atau sekitar 536,6 juta orang, dan angka ini diproyeksikan meningkat menjadi 12,2% atau 783,2 juta orang pada tahun 2045 (Daming Zhang et al., 2021) (Conte et al., 2019). Di Indonesia, peningkatan prevalensi DM juga mengkhawatirkan, dengan Indonesia termasuk dalam 10 besar negara dengan jumlah penyandang diabetes tertinggi di dunia pada tahun 2019 (Oliver, Mesut, & Affiliations, 2023). Di Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB), jumlah penderita DM meningkat dari 63.488 jiwa pada tahun 2021 menjadi 64.544 jiwa pada tahun 2022 (Svensson & Brismar, 2019). Salah satu komplikasi utama DM yang memiliki dampak signifikan adalah infeksi kaki diabetik (IKD) atau diabetic foot, yang dapat menyebabkan ulkus atau gangren diabetik (Brian, Bennett, Kim, & Stein, 2021).

Pemeriksaan CT Angiography Run Off merupakan teknik pencitraan yang penting dalam mengevaluasi diabetic foot karena kemampuannya untuk memvisualisasikan pembuluh darah yang telah diopasifikasi oleh media kontras. Teknik ini memungkinkan pengambilan gambar pada saat pembuluh darah sepenuhnya diopasifikasi, yang sangat penting untuk menilai kondisi pembuluh arteri atau vena pada ekstremitas bawah (Di Zhang et al., 2022). Namun, metode injeksi dan scan range yang digunakan dalam pemeriksaan ini bervariasi tergantung pada protokol yang diterapkan di setiap fasilitas kesehatan, yang dapat mempengaruhi efisiensi dan hasil diagnostik (Rotzinger et al., 2020).

Penelitian sebelumnya (Sutanti, 2023) menggunakan teknik multiphase injeksi dengan dua scan range untuk

pemeriksaan CT Angiography Run Off, yaitu dari pelvis hingga lower genu dan dari upper genu hingga plantar pedis. Teknik ini membutuhkan volume media kontras yang lebih besar serta flow rate yang bervariasi untuk setiap injeksi, yang dapat meningkatkan kompleksitas dan durasi prosedur (Svensson & Brismar, 2019). Selain itu, penelitian oleh (Salsadila, 2023) menunjukkan bahwa teknik bifase atau split bolus dapat menghasilkan visualisasi pembuluh darah yang cukup baik dengan satu scan range, meskipun masih memerlukan dua tahap penyuntikan media kontras (Sabel et al., 2018). Kedua teknik ini menunjukkan hasil yang baik, tetapi memiliki kekurangan dalam hal efisiensi dan kenyamanan pasien.

Sebagai perbandingan, di Rumah Sakit Umum Daerah Provinsi NTB, teknik injeksi monofase diterapkan dalam pemeriksaan CT Angiography Run Off pada pasien dengan diabetic foot menggunakan modalitas CT Scan Philips 128 slice. Teknik ini melibatkan penyuntikan 120 ml media kontras dengan konsentrasi 370 mg/ml dan flow rate 4.0 ml/s, diikuti oleh 100 ml saline NaCl dengan flow rate yang sama. Dengan menggunakan satu scan range dari pelvis hingga plantar pedis, teknik ini memungkinkan visualisasi yang akurat dari pembuluh darah ekstremitas bawah tanpa perlu injeksi berulang atau variasi flow rate. Pendekatan ini menawarkan potensi keunggulan dalam hal efisiensi prosedur dan kenyamanan pasien dibandingkan dengan teknik multiphase atau bifase yang lebih kompleks.

Meskipun teknik injeksi monofase yang diterapkan di RSUD Provinsi NTB menunjukkan hasil yang menjanjikan, belum ada penelitian yang secara khusus mengevaluasi efektivitas dan efisiensi teknik ini dibandingkan dengan teknik lainnya dalam konteks diabetic foot. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan mengevaluasi secara komprehensif hasil pemeriksaan CT Angiography Run Off menggunakan teknik monofase injeksi di RSUD Provinsi NTB. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi penting dalam

mengoptimalkan protokol pemeriksaan radiologi, khususnya dalam konteks penanganan diabetic foot di Indonesia.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan metode studi kasus. Pendekatan ini dipilih karena bertujuan untuk memahami secara mendalam proses dan pengalaman terkait teknik pemeriksaan CT Angiography Run Off pada kasus diabetic foot dengan teknik monofase injeksi di Instalasi Radiologi RSUD Provinsi NTB. Data dikumpulkan pada bulan Juli 2024 melalui observasi, dokumentasi, dan wawancara mendalam dengan 3 radiografer, 3 dokter radiologi, dan 1 dokter pengirim, yang dipilih secara purposive sampling berdasarkan keterlibatan langsung mereka dalam prosedur pemeriksaan ini.

Proses pengumpulan data melibatkan observasi non-partisipatif selama pelaksanaan pemeriksaan CT Angiography Run Off, serta wawancara semi-terstruktur dengan panduan wawancara yang telah disiapkan sebelumnya. Dokumentasi juga dilakukan terhadap protokol dan SOP yang berlaku di Instalasi Radiologi RSUD Provinsi NTB. Semua wawancara direkam, ditranskrip, dan dianalisis secara mendalam.

Data yang terkumpul direduksi untuk memfokuskan pada tema-tema utama yang relevan dengan tujuan penelitian. Selanjutnya, dilakukan koding terbuka dengan menggunakan metode manual, di mana setiap segmen data diberi label sesuai dengan tema yang muncul dari hasil wawancara dan observasi. Koding ini bertujuan untuk memperjelas pola dan hubungan antara data yang terkumpul, sehingga dapat diidentifikasi temuan yang signifikan.

Untuk memastikan validitas hasil, dilakukan triangulasi data dengan membandingkan hasil dari wawancara, observasi, dan dokumentasi. Selain itu, member-checking dilakukan dengan partisipan untuk

mengonfirmasi keakuratan interpretasi peneliti terhadap data. Langkah-langkah ini diambil untuk memastikan bahwa temuan penelitian dapat dipercaya dan relevan dalam konteks klinis di RSUD Provinsi NTB. Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan dari komite etik penelitian, dan informed consent diperoleh dari semua partisipan sebelum data dikumpulkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas teknik injeksi monofase pada pemeriksaan CT Angiography Run Off untuk pasien dengan *diabetic foot* di RSUD Provinsi NTB. Subjek penelitian adalah seorang pasien Laki-laki berusia 75 tahun yang dirujuk dari poli bedah vaskular dengan riwayat Diabetes Melitus. Pemeriksaan ini bertujuan untuk menilai kondisi pembuluh darah pada ekstremitas bawah dengan menggunakan modalitas CT Angiography Run Off (CTA Run Off).

Persiapan Pasien dan Alat

Persiapan pasien melibatkan serangkaian langkah untuk memastikan keamanan dan kenyamanan, termasuk pemeriksaan laboratorium untuk menilai fungsi ginjal dan pemenuhan prosedur administrasi serta teknis seperti pengisian *informed consent* dan persiapan alat. Proses injeksi melibatkan penggunaan MSCT Philips 128 slice dengan parameter teknis yang telah diatur untuk menghasilkan gambar berkualitas tinggi. Rekonstruksi gambar dilakukan menggunakan perangkat lunak Bone Remove atau Advanced Vessel Analysis (AVA) untuk mendapatkan visualisasi yang rinci dari struktur vaskular.

Prosedur Pemeriksaan dan Pengaturan Parameter

Persiapan injector melibatkan pengisian 120 ml media kontras dan 100 ml NaCl, yang diatur dengan flowrate 4 ml/s dan pressure limit 325 psi pada monitor injector. Pemindaian dilakukan dengan cakupan area dari batas

pelvis hingga plantar pedis untuk memastikan seluruh pembuluh darah ekstremitas bawah teridentifikasi dengan baik. Topogram (Gambar 1) digunakan untuk menentukan batas atas dan bawah area pemindaian dan untuk memberikan gambaran umum dari kondisi anatomi pasien.

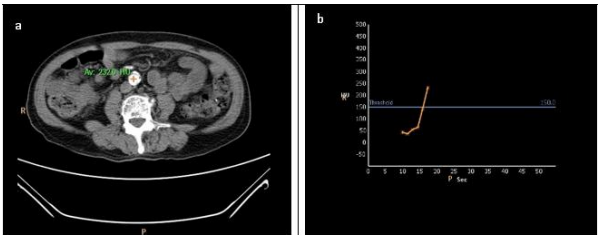


Gambar 1. *Topogram CT Angiography Run Off.* Topogram dibuat untuk mengetahui keadaan umum area *scanning* dan menentukan batas atas dan bawah objek.

Tabel I. Parameter Pemeriksaan CT Angiography Run Off pada MSCT 128 Slice

Parameter	128 slices
Tube voltage	120 kV
Tube current time product	200 mAs
Pitch	0,797
Slice thickness	1,5 mm
Increment	0,75 mm
FOV	350 mm
Rotation time	0,75 s
Collimation	64 x 0,625 mm
Flowrate	4 ml/s
Contrast media	120 ml

Saline	100 ml
Pressure limit	325 psi



Gambar II. *Region of Inter (ROI) pemeriksaan CT Angiography Run Off, pada aorta abdominalis.,b.grafik kedatangan media kontras pada bolus tracking, saat mencapai HU yg telah ditentukan.*

Rekonstruksi dan Analisis Gambar

Rekonstruksi dilakukan menggunakan irisan dengan ketebalan minimal 1,5 mm untuk memperoleh hasil yang maksimal. Gambar dipilih dari fase arteri dengan jumlah gambar yang paling banyak dan kualitas terbaik, yang kemudian diproses menggunakan software Bone Remove atau Advanced Vessel Analysis (AVA). Hasil rekonstruksi difilming dalam format 5 x 6 sebanyak 2 lembar yang terdiri dari *post* kontras (MPR), *MIP thick*, dan VRT (Gambar 3 dan Gambar 4), dicetak menggunakan film berukuran 35 x 43 cm.



Gambar III. Hasil Rekonstruksi *Volume Randereng Technique (VRT)* pada CTA Run Off



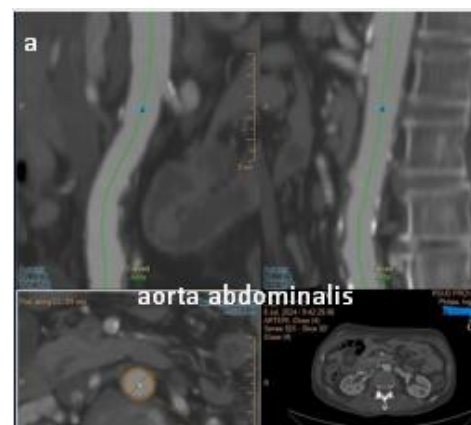
Gambar IV. Rekonstruksi *Maximum Intensity Projection (MIP)* CTA Run Off

Hasil pembacaan CT Angiography Run Off pasien Tn. AS dengan teknik injeksi monofase di Instalasi Radiologi

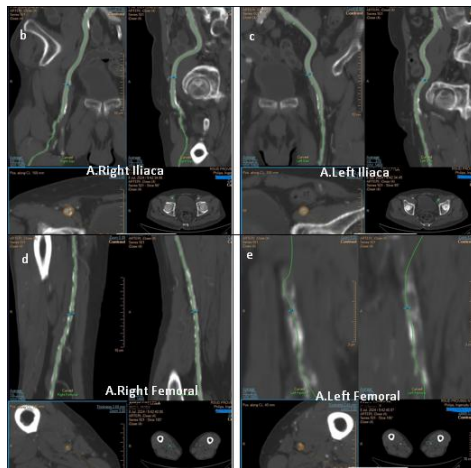
RSUD Provinsi NTB menunjukkan temuan-temuan berikut:

- Atherosklerosis pada aorta abdominalis.
- Arteriosklerosis pada a. mesenterica superior et inferior, a. iliaca communis kanan dan kiri, a. renalis kanan dan kiri, a. iliaca interna kanan dan kiri, serta a. iliaca eksterna kanan dan kiri.
- Trombosis parsial pada aorta abdominalis sebelum bifurkasi dan a. iliaca communis kiri.
- Arteriosklerosis luas pada ekstremitas inferior kanan, dengan sebagian lumen vaskular mengalami penyempitan.
- Trombus pada a. poplitea kanan.
- Tidak tampak pengisian kontras pada a. tibia posterior proximal hingga distal kanan.
- Multiple filling defect pada a. tibialis anterior proximal hingga distal kanan.
- Multiple trombus pada a. femoralis superficial medial, distal, dan a. poplitea kiri.

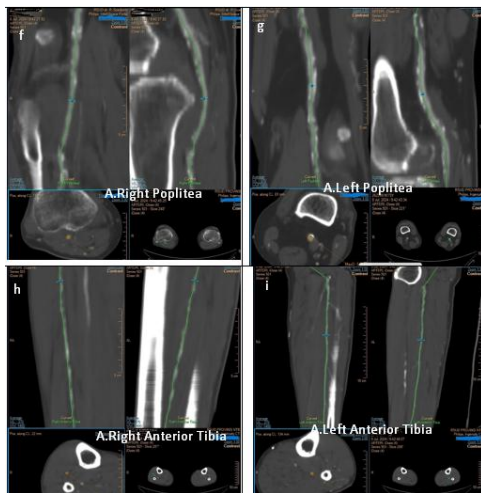
Hasil tersebut menunjukkan visualisasi yang lengkap dari vaskularisasi ekstermitas inferior mulai dari pelvis hingga ke plantar pedis, memungkinkan diagnosis yang lebih akurat dan komprehensif untuk penanganan lebih lanjut pada kasus kaki diabetik.



Gambar V. Aorta abdominal



Gambar VI. b. A.iliaka kanan, c. A.iliaka kiri, d. A.Femoral kanan. e. A. Femoral kiri



Gambar VII. f.A. Poplitea kanan, g.A. Poplitea kanan, h. A. Tibia Anteior kanan, i. A. Tibia Anteior kiri

Penelitian ini mengevaluasi teknik pemeriksaan CT Angiography Run Off pada pasien dengan diabetic foot menggunakan teknik monofase injeksi di Instalasi Radiologi RSUD Provinsi NTB. Pemilihan teknik ini menawarkan pendekatan yang lebih sederhana dibandingkan dengan metode bifase dan multiphase yang sering dibahas dalam literatur sebelumnya, seperti yang ditunjukkan oleh (Sutanti, 2023),(Salsadila, 2023). Teknik bifase dan multiphase, meskipun mampu meningkatkan visualisasi pembuluh darah pada berbagai fase aliran darah, memiliki keterbatasan berupa kompleksitas prosedur yang lebih tinggi, waktu

pemeriksaan yang lebih lama, serta potensi ketidaknyamanan yang lebih besar bagi pasien (Svensson & Brismar, 2021; Sabel et al., 2018).

Dalam penelitian ini, teknik injeksi monofase dipilih karena kesederhanaannya yang hanya memerlukan satu kali injeksi media kontras dengan flowrate konstan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknik ini berhasil memberikan visualisasi yang memadai dari pembuluh darah arteri ekstremitas bawah, yang sejalan dengan temuan (Daming Zhang et al., 2021) yang menunjukkan bahwa teknik injeksi sederhana dapat menghasilkan kualitas gambar yang optimal jika didukung dengan parameter teknis yang tepat. Penggunaan MSCT Philips 128 slice dengan pengaturan parameter seperti tube voltage 120 kV dan flowrate 4 ml/s berperan penting dalam memastikan gambar yang dihasilkan memiliki resolusi tinggi dan noise minimal, yang esensial untuk diagnosa yang akurat pada pasien dengan diabetic foot (Rotzinger et al., 2020).

Selain itu, proses rekonstruksi gambar menggunakan perangkat lunak Bone Remove (Advanced Vessel Analysis) terbukti efisien dalam memberikan visualisasi yang rinci dan akurat dari pembuluh darah arteri, sebagaimana dilaporkan oleh (Horehledova et al., 2018), (Wong, 2020). Penggunaan irisan minimal 1,5 mm untuk rekonstruksi gambar memastikan bahwa detail anatomi vaskular yang penting dapat diidentifikasi dengan jelas, mendukung evaluasi kondisi diabetic foot secara menyeluruh (Shaban, Khaled, El-Shafey, Hassan, & Emam, 2019). Teknik monofase ini juga menunjukkan efisiensi yang signifikan dalam hal waktu dan kenyamanan pasien. Berbeda dengan teknik bifase dan multiphase yang membutuhkan beberapa kali injeksi, teknik monofase mengurangi risiko komplikasi dan meningkatkan kepatuhan pasien terhadap prosedur, yang sangat relevan dalam lingkungan dengan akses terbatas terhadap perawatan kesehatan lanjutan (Bertolini, 2017).

Lebih jauh, cakupan area pemindaian yang luas dari pelvis hingga plantar pedis dalam satu kali injeksi memastikan bahwa kondisi diabetic foot dapat dinilai secara komprehensif, yang penting untuk mendeteksi dini lesi vaskular dan merencanakan manajemen klinis yang tepat (Shwaiki et al., 2021). Temuan ini menunjukkan potensi besar teknik injeksi monofase untuk diadopsi secara lebih luas dalam pemeriksaan CT Angiography Run Off, terutama di fasilitas kesehatan dengan sumber daya yang terbatas.

Pemilihan teknik monofase injeksi dalam pemeriksaan CT Angiography Run Off pada kasus diabetic foot di Instalasi Radiologi RSUD Provinsi NTB didasarkan pada beberapa pertimbangan klinis dan teknis yang menekankan efisiensi dan efektivitas. Teknik ini dipilih karena kemampuannya untuk memberikan hasil pencitraan yang optimal dengan prosedur yang lebih sederhana dibandingkan teknik bifase atau multiphase. Diabetic foot adalah kondisi yang sering kali melibatkan komplikasi vaskular yang kompleks, sehingga memerlukan visualisasi pembuluh darah yang akurat untuk perencanaan terapi yang tepat (Shaban et al., 2019) (Conte et al., 2019). Teknik monofase memungkinkan pemindaian seluruh ekstremitas bawah dalam satu kali injeksi, yang tidak hanya mengurangi waktu prosedur tetapi juga meningkatkan kenyamanan pasien, yang sangat penting dalam pengelolaan kasus diabetic foot (Raja, Maturana, Kayali, Khouzam, & Efeovbokhan, 2023), (Svensson & Brismar, 2021).

Dalam penelitian ini, teknik monofase terbukti mampu menghasilkan gambar berkualitas tinggi yang cukup untuk analisis diagnostik, sebagaimana dilaporkan oleh (Rotzinger et al., 2020). Parameter teknis seperti penggunaan kontras media 120 ml dan flowrate 4 ml/s memberikan resolusi gambar yang memadai untuk mendeteksi lesi vaskular, terutama pada pembuluh darah kecil dan bercabang yang sering terlibat dalam kasus diabetic foot. Keputusan untuk menggunakan teknik ini juga didorong oleh kebutuhan untuk

meningkatkan efisiensi prosedur di Instalasi Radiologi RSUD Provinsi NTB, di mana sumber daya mungkin terbatas. Teknik bifase dan multiphase, meskipun menawarkan potensi visualisasi yang lebih rinci, sering kali membutuhkan pengaturan injeksi yang lebih kompleks dan waktu yang lebih lama, yang dapat meningkatkan risiko komplikasi seperti ekstrasvasi media kontras atau reaksi alergi (Sabel et al., 2018).

Selain itu, teknik monofase mengurangi risiko ketidakkonsistenan dalam injeksi media kontras yang sering muncul dalam teknik multiphase atau bifase, serta meminimalkan variabilitas hasil yang disebabkan oleh perubahan flowrate selama prosedur (Kelly, Rambau, Tennent, & Osborn, 2019). Dengan demikian, teknik ini tidak hanya lebih dapat diandalkan tetapi juga lebih mudah diterapkan oleh radiografer, yang pada akhirnya mengurangi potensi kesalahan prosedural. Pengalaman lokal di RSUD Provinsi NTB menunjukkan bahwa teknik ini memungkinkan visualisasi pembuluh darah yang memadai dengan satu kali injeksi media kontras, mencakup area dari pelvis hingga plantar pedis, sesuai dengan kebutuhan diagnostik yang relevan (Wong, 2020).

Secara keseluruhan, teknik monofase injeksi terbukti menjadi pilihan yang lebih efisien dan efektif dalam konteks fasilitas kesehatan dengan sumber daya terbatas. Pengurangan kebutuhan akan injeksi tambahan dan simplifikasi prosedur tidak hanya meningkatkan kenyamanan pasien tetapi juga meningkatkan throughput pasien, yang menjadi faktor penting dalam manajemen klinis dengan volume pasien yang tinggi (Brian et al., 2021).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan tinjauan literatur, teknik monofase injeksi pada pemeriksaan CT Angiography Run Off untuk kasus diabetic foot di Instalasi Radiologi RSUD Provinsi NTB terbukti menjadi pilihan yang efisien dan efektif. Teknik ini tidak hanya

menyederhanakan prosedur dengan satu kali injeksi media kontras, tetapi juga memastikan kualitas gambar yang cukup tinggi untuk mendukung diagnosis yang akurat. Keunggulan ini sangat relevan dalam konteks fasilitas kesehatan dengan sumber daya terbatas, di mana efisiensi operasional dan keselamatan pasien menjadi prioritas utama. Dengan demikian, teknik monofase injeksi memberikan kontribusi yang signifikan dalam meningkatkan manajemen klinis diabetic foot, sekaligus meminimalkan risiko dan komplikasi yang dapat terjadi pada pasien.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih yang tulus kepada Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum Daerah Provinsi Nusa Tenggara Barat atas dukungan dan kerja samanya yang sangat berharga selama penelitian ini. Ucapan terima kasih khusus juga kami sampaikan kepada para radiografer dan dokter yang berpartisipasi dalam wawancara serta memberikan wawasan yang sangat penting. Tidak lupa pula peneliti mengucapkan terima kasih kepada Kadek Yuda Astina, S.ST.,M.Kes, Kadek Sukadana, S.ST.,MM, Cokorda Istri Ariwidyastuti, S.ST.,M.Kes, Penelitian ini dapat terlaksana berkat kerja sama semua pihak yang terlibat, dan kami menghargai dedikasi serta komitmen setiap orang yang telah berkontribusi. Selain itu, kami juga mengapresiasi masukan yang konstruktif dari para reviewer, yang secara signifikan meningkatkan kualitas naskah ini.

REFERENSI

- Bertolini, G. 2017. *Body MDCT in Small Animals Basic Principles, Technology, and Clinical Applications*. Retrieved 10 February 2024 from <https://vetbooks.ir/body-mdct-in-small-animals-basic-principles-technology-and-clinical-applications/>
- Brian, R., Bennett, D. J., Kim, W. C., & Stein, D. M. 2021. Computed tomography angiography is associated with low added utility for detecting clinically relevant vascular injuries among patients with extremity trauma. *Trauma Surgery and Acute Care Open*, 6(1). Retrieved from <https://doi.org/10.1136/tsaco-2021-000828>
- Conte, M. S., Bradbury, A. W., Kolh, P., White, J. V., Dick, F., Fitridge, R., Diamant, M. 2019. Global vascular guidelines on the management of chronic limb-threatening ischemia. *Journal of Vascular Surgery*, 69(6), 3S-125S.e40. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2019.02.016>
- Horehledova, B., Muhl, C., Milanese, G., Brans, R., Eijsvoogel, N. G., Hendriks, B. M. F., ... Das, M. 2018. CT Angiography in the Lower Extremity Peripheral Artery Disease Feasibility of an Ultra-Low Volume Contrast Media Protocol. *CardioVascular and Interventional Radiology*, 41(11), 1751–1764. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s00270-018-1979-z>
- Kelly, S. P., Rambau, G., Tennent, D. J., & Osborn, P. M. 2019. The Role of CT Angiography in Evaluating Lower Extremity Trauma: 157 Patient Case Series at a Military Treatment Facility. In *Military Medicine* (Vol. 184, pp. E487–E490). Oxford University Press. Retrieved from <https://doi.org/10.1093/milmed/usz028>
- Oliver, T. I., Mesut, :, & Affiliations, M. 2023. *Diabetic Foot Ulcer Continuing Education Activity*. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537328/?report=printable>
- Raja, J. M., Maturana, M. A., Kayali, S., Khouzam, A., & Efeovbokhan, N. 2023. Diabetic foot ulcer: A comprehensive review of pathophysiology and management modalities. *World Journal of Clinical Cases*, 11(8), 1684–1693. Retrieved from <https://doi.org/10.12998/wjcc.v11.i8.1684>
- Rotzinger, D. C., Lu, T. L., Kawkabani, A., Marques-Vidal, P. M., Fetz, G., & Qanadli, S. D. 2020. Computed Tomography Angiography in Peripheral Arterial Disease: Comparison of Three Image Acquisition Techniques to Optimize Vascular Enhancement—Randomized Controlled Trial. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 7. Retrieved from <https://doi.org/10.3389/fcvm.2020.00068>
- Sabel, B. O., Plum, J. L., Czihal, M., Lottspeich, C., Schönleben, F., Gäbel, G., ... Meinel, F. G. 2018. Structured Reporting of CT Angiography Runoff Examinations of the Lower Extremities. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 55(5), 679–687. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2018.01.026>
- Salsadila, T. 2023. TEKNIK PEMERIKSAAN CT ANGIOGRAFI RUNOFF DENGAN KASUS ULKUS

DIABETIKUM MENGGUNAKAN MEDIA KONTRAS TEKNIK SPLIT BOLUS SKRIPSI. Retrieved 14 March 2024 from https://perpus.poltekkesjkt2.ac.id/respoy/index.php?p=show_detail&id=10212&keywords=

Shaban, A. E., Khaled, ;, El-Shafey, I., Hassan, H. A., & Emam, H. H. 2019. *Role of Computed Tomography Angiography (CTA) and Color Doppler Ultrasonography in Evaluation of Arterial System in Diabetic Foot. Cairo Univ (Vol. 87)*. Retrieved from www.medicaljournalofcaiouniversity.net

Shwaiki, O., Rashwan, B., Fink, M. A., Kirksey, L., Gadani, S., Karuppasamy, K., Partovi, S. (2021, October 1). Lower extremity CT angiography in peripheral arterial disease: from the established approach to evolving technical developments. *International Journal of Cardiovascular Imaging*. Springer Science and Business Media B.V. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s10554-021-02277-1>

Sutanti, M. S., & Semarang, K. 2023. *PROSEDUR PEMERIKSAAN COMPUTED TOMOGRAPHY ANGIOGRAPHY LOWER EXTREMITY (RUN OFF) DENGAN KLINIS DIABETIC FOOT DI INSTALASI RADIOLOGI RUD DR. SAIFUL ANWAR MALANG*. Retrieved from <https://repository.poltekkes-smg.ac.id/reader/index.html?token=827035a6bf8110d66a9850ef3740ed208b84078ba2386b992ae9e3af42ddfa13&fid>

Svensson, A., & Brismar, T. B. 2019. Visualization of the peripheral vascularity by time-resolved computed tomography: a case report. *Acta Radiologica Open*, 8(1), 205846011882005. Retrieved from <https://doi.org/10.1177/2058460118820059>

Wong, Y. T. 2020. Endovascular treatment of diabetic foot ischemic ulcer – Technical review. *Journal of Interventional Medicine*, 3(1), 17–26. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jimed.2020.01.002>

Zhang, Daming, Zhou, X., Zhang, H., Fan, X., Lin, Z., Xue, H., Chen, Y. 2021. Quick evaluation of lower leg ischemia in patients with peripheral arterial disease by time maximum intensity projection CT angiography: a pilot study. *BMC Medical Imaging*, 21(1). Retrieved from <https://doi.org/10.1186/s12880-020-00537-5>

Zhang, Di, Dong, W., Guan, H., Yakupu, A., Wang, H., Chen, L., Tang, J. (2022). CT-Angiography-Based Outcome Prediction on Diabetic Foot Ulcer Patients: A Statistical Learning Approach. *Diagnostics*, 12(5). Retrieved from <https://doi.org/10.3390/diagnostics12051076>