

Laporan Kasus

Keberhasilan Percutaneous Transluminal Angioplasty pada Kasus *Thrombosis* AVF Akut

Triumph of Percutaneous Transluminal Angioplasty in Acute AVF Thrombosis Cases

Masda Kamarullah¹, Novi Kurnianingsih¹

¹ Program Studi Jantung dan Pembuluh Darah, Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya, RSUD Dr. Saiful Anwar, Malang, Jawa Timur, Indonesia

Diterima 3 Februari 2026; direvisi 19 Mei 2026; publikasi 29 Oktober 2026

INFORMASI ARTIKEL

Penulis Korespondensi:

Masda Kamarullah, Program Studi
Jantung dan Pembuluh Darah
Fakultas Kedokteran, Universitas
Brawijaya, RSUD Dr. Saiful Anwar,
Malang, Jawa Timur, Indonesia
Email:
masdakamarullah@gmail.com

ABSTRAK

Latar Belakang: Arteriovenous fistula (AVF) merupakan akses vaskular optimal untuk hemodialisis karena efek sampingnya minimal; namun, insiden *thrombosis* yang dilaporkan cukup signifikan mencapai 39%. *Percutaneous transluminal angioplasty* (PTA) tetap menjadi salah satu penanganan terpenting untuk *thrombosis arteriovenous fistula* (AVF) pada pasien hemodialisis.

Deskripsi Kasus: Terdapat Dua kasus *thrombosis arteriovenous fistula* (AVF) akut di Rumah Sakit Saiful Anwar, Malang. Kasus pertama seorang pasien perempuan berusia 60 tahun dengan *thrombosis AVF* akut dan *stenosis vena sentral* pada *ekstremitas* atas kiri. Kasus kedua adalah seorang pasien laki-laki berusia 78 tahun dengan *thrombosis AVF* akut disertai *thrombus* pada arteri *radialis* kiri. Kedua kasus mempunyai gejala klinis pembengkakan *ekstremitas* atas kiri serta *arteriovenous fistula* (AVF) kiri yang teraba dengan *thrill* yang tidak adekuat. Kedua pasien ditangani oleh Tim *Thrombosis* Akut di Rumah Sakit Saiful Anwar, Malang, dan dilakukan tindakan *Percutaneous transluminal angioplasty* (PTA) dalam waktu kurang dari 48 jam dari onset *thrombosis* AVF. Intervensi yang tepat waktu ini karena kesadaran pasien dan/atau tenaga Kesehatan terhadap tanda dan gejala *thrombosis* AVF akut. *Angiografi* pascaproedur PTA menunjukkan aliran darah yang optimal pada kedua kasus.

Kesimpulan: *Percutaneous Transluminal Angioplasty* (PTA) merupakan teknik yang aman dan efektif untuk menangani *thrombosis* AVF akut. Salah satu penentu utama keberhasilan hasil PTA adalah ketepatan waktu intervensi.

Kata kunci: *Acute arteriovenous fistula (AVF) thrombosis; arteriovenous fistula (AVF); percutaneous transluminal angioplasty (PTA)*

ABSTRACT

Background: Arteriovenous fistula (AVF) remains the vascular acces of choice for hemodialysis due to minimal side effects; however, the incidence of *thrombosis* remains a significant concern, with reported rates reaching up to 39%. For patients on hemodialysis, percutaneous transluminal angioplasty (PTA) is commonly performed to treat acute *thrombosis* arteriovenous fistula.

Case Description: Two patients presented with acute *thrombosis* of an arteriovenous fistula at Saiful Anwar Hospital, Malang. The first patient was a 60-year-old female with acute AVF *thrombosis* and concomitant central venous stenosis at left upper extremity. While second patient was a 78-year-old male with AVF *thrombosis* as well as a thrombus in the left artery *radialis* sinistra. Both cases presented with swelling of the left upper extremity and a palpable left arteriovenous fistula (AVF) with an inadequate thrill. Both patients were managed by the Acute *Thrombosis* Team at Saiful Anwar Hospital, Malang, and underwent Percutaneous Transluminal Angioplasty (PTA) within 48 hours of AVF *thrombosis* onset. This timely intervention was made possible due to awareness of the signs and symptoms of

acute AVF *thrombosis* by the patients and/or healthcare providers. Post-procedural angiography following PTA demonstrated restoration of optimal blood flow in both cases.

Conclusion: Percutaneous transluminal angioplasty (PTA) has been shown to be a safe and effective method for managing acute AVF *thrombosis*. One of the key determinants of successful PTA outcomes is the timing of the intervention.

Keywords: Acute arteriovenous fistula (AVF) *thrombosis*; arteriovenous fistula (AVF); percutaneous transluminal angioplasty (PTA)

PENDAHULUAN

Penyakit ginjal kronis (PGK) adalah salah satu masalah kesehatan global. Sekitar 10% hingga 15% populasi dunia menderita PGK. Oleh karena keterbatasan akses layanan kesehatan dan peningkatan faktor risiko seperti *diabetes melitus* dan *hipertensi arterial*, prevalensinya bervariasi menurut wilayah, dengan angka lebih tinggi dilaporkan di negara berpendapatan rendah atau menengah. Penyakit ginjal kronis (PGK) stadium awal seringkali tidak menunjukkan gejala, sehingga diagnosis yang terlambat dapat menyebabkan penyakit berkembang menjadi gagal ginjal tahap akhir yang memerlukan dialisis atau transplantasi ginjal. Secara epidemiologi, kelompok lansia paling sering menderita PGK, dan seiring penuaan populasi serta meningkatnya beban penyakit kronis, insidennya juga terus bertambah.^[1]

Sekitar 4 juta pasien di seluruh dunia menjalani hemodialisis, yang merupakan pengganti utama transplantasi ginjal.^[1] Hemodialisis merupakan bentuk terapi pengganti ginjal utama bagi individu dengan penyakit ginjal tahap akhir. Pertimbangan kunci untuk hemodialisis yang efektif adalah memastikan akses vaskular yang tepat. Saat ini, tersedia tiga metode untuk akses vaskular dalam hemodialisis: *arteriovenous fistula* (AVF), penggunaan kateter permanen, dan penempatan akses sementara.^[2] Metode akses vaskular terbaik pada pasien hemodialisis, khususnya yang mengalami penyakit ginjal tahap akhir, adalah *arteriovenous fistula* (AVF). Biasanya terletak di lengan bawah non-dominan, AVF merupakan hubungan antara arteri dan vena yang dibuat melalui pembedahan, yang memungkinkan aliran darah tinggi melalui vena sehingga cocok untuk insersi jarum berulang selama dialisis dan memiliki efek samping minimal⁽³⁾. Prevalensi di Eropa, puluhan ribu pasien menerima hemodialisis dengan AVF sebagai akses yang dipilih. Cina melaporkan lebih

dari 600.000 pasien menjalani terapi pengganti ginjal, dengan mayoritas menggunakan hemodialisis dan AVF sebagai akses utama.^[4]

Masalah utama yang memengaruhi daya tahan dan efektivitas *arteriovenous fistula* (AVF) yang digunakan untuk hemodialisis adalah stenosis dan trombosis. Sebagian besar kegagalan akses disebabkan oleh penyempitan pembuluh darah arteri yang tidak normal.^[5] Individu dengan *arteriovenous fistula* memiliki risiko 39% untuk mengalami *thrombosis*, dengan tingkat kejadian standar pembentukan *thrombosis* sebesar 0,14 kejadian per pasien dalam satu tahun.^[6] *Percutaneous transluminal angioplasty* (PTA) tetap menjadi salah satu penanganan terpenting untuk *thrombosis arteriovenous fistula* (AVF) pada pasien yang menjalani hemodialisis. Ketika dilakukan oleh intervensi dan nefrolog yang berpengalaman, prosedur PTA umumnya memiliki tingkat keberhasilan teknis antara 80% dan 90% dengan insiden komplikasi mayor yang minimal.^[7,8] Di Rumah Sakit Saiful Anwar, Malang, dua pasien dengan *thrombosis arteriovenous fistula* (AVF) akut menjalani prosedur *Percutaneous transluminal angioplasty* (PTA) untuk meningkatkan dan memperbaiki aliran darah pada *arteriovenous fistula* (AVF)

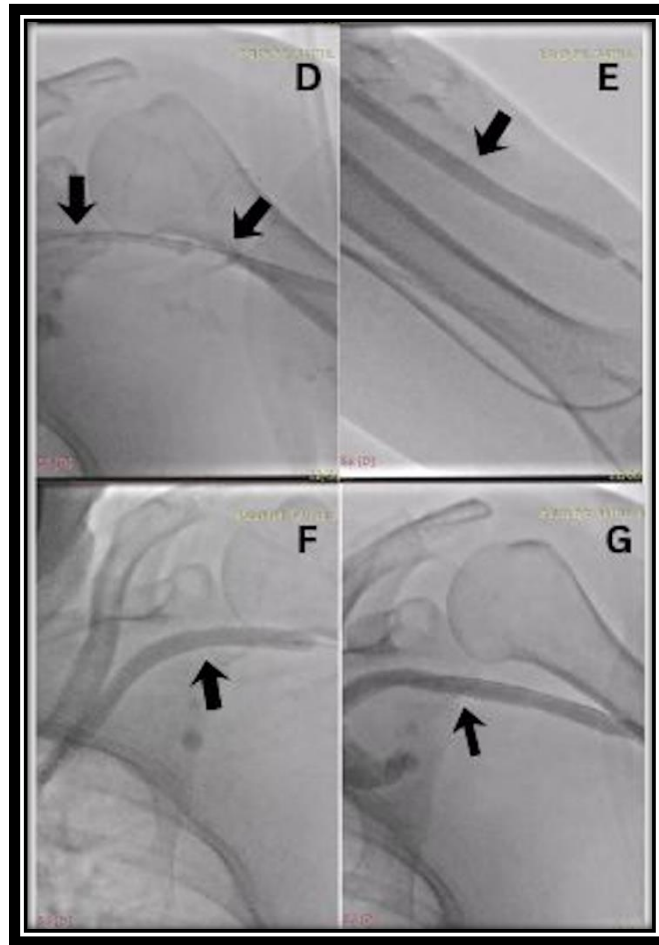
ILUSTRASI KASUS

Pada pemeriksaan fisik, terlihat pembengkakan di ekstremitas atas kiri, dan *thrill* pada *shunt* AVF kiri yang teraba tidak adekuat. Pemeriksaan Doppler Ultrasonografi Ultrasonografi menunjukkan volume aliran sebesar 358,18 mL/menit. Pasien sampai di RSSA, kemudian langsung ditangani oleh Tim *Thrombosis Akut* dan menjalani intervensi dalam waktu 48 jam sejak onset *thrombosis arteriovenous fistula* (AVF). Sebelum prosedur, pasien menerima konseling, informasi, dan edukasi mengenai intervensi yang direncanakan. Skrining kontraindikasi untuk terapi *trombolitik* dilakukan. Tidak ditemukan kontraindikasi absolut atau relatif terhadap pemberian agen

trombolitik. Pasien menjalani evaluasi angiografi, dan didapatkan *thrombosis* pada arteriovenous fistula (AVF) dan adanya stenosis vena sentral di *ekstremitas* atas kiri. Percutaneous transluminal angioplasty (PTA) berhasil dilakukan, menghasilkan *thrill* yang teraba dengan adekuat. Pemeriksaan Doppler Ultrasonografi (DUS) menunjukkan volume aliran sebesar 1.370 mL/menit. Karena kompleksitas kasusnya, keberhasilan prosedur PTA sangat dipengaruhi oleh keterampilan operator, termasuk pengalaman, ketepatan teknis, dan kemampuan pengambilan keputusan selama intervensi.



Gambar 1. Selama evaluasi angiografi, didapatkan oklusi total pada segmen juxtaanastomosis, disertai keberadaan trombus (A). Pasien kemudian menjalani percutaneous transluminal angioplasty (PTA) pada segmen juxtaanastomosis. Sebelum intervensi, 2 mg alteplase diberikan melalui kateter intraluminal, dilanjutkan dengan aspirasi trombus (B). Angiografi pasca-prosedur menunjukkan aliran darah yang optimal (C).



Gambar 2 : Prosedur angiografi didapatkan adanya stenosis pada vena subklavia kiri dan vena sefalika kiri (D). Pasien kemudian menjalani percutaneous transluminal angioplasty (PTA) pada vena sefalika kiri (E) dan vena subklavia kiri (F). Angiografi pasca-PTA menunjukkan aliran darah yang optimal di kedua vena, yaitu vena sefalika kiri dan vena subklavia kiri (G).

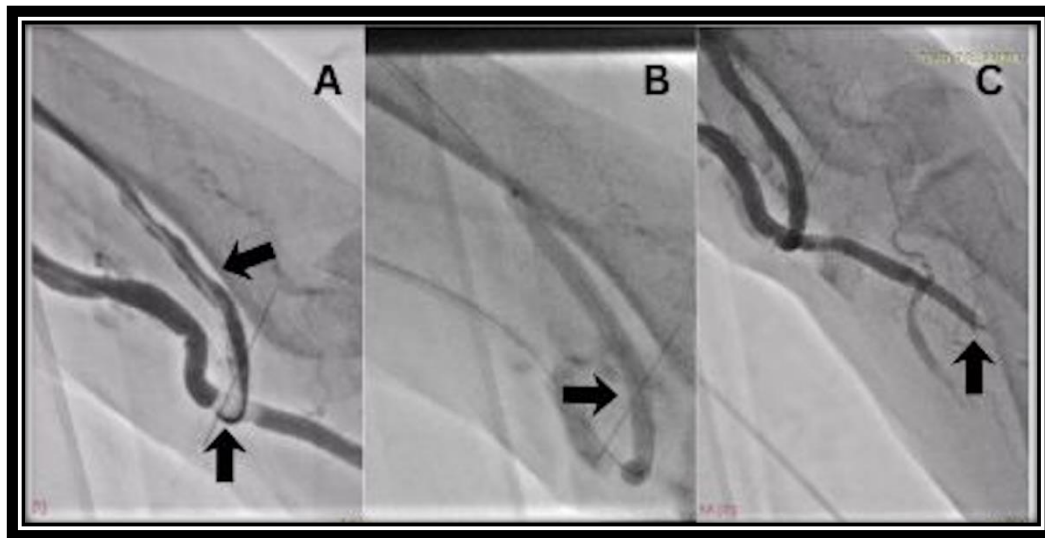
Kasus kedua adalah seorang laki-laki berusia 78 tahun dengan riwayat hipertensi (HT) dan diabetes melitus (DM) selama 10 tahun terakhir, telah menjalani hemodialisis rutin dua kali seminggu sejak Februari 2024. Arteriovenous fistula *shunt* (AVF) di lengan kiri yang dipasang sekitar Juni 2024 berfungsi dengan baik hingga terjadi episode mendadak *thrill* diraba tidak adekuat setelah sesi dialisis rutinnnya. Pasien mengeluhkan pembengkakan pada ekstremitas atas kiri namun menyangkal adanya nyeri, rasa dingin, atau gejala neurologis di rumah. Keluarga pasien menghubungi dokter dan disarankan untuk membawa pasien ke Instalasi Gawat Darurat RSUD Saiful Anwar (RSSA), Malang, karena diduga *thrombosis*

pada arteriovenous fistula *shunt* (AVF). Pasien ditangani oleh Tim Trombosis Akut RSSA dan menjalani intervensi dalam waktu 48 jam sejak onset *thrombosis* AVF. Pada pemeriksaan fisik, *shunt* AVF kiri teraba dengan *thrill* yang tidak adekuat; tidak ditemukan tanda infeksi, iskemia, atau komplikasi lokal. Pemeriksaan ultrasonografi Doppler (DUS) didapatkan volume aliran 292,38 mL/menit. Sebelum intervensi, pasien menjalani konseling dan diberikan informasi serta edukasi komprehensif tentang prosedur yang direncanakan. Evaluasi menyeluruh dilakukan untuk menilai kemungkinan kontraindikasi terapi trombolitik.

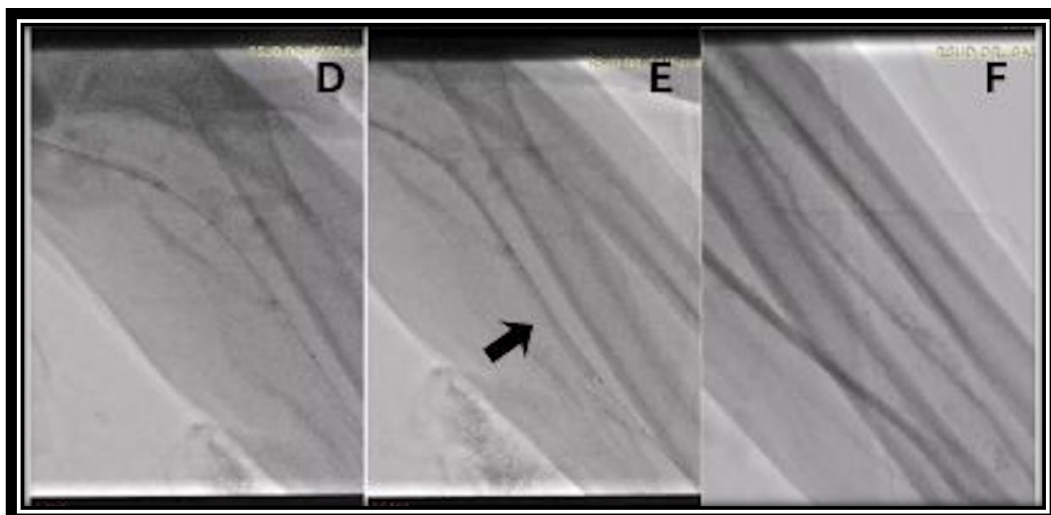
Hasil evaluasi menunjukkan tidak ada kontraindikasi absolut maupun relatif terhadap penggunaan agen trombolitik.

Pasien menjalani evaluasi angiografi dan didapatkan *thrombosis* pada arteriovenous fistula (AVF) ekstremitas atas kiri, serta *thrombus* di arteri radialis sinistra. Setelah *percutaneous transluminal angioplasty* (PTA), *thrill arteriovenous fistula shunt* (AVF) teraba dengan adekuat.

Analisis ultrasonografi Doppler (DUS) menunjukkan laju aliran 1.055 mL/menit. Meskipun prosedurnya kompleks, tindakan berhasil dilakukan berkat pengalaman operator, ketepatan teknis, dan kemampuan pengambilan keputusan.



Gambar 3. Angiografi menunjukkan oklusi dan pembentukan *thrombus* pada segmen *juxtaanastomosis* (A). Pasien kemudian dilakukan tindakan *Percutaneous Transluminal Angioplasty* (PTA) setelah pemberian 2 mg alteplase dan aspirasi *thrombus* (B). Angiografi pasca-PTA menunjukkan aliran darah yang optimal; namun, oklusi total dan *thrombus* masih terdapat di arteri radialis kiri (C)



Gambar 4. Pasien dilakukan tindakan aspirasi *thrombus* di arteri radialis kiri (D), dilanjutkan dengan *Percutaneous Transluminal Angioplasty* (PTA) pada arteri radialis kiri (E). Angiografi pasca-PTA menunjukkan aliran darah yang optimal pada arteri radialis kiri (F).

PEMBAHASAN

Pasien dengan penyakit ginjal tahap akhir memenuhi syarat untuk mendapatkan terapi melalui *renal replacement therapy (RRT)*. Lebih dari 2,5 juta pasien saat ini menerima terapi pengganti ginjal, dan diproyeksikan bahwa pada tahun 2030, angka ini akan meningkat menjadi 5,4 juta. Akses vaskular (AV) bagi pasien yang menjalani HD akan memungkinkan kanulasi dua jarum. Darah dapat melewati dializer dan sirkuit ekstrakorporeal (ECC) melalui satu akses, yaitu jalur arteri. Jalur vena, sebagai akses lainnya, memungkinkan darah di dalam sirkuit ekstrakorporeal (ECC) dikembalikan ke pasien. Berbagai jenis akses vaskular dapat dibuat, termasuk *arteriovenous fistula (AVF)*, *arteriovenous grafts (AVGs)*, dan *central venous catheters*. Akses melalui arteriovenous fistula (AVF) mempunyai efek samping minimal, tahan terhadap infeksi dan minimal risiko *thrombosis*. Beberapa kriteria telah diusulkan untuk menilai apakah AVF bisa untuk akses dialisis. Konsep yang populer dan sering digunakan adalah Aturan Enam (*Rules of Six*), yang menyatakan bahwa pasien harus dipersiapkan untuk dialisis dalam waktu enam minggu, memiliki diameter vena lebih dari atau sama dengan 6 mm, kedalaman vena kurang dari atau sama dengan 6 mm, dan volume aliran fistula lebih dari atau sama dengan 600 mL/menit.^[9,10]

Arteriovenous fistula (AVF) telah menjadi pilihan akses dialisis utama bagi pasien hemodialisis pemeliharaan karena kemudahan penggunaan, keterjangkauan, dan risiko infeksi yang rendah. Di antara pasien dialisis, komplikasi seperti *premature growth*, stenosis, oklusi, dan *thrombosis* arteriovenous fistula, bersama dengan *restricted patency*, menjadi penyebab signifikan dari rawat inap dan kematian.^[11] Menurut penelitian yang telah diterbitkan sebelumnya, individu dengan arteriovenous fistula memiliki risiko 39% untuk terjadinya *thrombosis*, dengan insidensi pembentukan *thrombosis* sebesar 0,14 kejadian per pasien-

tahun.^[6] Patofisiologi *thrombosis fistula arteriovenous (AVF)* akut adalah proses kompleks yang terutama dipicu oleh *stenosis* yang mendasari dan *hiperplasia intimal*. Faktor-faktor ini mengganggu aliran darah dan memfasilitasi pembentukan *thrombus* pada pasien yang menjalani hemodialisis. Perbedaan hemodinamika setelah pembentukan *thrombosis* AVF akut, terutama penurunan *shear stress*, menyebabkan cedera endotel dan meningkatkan *agregasi trombosit*. Kondisi inflamasi mempercepat *hiperplasia intimal* dengan memperburuk kerusakan endotel dan menyebabkan proliferasi sel otot polos. Kondisi ini ditandai dengan peningkatan *protein C-reaktif* dan *sitokin*, termasuk *interleukin-6* dan *tumor necrosis factor-alpha*. Tahap inisiasi, *acute fibrin-dominant*, *intermediate*, dan kronis dominan pada jaringan ikat adalah tahapan umum terjadinya pertumbuhan *thrombus*. Sementara *thrombus intermediate* dan *chronic thrombi* meningkatkan deposit kolagen, membuatnya lebih resisten terhadap pengobatan, *thrombus* tahap awal biasanya berbasis fibrin dan lebih sensitif terhadap terapi trombolitik. Oleh karena terjadi peningkatan fungsi trombosit dan aktivasi koagulasi, faktor risiko lain, seperti hiperkoagulabilitas, gangguan metabolisme, dan perubahan asam lemak bebas, juga dapat berperan. Perubahan hemodinamik, kerusakan pembuluh darah, peradangan, dan koagulasi semuanya berinteraksi secara sinergis untuk menyebabkan *thrombosis* AVF akut, dan penanganan segera sangat penting untuk reperfusi yang efektif dan pemeliharaan akses vaskular.^[11]

Pasien dengan *thrombosis* AVF akut memiliki gejala tidak adanya atau melemahnya getaran (*thrill*) pada *arteriovenous fistula (AVF)*. Gejala kemerahan (*eritema*) dan nyeri di lokasi *thrombosis arteriovenous fistula (AVF)* yang terkadang dapat keliru dengan selulitis. Diagnosis *thrombosis arteriovenous fistula (AVF)* akut

ditegaskan berdasarkan dasar klinis, namun ultrasonografi Doppler (DUS) dapat mengonfirmasi adanya trombus dan keadaan aliran darah yang rendah. *Arteriovenous fistula* (AVF) dapat tetap paten bahkan pada volume aliran serendah 300 mL/menit, meskipun fungsinya dapat terganggu. Gangguan pada akses permanen terjadi pada sekitar 65–85% kasus *thrombosis* AVF akut.^[12–14] Analisis ultrasonografi Doppler (DUS) menunjukkan volume aliran sebesar 292,38 mL/menit pada kasus kedua dan 358,18 mL/menit pada kasus pertama. Setelah dilakukan PTA (*Percutaneous Transluminal Angioplasty*), terjadi peningkatan aliran yang signifikan (1.370 mL/menit pada kasus pertama dan 1.055 mL/menit pada kasus kedua), yang menunjukkan keberhasilan intervensi endovaskular dalam memulihkan patensi dan aliran darah pada kedua kasus.

Percutaneous transluminal angioplasty (PTA) tetap menjadi penanganan lini pertama untuk *thrombosis* AVF akut yang signifikan secara klinis, dengan studi terkini yang menunjukkan hasil superior dibandingkan *thrombektomi* bedah dalam hal tingkat patensi sekunder. Bukti yang tersedia saat ini mendukung *balloon angioplasty* sebagai pendekatan terapi utama. Percutaneous transluminal angioplasty (PTA) meningkatkan aliran keluar vena dan mengembalikan laju aliran yang memadai untuk adekuasi dialisis dengan cara mendilatasi lesi yang *stenotik*.^[15] Dibandingkan dengan intervensi bedah, prosedur endovaskular mencapai patensi sekunder 85% dibandingkan 77% setelah 30 hari, dengan hasil yang bertahan hingga satu tahun, menurut penelitian registri Swedia yang melibatkan 904 pasien.^[16] Efikasi PTA dalam konteks ini ditentukan oleh parameter seperti bentuk lesi, waktu intervensi, dan pengalaman operator. Intervensi idealnya dilakukan dalam 2–

3 hari setelah onset *thrombosis* untuk meningkatkan kemungkinan keberhasilan PTA.^[17] Keberhasilan PTA didefinisikan sebagai aliran darah yang optimal dengan *stenosis* residual kurang dari 30% pada diameter pembuluh, serta *arteriovenous fistula* yang masih bisa digunakan pasca-prosedur.^[18]

Kedua kasus tersebut menunjukkan onset gejala yang akut. Perbedaan utama pada kedua pasien adalah kasus pertama melibatkan *thrombosis arteriovenous fistula* (AVF) akut yang disertai stenosis vena sentral, sedangkan kasus kedua ditandai dengan *thrombosis arteriovenous fistula* (AVF) akut yang disertai pembentukan trombus dan oklusi total arteri radialis kiri. Kedua pasien ditangani oleh Tim Trombosis Akut RS Saiful Anwar, Malang dan menjalani intervensi dalam waktu kurang dari 48 jam setelah onset *thrombosis* AVF akut. Prosedur yang dilakukan bervariasi dalam kompleksitas dan pendekatan teknis, sehingga membutuhkan keahlian dan pengalaman operator yang mumpuni. Kedua intervensi tersebut berhasil dengan outcome yang bagus dari klinis maupun dari pemeriksaan ultrasound Doppler (DUS).

SIMPULAN

Arteriovenous fistula (AVF) telah menjadi pilihan dialisis utama bagi pasien hemodialisis. Individu yang menjalani hemodialisis dengan akses AVF memiliki risiko mengalami *thrombosis*. Pasien *thrombosis* AVF akut memiliki gejala klinis *thrill* yang menghilang atau berkurang. *Percutaneous angioplasty transluminal* (PTA) tetap menjadi penanganan lini pertama untuk *thrombosis* AVF akut yang signifikan secara klinis. Salah satu penentu utama keberhasilan hasil PTA adalah ketepatan waktu intervensi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Roşu CD, Bolintineanu SL, Căpăstraru BF, Iacob R, Stoicescu ER, Petrea CE. Risk Factor Analysis in Vascular Access Complications for Hemodialysis Patients. *Diagnostics*. 2025 Jan 1;15(1).
2. Vaidya S, Karmacharya RM, Bhatt S, Bhandari N, Duwal S, Karki YD, et al. Placement of cuffed tunnelled permanent hemodialysis catheter in patients with end stage renal disease: A cross sectional study. *Annals of Medicine and Surgery*. 2022 Apr 1;76.
3. Stegmayr B, Willems C, Groth T, Martins A, Neves NM, Mottaghy K, et al. Arteriovenous access in hemodialysis: A multidisciplinary perspective for future solutions. Vol. 44, *International Journal of Artificial Organs*. SAGE Publications Ltd; 2021. p. 3–16.
4. Zhang Y, Yi J, Zhang R, Peng Y, Dong J, Sha L. Risk Factors for Arteriovenous Fistula Thrombus Development: A Systematic Review and Meta-Analysis. Vol. 47, *Kidney and Blood Pressure Research*. S. Karger AG; 2022. p. 643–53.
5. Malik J, de Bont C, Valerianova A, Krupickova Z, Novakova L. Arteriovenous Hemodialysis Access Stenosis Diagnosed by Duplex Doppler Ultrasonography: A Review. Vol. 12, *Diagnostics*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2022.
6. Caro Acevedo P, Marchante R, Thuissard IJ, Sanz-Rosa D, Amann R, Hernandez B, et al. A systematic follow-up protocol achieving a low hemodialysis graft *thrombosis* rate. *Journal of Vascular Access*. 2019 Nov 1;20(6):683–90.
7. Beyazal M, Kaba E. Effectiveness of Endovascular Treatment in Native Hemodialysis Fistula Dysfunction: Long-Term Outcomes. *J Clin Med*. 2025 Jun 19;14(12):4382.
8. Franco RP, Riella MC, Chula DC, De Alcântara MT, Do Nascimento MM. Safety and efficacy of arteriovenous fistula angioplasties performed by nephrologists: report from a Brazilian interventional nephrology center. Available from: <https://doi.org/10.1590/2175-8239>
9. Stegmayr B, Willems C, Groth T, Martins A, Neves NM, Mottaghy K, et al. Arteriovenous access in hemodialysis: A multidisciplinary perspective for future solutions. Vol. 44, *International Journal of Artificial Organs*. SAGE Publications Ltd; 2021. p. 3–16.
10. Ying J, Cai G, Zhang Y, Zhu M, Pan M, Zhang P. Development and validation of a risk prediction model for autologous arteriovenous fistula *thrombosis* in patients receiving maintenance hemodialysis. *Ren Fail*. 2025;47(1).
11. Shu P, Huang L, Wang X, Wen Z, Luo Y, Xu F. Machine learning-based prediction model for arteriovenous fistula *thrombosis* risk: a retrospective cohort study from 2017 to 2024. *BMC Nephrol*. 2025 Dec 1;26(1).
12. Lok CE, Rajan DK. KDOQI 2019 Vascular Access Guidelines: What Is New. Vol. 39, *Seminars in Interventional Radiology*. Thieme Medical Publishers, Inc.; 2022. p. 3–8.
13. MacRae JM, Dipchand C, Oliver M, Moist L, Lok C, Clark E, et al. Arteriovenous access failure, stenosis, and *thrombosis*. *Can J Kidney Health Dis*. 2016;3(1).
14. Sharbidre KG, Alexander LF, Varma RK, Al-Balas AA, Sella DM, Caserta MP, et al. Hemodialysis Access: US for Preprocedural Mapping and Evaluation of Maturity and Access Dysfunction. *Radiographics*. 2024 Jan 1;44(1).
15. Huo G, Xue J, Zheng J, Tang Y, Zhou D. Factors associated with patency following drug-coated balloon angioplasty of hemodialysis access. *Sci Rep*. 2025 Dec 1;15(1).
16. Lundström UH, Welander G, Carrero JJ, Hedin U, Evans M. Surgical versus endovascular intervention for vascular access *thrombosis*: a nationwide observational cohort study. *Nephrology Dialysis Transplantation*. 2022 Sep 1;37(9):1742–50.
17. Taskent I, Ersoy GG. Early percutaneous thrombolysis for AVF *thrombosis*: symptom duration as a predictor of endovascular salvage. *CVIR Endovasc*. 2025 Dec 1;8(1).
18. Yu H, Chi Y, Wang B. The efficacy of percutaneous transluminal angioplasty and arteriovenous fistula reconstruction for immature arteriovenous fistula. *BMC Nephrol*. 2023 Dec 1;24 (1).