

## Faktor yang Mempengaruhi Hemostasis PCI Transradial : Systematic Literatur Review

<sup>1</sup>Abda Ali, <sup>2</sup>Muhammadong, <sup>3</sup>Alsilnus Bakir, <sup>4</sup>Nur Aleq

<sup>1</sup>Universitas STRADA Indonesia, Kediri, Indonesia, [aliabda792@gmail.com](mailto:aliabda792@gmail.com)

<sup>2</sup>Universitas STRADA Indonesia, Kediri, Indonesia, [adonk.disaster@gmail.com](mailto:adonk.disaster@gmail.com)

<sup>3</sup>Universitas STRADA Indonesia, Kediri, Indonesia, [alsilnusb79@gmail.com](mailto:alsilnusb79@gmail.com)

<sup>4</sup>Universitas STRADA Indonesia, Kediri, Indonesia, [aleleax@gmail.com](mailto:aleleax@gmail.com)

### ARTICLE INFORMATION

Received: July, 01, 2025

Revised: August, 19, 2025

Available online: September, 30, 2025

### KEYWORDS

hemostasis, PCI transradial, komplikasi, oklusi arteri radial, TR Band.

hemostasis, transradial PCI, complications, radial artery occlusion, TR Band.

### CORRESPONDENCE

Abda Ali

Universitas STRADA Indonesia

Indonesia

[aliabda792@gmail.com](mailto:aliabda792@gmail.com)

### ABSTRACT

**Introduction:** Hemostasis after transradial percutaneous coronary intervention (PCI) is crucial to prevent complications such as hematoma and radial artery occlusion (RAO). Although transradial access (TRA) is safer than the transfemoral approach, the factors influencing the success of hemostasis have not been fully defined.

**Objective:** To identify the factors affecting hemostasis success after transradial PCI. **Methods:** A Systematic Literature Review was conducted following PRISMA guidelines, with searches in PubMed, Scopus, and Google Scholar. Ten articles meeting the criteria were analyzed qualitatively. **Results:** Factors influencing hemostasis include patient characteristics (gender, age, BMI, comorbidities), procedural factors (sheath size, number of punctures, procedure duration), and hemostasis techniques (method and duration of compression). The use of TR Band with a patent hemostasis technique and shorter compression times reduces the risk of RAO. **Conclusion:** The success of hemostasis after transradial PCI is influenced by both clinical and technical factors. Evidence-based individualized strategies can reduce complications and improve patient outcomes.

### ABSTRAK

**Pendahuluan:** Hemostasis pasca intervensi koroner perkutan (PCI) transradial sangat penting untuk mencegah komplikasi seperti hematoma dan oklusi arteri radial (RAO). Meskipun akses transradial (TRA) lebih aman daripada pendekatan transfemorale, faktor yang memengaruhi keberhasilan hemostasis belum sepenuhnya terdefinisi.

**Tujuan:** Mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan hemostasis setelah PCI transradial. **Metode:** Systematic Literature Review dilakukan sesuai pedoman PRISMA dengan pencarian di PubMed, Scopus, dan Google Scholar. Sepuluh artikel yang memenuhi kriteria dianalisis secara kualitatif. **Hasil:** Faktor yang memengaruhi hemostasis meliputi karakteristik pasien (jenis kelamin, usia, IMT, komorbid), faktor prosedural (ukuran sheath, jumlah tusukan, durasi prosedur), dan teknik hemostasis (metode dan lama kompresi). Penggunaan TR Band dengan teknik patent hemostasis dan waktu kompresi lebih singkat menurunkan risiko RAO. **Kesimpulan:** keberhasilan hemostasis setelah PCI transradial dipengaruhi oleh faktor klinis dan teknis. Strategi individual berbasis bukti dapat menurunkan komplikasi dan memperbaiki luaran pasien.

This is an open access article under the [CC BY-ND](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/) license.



## PENDAHULUAN

Percutaneous Coronary Intervention (PCI) adalah prosedur intervensi kateter minimal invasif yang bertujuan untuk membuka penyumbatan atau penyempitan arteri koroner dengan menggunakan balon dan biasanya dilanjutkan dengan pemasangan stent untuk mempertahankan lumen arteri agar tetap terbuka (Lawton et al., 2022). Akses transradial (TRA) direkomendasikan dibandingkan akses transfemoral (TFA) untuk angiografi koroner dan PCI karena terbukti secara signifikan mengurangi komplikasi pada lokasi akses, perdarahan dan angka kematian, terutama pada pasien dengan SKA (Byrne et al., 2023).

Pendekatan TRA merupakan teknik yang direkomendasikan sebagai akses utama untuk tindakan PCI pada pasien dengan sindrom koroner akut (acute coronary syndrome/ACS), menurut pedoman dari European Society of Cardiology (ESC). Rekomendasi ini diberikan karena pendekatan TRA terbukti menurunkan kejadian komplikasi vaskular dan mortalitas, serta meningkatkan kenyamanan dan keamanan pasien selama dan setelah prosedur (Piers, Vink and Amoroso, 2016).

TRA kini telah menjadi pilihan akses utama (default access site) dalam prosedur PCI di Inggris, Eropa, dan Asia, serta mengalami pertumbuhan pesat di Amerika Serikat. Dibandingkan dengan akses transfemoral, TRA terbukti menurunkan angka kematian dan kejadian jantung yang merugikan, bahkan pada kelompok pasien berisiko tinggi. Selain itu, TRA juga mengurangi perdarahan mayor, komplikasi vaskular terkait lokasi akses, rasa tidak nyaman pada pasien, serta memungkinkan mobilisasi lebih awal dan menekan biaya tindakan secara keseluruhan. Meskipun demikian, TRA bukan tanpa tantangan, karena tetap berisiko menimbulkan komplikasi seperti hematoma, perdarahan, atau oklusi arteri radialis (Rashid et al., 2016).

Meskipun TRA dikaitkan dengan kemungkinan komplikasi vaskular yang lebih rendah dibandingkan dengan pendekatan transfemoral access (TFA), komplikasi minor dan mayor yang berhubungan dengan lokasi akses dapat terjadi setelah TRA (Sandoval et al., 2019). Bukti klinis terkini menunjukkan keunggulan signifikan pendekatan transradial dalam PCI. Sebuah meta-analisis besar oleh Pertama, (2016) melaporkan bahwa TRA mengurangi risiko komplikasi vaskular mayor sebesar 77% (OR 0,23; 95% CI [0,16-0,35]) dibandingkan pendekatan TRF. Lebih lanjut, pendekatan ini juga menurunkan kejadian kematian, infark miokard, dan stroke pada pasien STEMI (ST-segment elevation myocardial infarction). Karena bukti kuat ini, pedoman European Society of Cardiology (ESC) 2015 merekomendasikan strategi 'radial-first' sebagai terapi pilihan (kelas I) untuk sindrom koroner akut (Riangwiwat and Blankenship, 2021).

Meski memiliki keunggulan, TRA tidak lepas dari tantangan klinis diantaranya, kurva pembelajaran yang curam : keberhasilan prosedur sangat bergantung pada pengalaman operator, parameter teknis : waktu flurosopi dan paparan radiasi, komplikasi prosedur : komplikasi vaskular terutama proses hemostasis pasca prosedur yang menjadi titik kritis dalam mencegah komplikasi lokal (Riangwiwat and Blankenship, 2021). Hemostasis yang tidak optimal dapat menyebabkan berbagai komplikasi seperti hematoma, perdarahan, pseudoaneurisma, hingga Radial Artery Occlusion (RAO), (Sadaka et al., 2019).

Berbagai faktor telah diidentifikasi memengaruhi keberhasilan hemostasis dan kejadian komplikasi pasca TRA, baik yang berasal dari karakteristik pasien maupun teknik prosedural. Menurut studi yang dilakukan oleh Dangoisse et al., (2017) prediktor kegagalan hemostasis antara lain : jenis kelamin perempuan, perokok aktif, ukuran sheath, BMI rendah dan teknik patensi hemostasis.

Rahman *et al.*, (2024) menambahkan durasi kompresi 6 jam mempengaruhi keberhasilan hemostasis. Menurut Sadaka *et al.*, (2019) jenis kompresi mekanik seperti TR Band dapat mengurangi risiko RAO dibandingkan dengan kompresi manual.

Berbagai studi telah mengidentifikasi sejumlah faktor yang dapat memengaruhi keberhasilan hemostasis. Hasil penelitian yang beragam dan sering kali tidak konsisten menunjukkan perlunya sintesis bukti ilmiah yang komprehensif melalui pendekatan Systematic Literature Review (SLR). Dengan menyusun SLR ini, diharapkan dapat diperoleh bukti terkini yang memandu protokol hemostasis TRA, untuk meningkatkan keamanan pasien, efisiensi klinis, dan kualitas hasil jangka panjang.

Tujuan penelitian ini untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan hemostasis pada pasien yang menjalani PCI dengan pendekatan TRA. Fokus penelitian ini meliputi pengaruh karakteristik pasien, teknik prosedural, serta durasi kompresi terhadap risiko komplikasi

## METODE

Penelitian systematic review menggunakan acuan Preferential Reporting Item Systematic Review And Meta Analysis (PRISMA) , yakni metodologi penelitian atau riset tertentu dan pengembangan yang dilakukan untuk mengumpulkan serta mengevaluasi suatu penelitian yang terkait pada fokus topik tertentu (Triandini *et al.*, 2019). PRISMA digunakan untuk mencari artikel terkait faktor yang mempengaruhi hemostasis pasca PCI transradial. Pencarian artikel dari 3 database berupa PubMed, Scopus dan Google Scholar dengan kata kunci ("hemostasis" OR "vascular closure") AND ("transradial" OR "radial artery") AND ("percutaneous coronary intervention" OR "PCI") AND ("factors" OR "predictors" OR "risk factors"). Artikel yang diterbitkan dari 2016 hingga 2025, seleksi artikel dilakukan berdasarkan kriteria inklusi dan eklusi yaitu :

Tabel 1. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria Inklusi	Kriteria Eksklusi
Artikel yang diterbitkan 10 tahun terakhir (2016-2025)	Artikel yang tidak dapat didownload secara penuh
Artikel berbahasa inggris	Artikel yang tidak relevan dengan topik Hemostasis
Desain studi: RCT, prospektif, observasional analitik	Desain non empiris (laporan kasus, review naratif)
Artikel yang membahas tentang Hemostasis Pasca PCI transradial	Artikel tanpa data empiris atau analisis teoritis yang relevan

Hasil ekstraksi artikel akan dianalisis secara kualitatif untuk mengidentifikasi pola, temuan utama, serta kesenjangan penelitian. Data yang relevan akan di sajikan dalam bentuk tabel untuk memberikan gambaran yang terstruktur mengenai literatur yang dianalisis. Selain itu agar membatasi ruang lingkup penelitian, peneliti menggunakan metode PICO (Population/Problem, Intervention, Comparison, Outcomes). PICO ini menjawab tujuan penelitian (identifikasi faktor penentu hemostasis) dan tercermin dalam sintesis hasil. Fokus utama PICO yaitu :

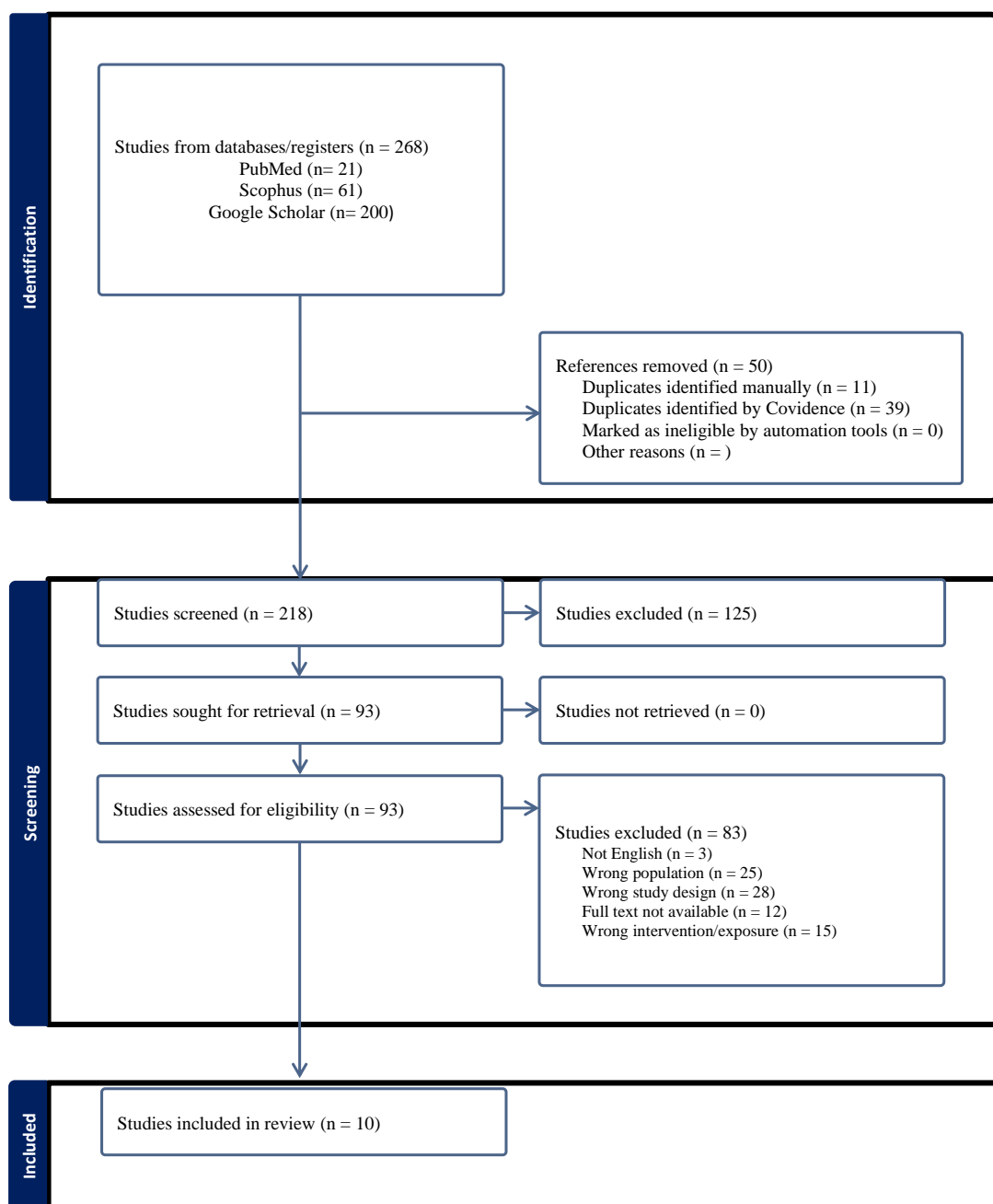
Tabel 2. Ringkasan PICO

Komponen	Keterangan
P (Populasi)	Pasien usia >18 tahun yang menjalani tindakan PCI dengan TRA
I (Intervention)	Faktor-faktor yang dapat memengaruhi keberhasilan hemostasis, seperti jenis kelamin, usia, BMI, komorbiditas, teknik kompresi, durasi hemostasis, ukuran sheath, jenis alat hemostasis, dan penggunaan antikoagulan
C (Comparasion)	n/a
O (Outcome)	Keberhasilan hemostasis, komplikasi lokal pasca hemostasis

## HASIL PENELITIAN

Pencarian artikel dilakukan melalui pencarian berbasis database berupa PubMed 21 artikel, Scopus 61 artikel dan Google Scholar 200 artikel. Berdasarkan kriteria inklusi dan eklusi diperoleh 10 artikel berdasarkan pedoman

PRISMA yang dijabarkan pada gambar. Artikel yang memenuhi kriteria dilakukan pembahasan lebih lanjut.



Gambar Prisma Flow Diagram

Tabel 3. Hasil Pemetaan Data Artikel

No	Nama & tahun	Judul	Metode	Hasil Penelitian	Databa se
1	Schloss er et al., 2023	Incidence and Predictors of Radial Artery Occlusion Following Transradial Coronary Angiography: The proRadial Trial	Prospektif, n=2004 pasien dewasa. Variabel: jenis kelamin, ukuran sheath, jumlah tusukan, hematoma lokal, nyeri, RAO. Instrumen: USG duplex, observasi klinis. Analisis: uji t, chi-square, regresi logistik multivariat.	RAO terjadi pada 4,6% pasien yang meningkatkan risiko gagal hemostasis adalah perempuan, perokok, usia muda, ukuran sheath besar (>6F), BMI rendah, dan bukan tindakan PCI. Teknik hemostasis menggunakan TR Band + patent hemostasis. Komplikasi yang muncul: hematoma, nyeri, dan kesemutan. Hanya 32% pasien yang mengalami reperfusi ulang meski sudah diberi antikoagulan.	PubM ed
2	Rahma n et al., 2024	Relation of Radial Artery Occlusion after Transradial PCI with the Duration of Hemostatic Compression	Prospektif observasional, n=140 (2 grup: kompresi 2 jam vs 6 jam). Variabel: durasi kompresi, RAO awal & 30 hari, penggunaan nitro. Analisis: chi-square, regresi logistik (SPSS 23).	Kompresi selama 6 jam meningkatkan risiko RAO secara signifikan dibanding 2 jam (RAO 30 hari: 11,4% vs 2,8%). Kompresi 6 jam memiliki risiko 7 kali lebih tinggi menyebabkan RAO. Faktor lain yang berpengaruh: pemberian nitro pasca prosedur dan waktu prosedur yang lama.	PubM ed
3	Didagel os et al., 2024	Incidence and Prognostic Factors of Radial Artery Occlusion in Transradial Coronary Catheterization	Prospektif, multicenter, n=1.357 pasien. Variabel: jenis kelamin, cross-over, durasi sheath, spasme, hematoma, dabigatran, manual hemostasis. Analisis: regresi logistik multivariat.	RAO terjadi pada 9,5% pasien. Faktor risiko utama: perempuan, hemostasis manual, hematoma, spasme arteri radial, durasi pemakaian sheath lama, akses cross-over, dan penggunaan dabigatran. Risiko RAO lebih rendah pada pasien yang menerima PCI, heparin >50 IU/kg, dan verapamil intra-arteri.	PubM ed
4	Sadaka et al., 2019	Incidence and Predictors of Radial Artery	Prospektif, n=164 pasien PCI via TRA. Variabel: jenis kelamin, usia, diameter arteri,	RAO hari ke-1 sebesar 32,9%, dan tetap tinggi di 6 bulan (29,9%). Faktor risiko: perempuan, usia muda,	spring eropen

		Occlusion After Transradial Coronary Catheterization	teknik hemostasis (manual vs TR Band), durasi kompresi. Instrumen: USG Doppler. Analisis: chi-square, regresi logistik multivariat.	kompresi manual, diameter arteri kecil, dan banyaknya kateter yang digunakan. TR Band selama 2 jam terbukti menurunkan risiko RAO secara bermakna.	
5	Roh et al., 2025	Distal Radial Access and Women: Implications for Access Site Outcomes in Coronary Procedures	Post-hoc analysis dari registry prospektif (KODRA), n = 4.608 pasien (PCI atau angiografi via DRA). Variabel: jenis kelamin, BMI, CKD, obat-obatan, outcome lokasi akses (perdarahan, hematoma, RAO). Instrumen: form registry klinis, analisis statistik: multivariat & propensity score matching.	Komplikasi akses DRA lebih sering pada perempuan (7,5% vs 4,1%). Faktor risiko: perempuan, CKD, BMI rendah, dosis heparin tinggi, dan obat penghambat P2Y12. Tidak ditemukan perdarahan mayor, namun RAO sedikit lebih banyak terjadi pada perempuan (<1%).	Journal of the American Heart Association (JAH A)
6	Chaudry et al., 2020	Sex Differences in Acute Bleeding and Vascular Complications Following PCI (2003–2016)	Retrospektif, data registry dari 15.284 pasien PCI (29% perempuan). Variabel: jenis kelamin, metode akses (radial/femoral), komplikasi (bleeding, hematoma, fistula, dll). Analisis logistik multivariat dan propensity score matching dilakukan untuk validitas.	Perempuan memiliki risiko lebih tinggi mengalami perdarahan dan komplikasi vaskular dibanding laki-laki, terutama pada periode awal penggunaan PCI. Radial access secara umum mengurangi komplikasi vaskular, meski tidak signifikan mengurangi perdarahan pada perempuan.	Cardiovascularization Medicine (Elsevier)
7	Pacchioni et al., 2020	Predictors of Patent and Occlusive Hemostasis After Transradial Coronary Procedures	Prospektif, multicenter, n=825 pasien DCA/PCI via radial. Variabel: dosis heparin, ACT, alat kompresi, spasme, tortuosity, durasi prosedur. Instrumen: reverse Barbeau test, Hemochron ACT. Analisis: multivariat logistik (dua model: heparin dan ACT).	Hemostasis patent tercapai pada 78,3% pasien, sedangkan yang mengalami oklusi 21,7%. Dosis heparin dan nilai ACT tinggi meningkatkan risiko oklusi. Faktor lainnya: spasme, anatomi arteri radial yang berliku, durasi prosedur lama, dan kasus ACS. Penggunaan TR Band berkaitan dengan keberhasilan patent hemostasis. RAO lebih tinggi pada	Wiley (Catherter Cardiovascular Interv)

				oklusi (12,8%) dibanding patent (2,7%).	
8	Khan et al., 2025	Predictors of Radial Artery Hematoma and Outcomes in Patients Undergoing Elective vs Emergency PCI	Retrospektif, n=400 (200 elektif, 200 emergensi). Variabel: jenis kelamin, spasme, diabetes, waktu hemostasis. Analisis: chi-square, t-test, dan regresi logistik multivariat (SPSS v25).	Hematoma terjadi pada 11% pasien dan RAO pada 9%. Faktor risiko utama: perempuan, spasme, hemostasis manual, diabetes, dan durasi hemostasis yang lama. Tidak ada perbedaan signifikan antara pasien elektif dan emergensi.	Indus Journa l of Biosci ence Resear ch
9	Dwivedi et al., 2022	Factors Influencing Radial Artery Occlusion After Transradial Coronary Intervention in the Indian Population	Prospektif, single-center, n = 1.754 pasien TCI. Outcome: RAO 24 jam (RBT & Doppler). Variabel: GFR, jumlah tusukan, ukuran sheath, kompleksitas tindakan, waktu hemostasis, hematoma. Analisis: univariat dan regresi logistik multivariat.	RAO terjadi pada 11,97% pasien. Faktor risiko signifikan: GFR rendah, tusukan lebih dari satu kali, prosedur kompleks, waktu hemostasis lama, hematoma, dan penggunaan sheath besar (7F). Faktor seperti jenis kelamin, diabetes, hipertensi, dan dosis heparin tidak berpengaruh signifikan.	Anatol ian Journa l of Cardio logy
10	Wang et al., 2025	A predictive model discloses independent risk factors for vascular complications in elderly CVA patients after trans-radial access cerebral angiography	Retrospektif, n = 248 pasien lansia pasca cerebral angiography via TRA; variabel: dosis heparin, jumlah tusukan, waktu operasi, mode & durasi hemostasis, skor HAS-BLED. Analisis: regresi logistik multivariat; model prediktif dengan ROC & kalibrasi	Sebanyak 25% pasien lansia mengalami komplikasi vaskular setelah angiografi serebral via TRA. Faktor risiko: dosis heparin tinggi, tusukan lebih dari satu, waktu operasi lama, durasi dan metode kompresi, serta skor HAS-BLED tinggi. Model prediksi yang dikembangkan cukup akurat (AUC 0,868 training; 0,822 validasi).	PubM ed

## PEMBAHASAN

### a. Karakteristik Pasien sebagai Faktor Risiko

Karakteristik individu pasien merupakan determinan utama dalam keberhasilan hemostasis pasca PCI dengan akses transradial. Dari berbagai studi yang direview, variabel seperti jenis kelamin, usia, dan indeks massa tubuh (BMI) berulang kali muncul sebagai faktor risiko terjadinya komplikasi, terutama radial artery occlusion (RAO) dan hematoma. Pasien perempuan dilaporkan memiliki insidensi komplikasi vaskular yang lebih tinggi dibandingkan laki-laki.

Studi oleh Schlosser *et al.*, (2023), Didagelos *et al.*, (2024), dan Khan *et al.*, (2025) menunjukkan perempuan memiliki risiko yang lebih tinggi untuk mengalami RAO dan hematoma. Hal ini dikaitkan dengan beberapa faktor anatomis dan fisiologis, seperti diameter arteri radial yang lebih kecil, ketebalan dinding pembuluh darah yang lebih tipis, dan sensitivitas vaskular terhadap trauma dan spasme. Diameter arteri yang kecil akan memperbesar rasio antara sheath dan lumen arteri, sehingga meningkatkan risiko oklusi, perdarahan, atau cedera endotel.

Selain jenis kelamin, usia pasien juga menunjukkan korelasi dengan kejadian komplikasi pasca hemostasis. Menurut Sadaka *et al.*, (2019) melaporkan bahwa usia muda memiliki risiko RAO lebih tinggi. Hal ini berkaitan dengan tingginya tonus vaskular dan aktivitas fisik pasca tindakan pada kelompok usia muda, yang dapat menyebabkan terganggunya stabilitas kompresi dan memperbesar risiko spasme arteri radial.

Sebaliknya, dalam Wang *et al.*, (2025) usia lanjut dikaitkan dengan meningkatnya risiko perdarahan, terutama jika disertai skor HAS-BLED yang tinggi dan pemakaian antikoagulan dosis tinggi. Ini menunjukkan bahwa lansia dengan komorbid kompleks memang lebih rentan, tetapi karena interaksi berbagai faktor (usia, koagulasi, komorbid, dan obat).

Indeks massa tubuh (BMI) juga menjadi faktor prediktif yang penting. BMI rendah ( $<18,5 \text{ kg/m}^2$ ) dikaitkan dengan meningkatnya kejadian hematoma dan RAO (Schlosser *et al.*, 2023) & (Roh *et al.*, 2025). Hal ini dapat dijelaskan oleh berkurangnya bantalan jaringan lunak di pergelangan tangan, sehingga arteri radial menjadi lebih rentan terhadap tekanan berlebih dari perangkat kompresi. Selain faktor-faktor utama tersebut, beberapa studi juga menyebutkan komorbiditas seperti diabetes melitus, hipertensi, dan penyakit ginjal kronik (CKD) sebagai faktor yang memperberat gangguan hemostasis (Dwivedi *et al.*, 2022). Karakteristik pasien memegang peranan penting dalam menentukan keberhasilan hemostasis.

Identifikasi awal terhadap pasien berisiko tinggi seperti perempuan dengan BMI rendah atau pasien muda yang aktif dapat menjadi dasar dalam menentukan pendekatan hemostasis yang lebih hati-hati dan individual. Evaluasi risiko ini penting tidak hanya bagi operator, tetapi juga perawat jantung intervensi yang bertanggung jawab pada fase pasca tindakan dan pengawasan kompresi.

### b. Faktor Prosedural (Ukuran Sheath, Jumlah Tusukan, dan Durasi Prosedur)

Faktor teknis prosedur merupakan aspek penting yang secara langsung memengaruhi keberhasilan hemostasis dan risiko terjadinya komplikasi vaskular pasca PCI transradial. Beberapa variabel prosedural utama yang ditemukan dalam studi yang ditelaah meliputi ukuran sheath, jumlah tusukan (puncture attempts), dan durasi prosedur. Ketiga faktor ini berkaitan erat dengan trauma mekanik yang dapat terjadi pada dinding arteri radial selama maupun setelah tindakan PCI.

Ukuran sheath menjadi faktor yang paling konsisten ditemukan meningkatkan risiko RAO dan komplikasi perdarahan. Studi oleh Dwivedi *et al.*, (2022) dan Schlosser *et al.*, (2023) menunjukkan bahwa penggunaan sheath berukuran besar, seperti 6F atau 7F, berhubungan dengan peningkatan signifikan kejadian RAO. Hal ini

disebabkan semakin besar diameter sheath, semakin besar rasio *sheath-to-artery*, sehingga meningkatkan risiko cedera endotel dan oklusi. Ukuran sheath yang tidak disesuaikan dengan diameter arteri pasien, terutama pada perempuan dan pasien dengan BMI rendah, dapat mengakibatkan tekanan lokal yang melebihi kapasitas kompensasi vaskular.

Jumlah tusukan atau *puncture attempts* juga merupakan faktor risiko signifikan yang berkaitan dengan kegagalan hemostasis. Tusukan multipel dapat menyebabkan trauma langsung pada dinding arteri, perdarahan subkutan, dan terbentuknya hematoma lokal yang menyulitkan proses kompresi (Wang *et al.*, 2025). Tusukan berulang berisiko menyebabkan spasme arteri radial yang memperburuk aliran distal dan memicu kejadian RAO. Keterampilan dan skil teknis operator, penggunaan ultrasonografi sebagai panduan akses, serta pemilihan lokasi tusukan yang optimal sangat penting dalam mengurangi risiko komplikasi.

Durasi prosedur merupakan faktor teknis lain yang turut berperan. Prosedur yang berlangsung lebih lama, baik karena kompleksitas tindakan atau keterlambatan teknis, menyebabkan waktu pemasangan sheath menjadi lebih panjang. Hal ini berkontribusi terhadap risiko trauma endotel yang lebih besar, peningkatan kemungkinan spasme arteri, dan kecenderungan terjadinya cedera iskemik pada jaringan sekitar. Pacchioni *et al.*, (2021) mencatat bahwa durasi prosedur yang lama berkorelasi dengan tingginya insiden occlusive hemostasis dan RAO. Selain itu, lama prosedur biasanya juga sejalan dengan volume kontras yang digunakan dan durasi paparan radiasi, yang dapat memperberat kondisi pasien dengan komorbid seperti gangguan ginjal.

Dari segi praktik klinis, penting untuk mengantisipasi faktor-faktor prosedural ini sebelum tindakan. Pemilihan sheath yang sesuai dengan ukuran arteri, meminimalkan jumlah tusukan, dan efisiensi waktu prosedur harus

menjadi bagian dari standar operasional untuk menurunkan risiko komplikasi pasca tindakan.

c. Teknik Hemostasis (Kompresi Manual vs Mekanik)  
Teknik hemostasis merupakan komponen krusial dalam pencegahan komplikasi pasca PCI transradial. Meskipun tujuannya sama, yaitu menghentikan perdarahan pada lokasi tusukan arteri, pendekatan yang digunakan baik secara manual maupun dengan bantuan perangkat mekanik.

Kompresi manual, yaitu penekanan langsung dengan tangan atau kasa bertekanan terhadap lokasi tusukan, merupakan metode paling sederhana, murah, dan dapat dilakukan tanpa alat bantu khusus. Penelitian menunjukkan bahwa metode ini kurang konsisten dan memiliki variasi teknis antar operator yang tinggi. Jika tekanan terlalu kuat dan lama, risiko RAO meningkat akibat penghentian total aliran darah distal. Sebaliknya, jika tekanan terlalu lemah atau terlalu cepat dilepas, dapat terjadi perdarahan rekuren atau pembentukan hematoma. Sadaka *et al.*, (2019) dan Didagelos *et al.*, (2024) melaporkan bahwa pasien yang mendapatkan kompresi manual memiliki insidensi RAO lebih tinggi dibandingkan dengan mereka yang menggunakan perangkat hemostasis khusus.

Untuk mengatasi keterbatasan kompresi manual, dikembangkan berbagai alat bantu kompresi mekanik (patent hemostasis) seperti TR Band, alat yang dirancang khusus untuk kompresi arteri radial pasca tindakan intervensi koroner. Alat yang menyeimbangkan antara tekanan cukup untuk menghentikan perdarahan dan tetap memungkinkan sebagian aliran darah distal tetap berjalan. Tujuan dari teknik ini adalah mencegah RAO dan mempertahankan patensi arteri radial pasca tindakan. Studi oleh Pacchioni *et al.*, (2021) memberikan bukti kuat bahwa TR Band dengan teknik paten hemostasis menurunkan kejadian RAO secara signifikan. Pasien yang menjalani patent hemostasis memiliki insidensi RAO

hanya 2,7%, dibandingkan dengan 12,8% pada kelompok occlusive hemostasis. Selain itu, pasien dengan patent hemostasis juga mengalami komplikasi hematoma lebih sedikit dan tidak menunjukkan gejala iskemia tangan.

Pemilihan teknik hemostasis harus mempertimbangkan karakteristik pasien, ketersediaan alat, dan kapasitas sumber daya, serta mengacu pada bukti ilmiah terbaru yang mendukung penggunaan kompresi mekanik dengan teknik patent hemostasis sebagai metode yang paling aman dan efektif dalam mencegah komplikasi pasca PCI transradial.

d. Durasi Kompresi dan Efektivitas Patent Hemostasis Durasi kompresi pasca tindakan PCI transradial merupakan elemen teknis yang menentukan keberhasilan hemostasis sekaligus risiko terjadinya komplikasi vaskular, terutama RAO. Prinsip utama hemostasis adalah menghentikan perdarahan tanpa menghentikan aliran darah sepenuhnya. Oleh karena itu, durasi kompresi harus cukup untuk mencapai koagulasi lokal, namun tidak boleh terlalu lama hingga menghambat perfusi distal (Rao *et al.*, 2014).

Studi menunjukkan bahwa durasi kompresi yang terlalu lama, khususnya di atas 4–6 jam berdampak negatif terhadap patensi arteri radial. Dalam penelitian prospektif oleh Rahman *et al.*, (2024) pasien yang mendapat kompresi selama 6 jam memiliki insiden RAO lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kompresi 2 jam. Risiko RAO pada kelompok 6 jam mencapai 7 kali lipat lebih tinggi, dengan RAO yang tetap terlihat hingga 30 hari pasca prosedur. Hal ini menunjukkan bahwa waktu hemostasis yang terlalu panjang dapat menyebabkan iskemia lokal yang menetap, kerusakan endotel, dan terbentuknya trombus akibat stagnasi aliran.

Strategi kompresi dengan durasi lebih singkat namun terkontrol, seperti pada kelompok 2 jam dalam studi Rahman *et al.*, terbukti aman dan bahkan memberikan hasil hemodinamik yang lebih baik. Pendekatan ini

terutama efektif bila dikombinasikan dengan teknik patent hemostasis, yakni teknik yang menjaga aliran darah minimal tetap ada selama proses kompresi berlangsung. Studi oleh Pacchioni *et al.*, (2021) memperkuat temuan ini. Mereka menunjukkan bahwa TR Band dengan teknik patent hemostasis secara signifikan menurunkan insiden RAO, yakni hanya sebesar 2,7% dibandingkan 12,8% pada kelompok dengan kompresi penuh (occlusive hemostasis). Teknik ini memungkinkan penyembuhan pembuluh darah di lokasi tusukan tanpa menghentikan aliran darah sepenuhnya, sehingga risiko pembentukan trombus menurun dan perfusi distal tetap terjaga.

Durasi dan teknik kompresi menentukan keberhasilan hemostasis. Penerapan waktu kompresi yang singkat dan teknik patent hemostasis terbukti menjadi kombinasi yang paling aman dan efektif dalam mencegah RAO serta komplikasi vaskular lainnya.

e. Pengaruh Komorbiditas terhadap Risiko Komplikasi Komorbiditas pasien merupakan salah satu faktor yang dapat memengaruhi hasil tindakan PCI transradial dalam proses hemostasis dan risiko komplikasi lokal seperti RAO dan hematoma. Beberapa kondisi kronis seperti diabetes mellitus, penyakit ginjal kronik (chronic kidney disease/CKD), dan penurunan laju filtrasi glomerulus (GFR) terbukti memberikan dampak negatif terhadap patensi vaskular serta kemampuan jaringan untuk mempertahankan hemostasis yang adekuat.

Studi oleh Dwivedi *et al.*, (2022) dan Roh *et al.*, (2025) secara jelas menunjukkan bahwa pasien dengan CKD, terutama yang memiliki GFR <60 ml/min/m<sup>2</sup>, memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami RAO dan hematoma pasca tindakan PCI transradial. Hal ini dijelaskan oleh beberapa mekanisme fisiopatologis. Pada pasien dengan CKD, terjadi perubahan struktural dan fungsional pada pembuluh darah, termasuk kerapuhan endotel, penurunan elastisitas arteri, dan gangguan sistem koagulasi (Kahveci *et al.*, 2020). Selain itu, retensi toksin uremik dan

inflamasi sistemik yang terjadi pada pasien gagal ginjal turut memperburuk proses penyembuhan luka dan menurunkan respons terhadap kompresi hemostatik (Chamberlain *et al.*, 2018).

Diabetes mellitus juga merupakan faktor risiko yang signifikan. Menurut American Diabetes Association (ADA, 2022) kondisi hiperglikemia kronik dapat menyebabkan disfungsi endotel, pembentukan plak aterosklerotik, dan peningkatan kecenderungan trombotik, mengakibatkan pasien dengan diabetes lebih rentan terhadap cedera vaskular saat tusukan dilakukan dan mengalami gangguan dalam proses vasokonstriksi normal selama hemostasis. Dalam studi Khan *et al.*, (2025), diabetes dilaporkan sebagai salah satu prediktor independen terjadinya hematoma pasca PCI, terutama bila dikombinasikan dengan teknik kompresi manual yang tidak optimal.

Perokok aktif diketahui memiliki risiko komplikasi hemostasis yang lebih tinggi setelah tindakan PCI dengan akses transradial. Studi oleh Schlosser *et al.*, (2023) secara khusus mengidentifikasi perokok aktif sebagai salah satu prediktor independen terjadinya RAO. Hal ini terjadi karena kebiasaan merokok menyebabkan disfungsi endotel kronik, peningkatan tonus vasokonstriksi, dan aktivasi sistem koagulasi, yang pada akhirnya membuat arteri radial lebih rentan mengalami spasme dan oklusi pasca prosedur. Selain itu, proses inflamasi vaskular yang berlangsung terus menerus pada perokok juga dapat menghambat proses penyembuhan luka tusukan dan memperbesar risiko hematoma.

Pasien dengan komorbiditas juga cenderung menggunakan terapi farmakologis yang kompleks, termasuk antiplatelet dan antikoagulan jangka panjang, yang secara tidak langsung memperbesar risiko perdarahan lokal dan memperlama waktu hemostasis. Studi Wang *et al.*, (2025) menambahkan bahwa skor HAS-BLED yang tinggi, sering dijumpai pada pasien

dengan penyakit kronis dan lansia, berkorelasi positif dengan insidensi komplikasi vaskular pasca PCI.

Dalam praktik klinis, pasien dengan diabetes dan CKD sering kali menjadi kelompok yang paling membutuhkan tindakan koroner, namun paling rentan terhadap komplikasi. Oleh karena itu, penerapan protokol hemostasis yang berbasis bukti dan disesuaikan dengan kondisi pasien menjadi sangat penting untuk mengoptimalkan keamanan prosedur dan hasil klinis jangka panjang.

#### f. Peran Antikoagulan dan Vasodilator

Pemberian antikoagulan dan vasodilator merupakan bagian dari protokol tindakan PCI transradial dengan tujuan untuk mencegah trombotik dan komplikasi iskemik. Intervensi farmakologis ini memiliki konsekuensi terhadap keberhasilan hemostasis, terutama dalam risiko perdarahan dan perlindungan terhadap RAO (Didagelos *et al.*, 2024).

Salah satu obat yang paling sering digunakan adalah heparin, baik dalam bentuk unfractionated heparin (UFH) maupun low molecular weight heparin (LMWH). studi yang dilakukan oleh Didagelos *et al.*, (2024) menunjukkan bahwa pemberian heparin dalam dosis  $\geq 50$  IU/kg secara signifikan dapat menurunkan insiden RAO. Disebabkan heparin berfungsi menghambat aktivasi trombin dan pembentukan fibrin, sehingga menjaga patensi arteri radial pasca tindakan dan selama proses hemostasis berlangsung.

Vasodilator seperti verapamil dan nitroglicerol yang diberikan secara intra arteri juga terbukti bermanfaat dalam mengurangi kejadian spasme arteri radial, yang merupakan salah satu penyebab terjadinya RAO dan nyeri lokal pasca prosedur. Vasodilator membantu mempertahankan lumen arteri tetap terbuka, menurunkan tonus otot polos vaskular, serta memperbaiki aliran darah distal selama proses kompresi berlangsung (Bertrand *et al.*, 2010).

Pemakaian antikoagulan dosis tinggi, terutama pada pasien dengan usia lanjut dan komorbiditas kompleks, memiliki potensi meningkatkan risiko perdarahan. Studi oleh Wang *et al.*, (2025) menunjukkan bahwa pasien lansia dengan skor HAS-BLED tinggi lebih rentan mengalami komplikasi vaskular, termasuk hematoma tingkat sedang hingga berat, bila menerima dosis antikoagulan yang tidak disesuaikan. Hal ini menunjukkan perlunya penyesuaian dosis berdasarkan evaluasi menyeluruh terhadap fungsi ginjal, usia, riwayat perdarahan, serta penggunaan obat lain yang dapat memperpanjang waktu perdarahan.

## KESIMPULAN

Tinjauan ini menunjukkan bahwa keberhasilan hemostasis setelah PCI transradial dipengaruhi oleh faktor pasien (jenis kelamin perempuan, usia, BMI, komorbiditas seperti diabetes dan penyakit ginjal, serta kebiasaan merokok) dan faktor prosedur (ukuran sheath besar, tusukan berulang, durasi prosedur lama). Teknik kompresi manual meningkatkan risiko komplikasi dibanding kompresi mekanik, sementara durasi kompresi yang terlalu lama juga menambah risiko RAO. Penggunaan obat seperti heparin dan verapamil bermanfaat jika disesuaikan dengan kondisi pasien. Strategi hemostasis yang individual dan berbasis bukti penting untuk mencegah komplikasi serta meningkatkan luaran pasien PCI transradial.

## REFERENSI

Bertrand, O.F. *et al.* (2010) 'Transradial approach for coronary angiography and interventions: Results of the first international Transradial practice survey', *JACC: Cardiovascular Interventions*, 3(10), pp. 1022–1031. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2010.07.013>.

Chamberlain, J.J. *et al.* (2018) 'Cardiovascular disease and risk management: Review of the American

diabetes association standards of medical care in diabetes 2018', *Annals of Internal Medicine*, 168(9), pp. 640–650. Available at: <https://doi.org/10.7326/M18-0222>.

Dangoisse, V. *et al.* (2017) 'Usefulness of a Gentle and Short Hemostasis Using the Transradial Band Device after Transradial Access for Percutaneous Coronary Angiography and Interventions to Reduce the Radial Artery Occlusion Rate (from the Prospective and Randomized CRASOC I, II, an', *American Journal of Cardiology*, 120(3), pp. 374–379. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2017.04.037>.

Didagelos, M. *et al.* (2024) 'Incidence and Prognostic Factors of Radial Artery Occlusion in Transradial Coronary Catheterization', *Journal of Clinical Medicine*. mdpi.com. Available at: <https://doi.org/10.3390/jcm13113276>.

Dwivedi, S.K. *et al.* (2022) 'Factors influencing radial artery occlusion after transradial coronary intervention in the Indian population', *Anatolian Journal of Cardiology*. pmc.ncbi.nlm.nih.gov, pp. 105–111. Available at: <https://doi.org/10.5152/AnatolJCardiol.2021.163>.

Kahveci, A.S. *et al.* (2020) 'Oxidative stress and mitochondrial abnormalities contribute to decreased endothelial nitric oxide synthase expression and renal disease progression in early experimental polycystic kidney disease', *International Journal of Molecular Sciences*, 21(6), p. 1994. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijms21061994>.

Khan, F.U. *et al.* (2025) 'Predictors of Radial Artery Hematoma and Outcomes in Patients Undergoing Elective vs Emergency Angiography Angioplasty via Radial Artery Approach', *Indus Journal of ...* [Preprint]. Available at: <http://induspublishers.com/IJBR/article/view/736>.

Pacchioni, A. *et al.* (2021) 'Predictors of patent and

- occlusive hemostasis after transradial coronary procedures’, *Catheterization and Cardiovascular Interventions*, 97(7), pp. 1369–1376. Available at: <https://doi.org/10.1002/ccd.29066>.
- Pertama, E. (2016) *Panduan praktik klinis (ppk) dan clinical pathway (cp) penyakit jantung dan pembuluh darah*.
- Piers, L.H., Vink, M.A. and Amoroso, G. (2016) ‘Transradial Approach in Primary Percutaneous Coronary Intervention: Lessons from a High-volume Centre’, *Interventional Cardiology*, 11(2), pp. 88–92. Available at: <https://doi.org/10.15420/icr.2016:21:3>.
- Rahman, A. *et al.* (2024) ‘Relation of radial artery occlusion after trans-radial percutaneous coronary intervention with the duration of hemostatic compression’, *International Journal of Research in Medical Sciences*. [researchgate.net](https://www.researchgate.net), pp. 1457–1461. Available at: <https://doi.org/10.18203/2320-6012.ijrms20241227>.
- Rao, S. V. *et al.* (2014) ‘Best practices for transradial angiography and intervention: A consensus statement from the society for cardiovascular angiography and intervention’s transradial working group’, *Catheterization and Cardiovascular Interventions*, 83(2), pp. 228–236. Available at: <https://doi.org/10.1002/ccd.25209>.
- Rashid, M. *et al.* (2016) ‘Radial artery occlusion after transradial interventions: A systematic review and meta-analysis’, *Journal of the American Heart Association*, 5(1). Available at: <https://doi.org/10.1161/JAHA.115.002686>.
- Riangwiwat, T. and Blankenship, J.C. (2021) ‘Vascular complications of transradial access for cardiac catheterization’, *US Cardiology Review*. [pmc.ncbi.nlm.nih.gov](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/). Available at: <https://doi.org/10.15420/USC.2020.23>.
- Roh, J.W. *et al.* (2025) ‘Distal Radial Access and Women: Implications for Access Site Outcomes in Coronary Procedures’, *Journal of the American Heart Association*, 14(8). Available at: <https://doi.org/10.1161/JAHA.124.036285>.
- Sadaka, M.A. *et al.* (2019) ‘Incidence and predictors of radial artery occlusion after transradial coronary catheterization’, *Egyptian Heart Journal*. [recintervcardiol.org](https://www.recintervcardiol.org/). Available at: <https://doi.org/10.1186/s43044-019-0008-0>.
- Schlosser, J. *et al.* (2023) ‘Incidence and predictors of radial artery occlusion following transradial coronary angiography: the proRadial trial’, *Clinical Research in Cardiology*. Springer, pp. 1175–1185. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00392-022-02094-z>.
- Triandini, E. *et al.* (2019) ‘Metode Systematic Literature Review untuk Identifikasi Platform dan Metode Pengembangan Sistem Informasi di Indonesia’, *Indonesian Journal of Information Systems*, 1(2), p. 63. Available at: <https://doi.org/10.24002/ijis.v1i2.1916>.
- Wang, Y. *et al.* (2025) ‘A predictive model discloses independent risk factors for vascular complications in elderly cerebrovascular accident patients after trans-radial access cerebral angiography’, *American Journal of Translational Research*, 17(4), pp. 2872–2880.