

Penilaian Risiko Beban Iskemik Pasca Intervensi Koroner Perkutan

Haris Munirwan¹, Ryzka Izza Mayfany¹, Zanisa²

¹ Departemen Kardiologi dan Kedokteran Vaskular, Fakultas Kedokteran Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

² Departemen Ilmu Kesehatan Masyarakat/Illmu Kedokteran Komunitas, Fakultas Kedokteran Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

ABSTRAK

Kata Kunci:

Penilaian risiko
iskemik,
penyakit jantung
koroner,
intervensi koroner
perkutan

Pendahuluan: Penyakit jantung koroner tetap menjadi penyebab utama kematian global, meskipun kemajuan terapi, khususnya intervensi koroner perkutan (IKP), telah menurunkan angka mortalitas. Namun, risiko kejadian iskemik residual pasca-IKP masih tinggi, sehingga diperlukan stratifikasi risiko yang optimal.

Metode: Tinjauan kepustakaan ini bertujuan mengevaluasi berbagai strategi penilaian risiko iskemik yang digunakan pada pasien pasca-IKP. Metode yang digunakan adalah telaah literatur terkait penilaian risiko iskemik menggunakan skor, pencitraan non-invasif, dan pencitraan intravaskular.

Hasil: setiap sistem penilaian memiliki keunggulan dan keterbatasan dalam memprediksi kejadian iskemik dan perdarahan, serta dalam menentukan durasi terapi antiplatelet. Pencitraan intravaskular merupakan sistem penilaian terperinci. Namun, sistem skor efektif untuk prediksi jangka pendek dan membantu menentukan durasi terapi, meskipun implementasi skor dalam praktik klinis masih terbatas.

Kesimpulan: pemilihan sistem penilaian risiko yang tepat dan penyesuaian terapi individual sangat penting untuk meminimalkan risiko iskemik dan perdarahan pada pasien pasca-IKP.

Korespondensi: munirwanharis@usk.ac.id (Haris Munirwan)

ABSTRACT

Keywords:

ischemic risk
assessment,
coronary artery
disease,
percutaneous
coronary intervention

Introduction: Coronary artery disease remains the leading cause of global mortality, despite therapeutic advancements, particularly percutaneous coronary intervention (PCI), which have reduced mortality rates. However, the risk of residual ischemic events post-PCI remains high, necessitating optimal risk stratification.

Method: This literature review aims to evaluate various ischemic risk assessment strategies used in post-PCI patients. The methods employed include a literature review related to ischemic risk assessment using scores, non-invasive imaging, and intravascular imaging.

Results: each assessment system has advantages and limitations in predicting ischemic and bleeding events, as well as in determining the duration of antiplatelet therapy. Intravascular imaging is a detailed assessment system. However, the scoring system is effective for short-term prediction and helps determine the duration of therapy, although the implementation of the score in clinical practice is still limited.

Conclusion: The selection of the appropriate risk assessment system and individual therapy adjustments are crucial to minimize the risk of ischemic and bleeding events in post-PCI patients.

PENDAHULUAN

Penyakit Jantung Koroner (PJK) merupakan penyebab utama kematian di seluruh dunia, dengan perkiraan 7,5 juta jiwa meninggal setiap tahun akibat penyakit ini. Negara berkembang memiliki angka kematian akibat penyakit kardiovaskular yang tiga kali lebih tinggi dibandingkan negara maju. Fenomena ini dihubungkan dengan kemajuan sosial ekonomi, urbanisasi, dan perubahan gaya hidup yang menyebabkan peningkatan faktor risiko PJK. Sebaliknya, di negara maju, akses yang memadai terhadap terapi farmakologis inovatif dan Intervensi Koroner Perkutan (IKP) telah berhasil menurunkan angka kematian pasca- infark miokard (MI) secara signifikan.¹

Intervensi Koroner Perkutan (IKP) semakin sering dilakukan pada pasien dengan penyakit arteri koroner yang kompleks (CAD), didukung dengan kemajuan terbaru dalam teknik dan perangkat intervensi koroner. Kompleksitas IKP sendiri telah diakui sebagai penentu untuk kejadian iskemik di masa depan, terutama hasil buruk terkait stent. Oleh karena itu, meminimalkan komplikasi iskemik adalah

tujuan penting dalam manajemen pasien PJK.²

Risiko kejadian iskemik residual tetap besar setelah sindrom koroner akut (ACS), meskipun telah dilakukan prosedur revaskularisasi (seperti pemasangan stent) dan kepatuhan terhadap pedoman pencegahan sekunder saat ini. *European Society of Cardiology* (ESC) memfokuskan pembaruan manajemen pada individu yang berisiko tinggi untuk kejadian iskemik berulang pada terapi antiplatelet yang memadai. Strategi antitrombotik yang lebih agresif telah dieksplorasi untuk mengurangi risiko iskemik lebih lanjut, termasuk perpanjangan terapi antiplatelet ganda (DAPT), penggunaan inhibitor P2Y₁₂ potensi tinggi, atau menggabungkan antikoagulan dosis rendah dengan aspirin. Meskipun pendekatan ini secara efektif mengurangi kemungkinan kejadian iskemik di masa depan, namun secara bersamaan juga meningkatkan risiko komplikasi perdarahan pada pasien sehingga membutuhkan penilaian yang cermat.³

Stratifikasi risiko kejadian iskemik menjadi metode penting dalam pengambilan keputusan klinis untuk memaksimalkan pencegahan sekunder

pada pasien PJK. Sejumlah strategi penilaian berupa sistem skor, pencitraan non-invasif, dan pencitraan intravaskular telah dikembangkan untuk membantu menilai risiko beban iskemik. Penilaian risiko tersebut pasca IKP sangat penting dalam menentukan strategi pencegahan sekunder yang optimal.^{4,5} Oleh karena itu, tinjauan pustaka ini disusun untuk membahas metode penilaian risiko beban iskemik secara praktis dengan harapan dapat memberikan pemahaman komprehensif.

METODE

Penulisan referat ini menggunakan pendekatan tinjauan naratif berbasis studi literatur primer dan sekunder yang relevan, baik berupa hasil studi klinis acak, meta-analisis, maupun konsensus dan pedoman internasional terkini serta hasil-hasil penelitian terkait penilaian risiko iskemik pasca IKP. Sumber utama adalah publikasi peer-reviewed dalam 10 tahun terakhir untuk memastikan relevansi dan kemutakhiran data.^{6,7}

Strategi pencarian literatur dilakukan melalui publikasi yang terindeks di database PubMed, ScienceDirect, dan JACC dengan menggunakan kata kunci “ischemic burden risk”, “percutaneous coronary intervention”, “risk stratification”, dan “risk score”. Kriteria inklusi meliputi publikasi berbahasa Inggris atau Indonesia, studi prospektif dan retrospektif, serta pedoman konsensus internasional yang membahas prinsip, validasi klinis, aplikasi, serta tantangan implementasi modalitas penilaian risiko beban iskemik pasca IKP.^{2,4,8}

Untuk memastikan objektivitas dan akurasi, setiap data dibandingkan dengan rekomendasi konsensus terbaru dari European Society of Cardiology (ESC) dan American College of Cardiology (ACC). Hasil sintesis kemudian disajikan dalam bentuk narasi terstruktur, tabel penilaian risiko, serta algoritma aplikasi klinis sesuai kebutuhan.^{6,7}

Metode tinjauan literatur ini dibatasi oleh potensi bias seleksi literatur dan heterogenitas desain studi, yang berimbas pada generalisasi hasil. Untuk mengatasi potensi keterbatasan, pemilihan sumber

yang kredibel dan validasi silang antar referensi dilakukan agar hasil tinjauan ini tetap representatif dan bisa menjadi panduan dalam praktik klinis serta pengembangan riset berikutnya.⁹

DISKUSI

Penyakit jantung koroner menyebabkan lebih dari 7,5 juta kematian per tahun secara global, dengan beban terbesar di negara berkembang akibat perubahan gaya hidup dan urbanisasi yang meningkatkan prevalensi faktor risiko kardiovaskular. IKP menjadi standar utama terapi revaskularisasi pada PJK, didukung oleh kemajuan teknologi stent dan teknik intervensi. Namun, meskipun IKP dan terapi farmakologis modern telah menurunkan mortalitas pasca infark miokard, komplikasi iskemik tetap menjadi masalah utama, terutama pada pasien dengan profil risiko tinggi.¹

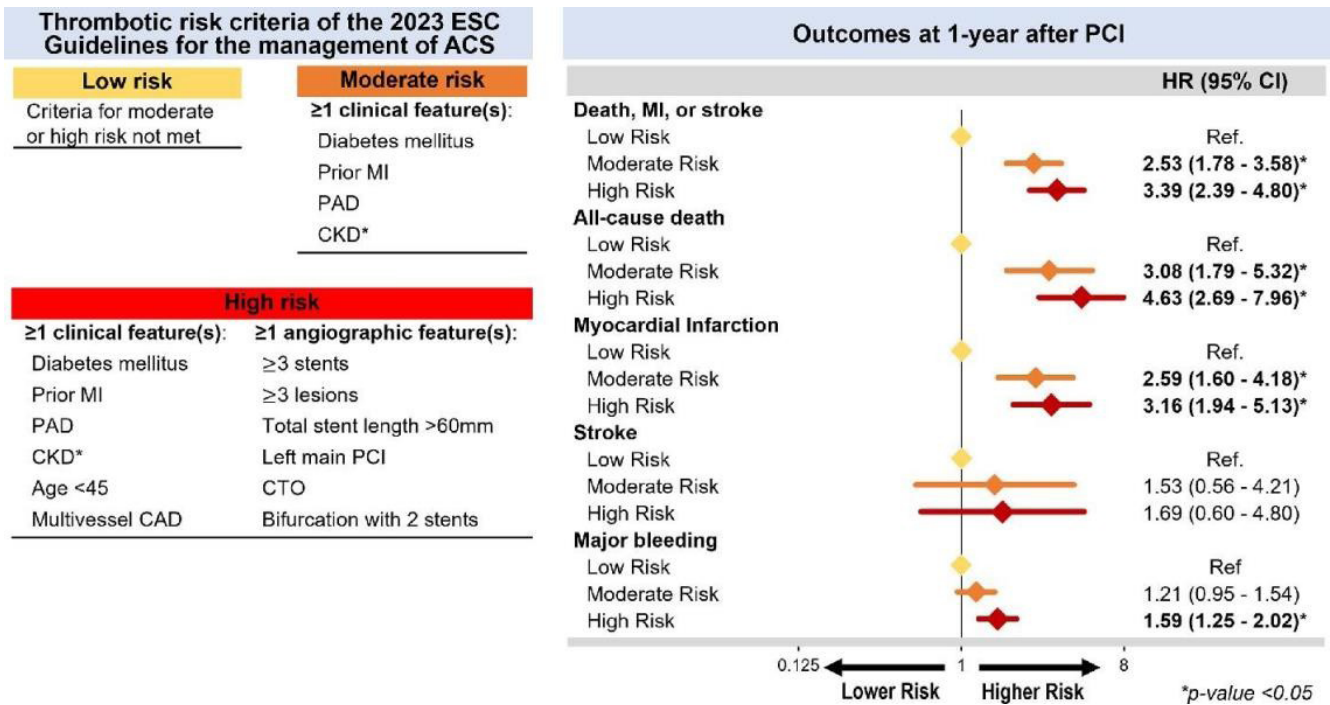
KOMPLEKSITAS PASIEN DAN RISIKO ISKEMIK RESIDUAL

Pasien yang menjalani IKP kini semakin kompleks, dengan prevalensi tinggi komorbiditas seperti diabetes, penyakit ginjal kronis, dan penyakit arteri koroner multivessel. Kompleksitas anatomi dan prosedural, seperti lesi bifurkasi dan panjang stent >60 mm, turut meningkatkan risiko kejadian iskemik residual. Risiko ini tetap tinggi meskipun telah dilakukan revaskularisasi optimal dan terapi antiplatelet sesuai pedoman.^{6,7}

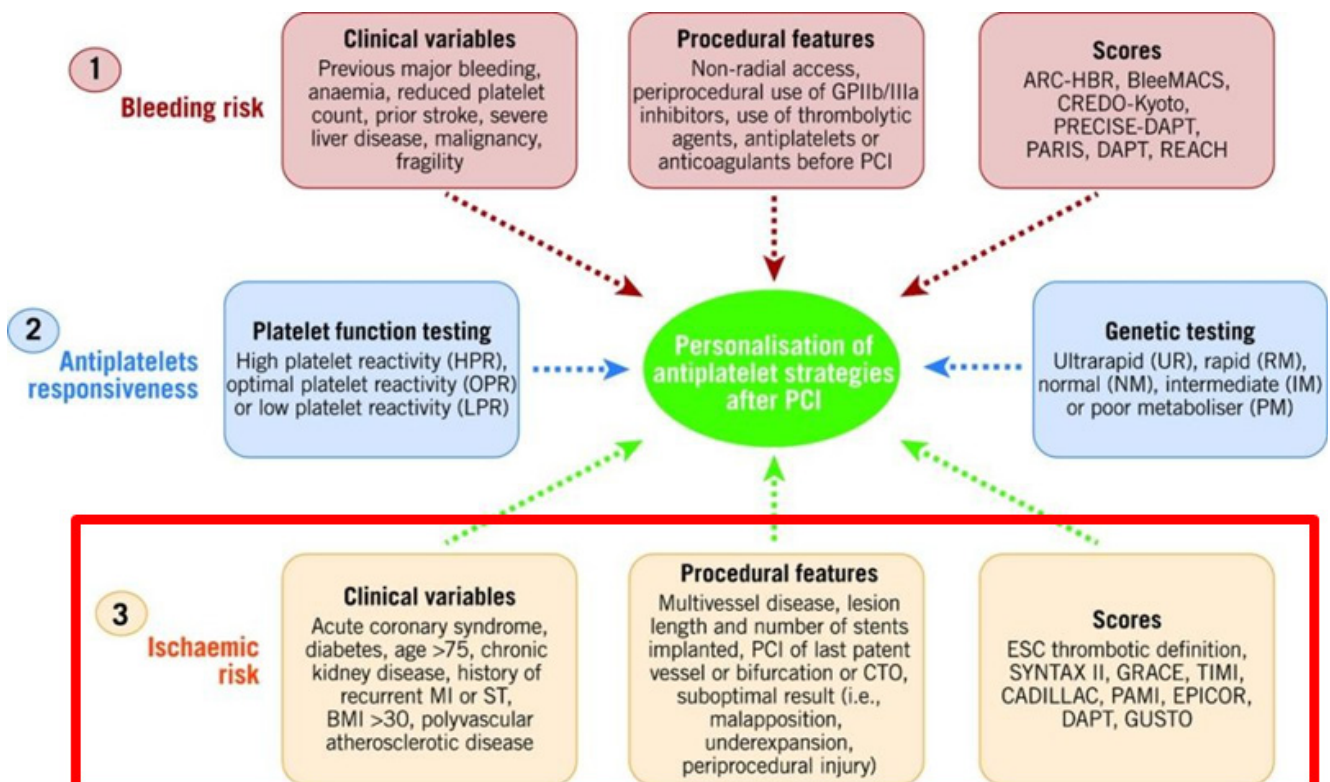
STRATIFIKASI RISIKO ISKEMIK

A. Stratifikasi risiko menggunakan skor

Sebagian besar skor risiko yang sering digunakan untuk menilai kejadian iskemik pada awalnya dikembangkan dan divalidasi untuk memprediksi kejadian yang terjadi terutama selama masa rawat inap di rumah sakit atau di masa akut. Akibatnya, penerapan skor risiko ini untuk menentukan durasi DAPT masih menjadi masalah, karena hanya sedikit data yang mengeksplorasi nilainya untuk memandu durasi DAPT.⁷



Gambar 1. Kriteria risiko iskemik menurut pedoman ESC 2023⁶



Gambar 2. Penilaian risiko pada pasien yang menjalani IKP⁵

Tabel 1. Skor prediksi jangka panjang pada pasien ACS⁵

TABLE 1 Long-Term Risk Prediction Scores Among Patients With ACS					
Risk Score	Year Developed	Risk of Ischemic Events or Death	Risk of Bleeding	Specific Outcomes Predicted	Follow-Up Duration, mo
GRACE	2006	X		All-cause mortality	6
GRACE 2.0	2014	X		All-cause mortality	12
PARIS	2016	X	X	MI, stent thrombosis, major bleeding	24
DAPT	2016	X	X	MI, stent thrombosis, major bleeding	30
PRECISE-DAPT	2017		X	Major and minor bleeding	12
PRAISE	2021	X	X	All-cause mortality, MI, major bleeding	12
ABC-ACS Ischemia	2022	X		CV mortality, MI	12

ABC-ACS = an ischemia score that includes age, biomarkers (growth differentiation factor 15, N-terminal pro-B-type natriuretic peptide), and clinical history (extent of coronary artery disease, prior vascular disease, Killip class, acute coronary syndrome type, P2Y₁₂ inhibitor); CV = cardiovascular; DAPT = Dual Antiplatelet Therapy; GRACE = Global Registry of Acute Coronary Events; MI = myocardial infarction; PARIS = Patterns of non-Adherence to Anti-Platelet Regimen in Stented Patients; PRAISE = Patterns of Nonadherence to Antiplatelet Regimen in Stented Patients; PRECISE-DAPT = Predicting Bleeding Complications in Patients Undergoing Stent Implantation and Subsequent Dual Antiplatelet Therapy.

1. Skor TIMI dan GRACE

Pedoman untuk manajemen pasien dengan CAD merekomendasikan skor risiko Thrombolysis in Myocardial Infarction (TIMI) atau skor *Global Registry for Acute Coronary Events* (GRACE) untuk stratifikasi risiko pasien (Tabel 1). Skor TIMI awalnya dikembangkan untuk memprediksi risiko jangka pendek pada pasien sindrom koroner akut (SKA). Skor GRACE terbukti lebih unggul dalam memprediksi mortalitas 1 tahun, baik saat rawat inap maupun pasca pulang. Namun, validitas skor ini dalam era stent generasi baru dan terapi farmakologis modern masih diperdebatkan.⁵

2. Skor CHA2DS2-VASc

Beban trombus yang tinggi merupakan prediktor independen untuk kejadian kardiovaskular yang merugikan, trombosis stent dan kejadian *no reflow* pada pasien STEMI.

Skor CHA2DS2-VASc memprediksi beban trombus pada pasien STEMI yang menjalani intervensi koroner perkutan primer.¹⁰

3. Skor DAPT dan PRECISE-DAPT

Skor DAPT dikembangkan untuk menentukan durasi optimal terapi antiplatelet ganda (dual antiplatelet therapy/DAPT) setelah IKP. Skor ini menggunakan sembilan variabel klinis dan prosedural untuk memprediksi manfaat dan risiko perpanjangan

DAPT hingga 30 bulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pasien dengan skor DAPT >2 mendapatkan manfaat iskemik dari DAPT jangka panjang, sedangkan skor <2 berisiko tinggi perdarahan tanpa manfaat iskemik tambahan.⁵

Studi kolaboratif PRECISE-DAPT (PREdicting bleeding Complications In patients undergoing Stent implantation and subSequent Dual Anti Platelet Therap) mencakup total 14.963 pasien dengan CAD yang menjalani PCI, menghasilkan algoritme prediksi lima item (usia, CrCl, hemoglobin, jumlah sel darah putih, dan perdarahan spontan sebelumnya) pada pasien yang diobati dengan DAPT. Skor PRECISE-DAPT, yang terdiri dari lima parameter (usia, laju filtrasi glomerulus, hemoglobin, jumlah leukosit, dan riwayat perdarahan), membantu mengidentifikasi pasien dengan risiko perdarahan tinggi. Pasien dengan skor PRECISE-DAPT >25 sebaiknya menjalani DAPT singkat (<12 bulan) untuk menghindari komplikasi perdarahan serius.¹¹

4. Skor PARIS dan CHIP

Skor PARIS (Patterns of Nonadherence to Antiplatelet Regimen in Stented Patients) menilai risiko iskemik dan perdarahan secara bersamaan pada pasien pasca-IKP. Namun, belum ada bukti kuat bahwa skor ini dapat memandu durasi DAPT secara optimal (10). Skor CHIP (Complex High-risk Indicated Percutaneous Coronary Intervention) menilai risiko

Tabel 2. Skor DAPT dan PRECISE-DAPT¹¹

	PRECISE-DAPT score ¹⁸	DAPT score ¹⁵
Time of use	At the time of coronary stenting	After 12 months of uneventful DAPT
DAPT duration strategies assessed	Short DAPT (3–6 months) vs. Standard/long DAPT (12–24 months)	Standard DAPT (12 months) vs. Long DAPT (30 months)
Score calculation ^a	HB ≥12 11-5 11 10-5 ≤10 WBC ≤5 8 10 12 14 16 18 ≥20 Age ≤50 60 70 80 ≥90 CrCl ≥100 80 60 40 20 0 Prior Bleeding No Yes Score Points 0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30	Age ≥75 -2 pt 65 to <75 -1 pt <65 0 pt Cigarette smoking +1 pt Diabetes mellitus +1 pt MI at presentation +1 pt Prior PCI or prior MI +1 pt Paclitaxel-eluting stent +1 pt Stent diameter <3 mm +1 pt CHF or LVEF <30% +2 pt Vein graft stent +2 pt
Score range	0 to 100 points	-2 to 10 points
Decision making cut-off suggested	Score ≥25 → Short DAPT Score <25 → Standard/long DAPT	Score ≥2 → Long DAPT Score <2 → Standard DAPT
Calculator	www.precisedaptscore.com	www.daptstudy.org

berdasarkan faktor klinis dan prosedural, namun aplikasinya dalam menentukan durasi DAPT masih terbatas.¹²

5. Skor ESC-HIR

Menanggapi kurangnya garis besar yang diterima secara luas untuk menghitung angka iskemik yang tinggi (HIR) di antara pasien yang menjalani PCI, pedoman ESC mengenai revaskularisasi miokard baru-baru ini mempromosikan kriteria yang lebih pragmatis untuk penilaian HIR pada pasien yang menjalani PCI.⁷ Skor ini berbasis fitur klinis dan prosedural, seperti diabetes, CKD, penyakit multivessel, dan panjang stent total >60 mm. Lebih dari 50% pasien IKP dikategorikan HIR menurut kriteria ini.¹³

6. Skor ABC-ACS

Skor prediksi baru ini bertujuan untuk menilai risiko 1 tahun kematian dan infark miokard (MI) pada pasien ACS yang menjalani PCI. Skor ini dikembangkan dengan menggunakan data dari 10.713 pasien dari trial PLATO (A Comparison of Ticagrelor and Clopidogrel in Patients with Acute

Coronary Syndrome) dan trial TRACER (Thrombin Receptor Antagonist for Clinical Event Reduction in ACS). Skor ini disebut ABC-ACS yang mencakup 8 item untuk prediksi risiko kardiovaskular.⁵

Skor iskemia ABC-ACS dapat membantu untuk mengidentifikasi pasien yang berisiko tinggi untuk kejadian iskemik berulang. Dengan validasi tambahan, skor ini dapat berfungsi sebagai alat tambahan untuk membantu pengambilan keputusan individual terkait strategi pencegahan sekunder.⁵

B. Pencitraan Non Invasif

Pedoman ESC untuk diagnosis dan manajemen sindrom koroner kronis merekomendasikan penggunaan pencitraan fungsional anatomis atau non-invasif sebagai tes awal untuk diagnosis CAD setelah penilaian risiko klinis. Sementara pencitraan anatomis menggambarkan koroner anatomi dengan identifikasi visual stenosis dan deskripsi fitur plak, pencitraan fungsional mengidentifikasi iskemia miokard di wilayah koroner. Integrasi antara anatomi dan fungsional adalah tujuan dari pencitraan multimodalitas untuk penilaian CAD.⁹

Tabel 3. Modalitas pencitraan non-invasif⁹

Methods	Strengths	Limits	Sensitivity (%)	Specificity (%)
CCTA	Plaque features, recent advances with association of physiological assessment (FFR-CT, CTP)	Obesity, arrhythmias or elevated heart rate, inability to cooperate with breath-hold commands, severe renal insufficiency	85–99	64–92
SE	Wide availability, relatively low cost, lack of ionizing radiation, assessment of global cardiac function	Poor acoustic windows, specific contraindications to stressors	80–85	80–88
CMR	Global assessment of myocardial function and viability, lack of ionizing radiation	Implantable devices, irregular heart rate, claustrophobia, inability to cooperate with breath-hold commands, specific contraindications to stressors, severe renal insufficiency	67–94	61–85
SPECT	Global assessment of myocardial function and viability, lack of ionizing radiation	Radiation exposure, balanced ischemia	73–89	64–86

C. Pencitraan intravaskular

Pencitraan intravaskular, yang memungkinkan penilaian terperinci tentang patologi plak meskipun dengan beberapa batasan, telah digunakan untuk memeriksa efek terapi pada kondisi *Plaque Burden* (PB) dan telah memberikan wawasan unik tentang efek pengobatan pada morfologi plak. Kedua metode pencitraan intrakoronar, IVUS dan OCT, memungkinkan penilaian tomografi secara real-time terhadap ukuran pembuluh darah, luas lumen, komposisi dan volume plak, serta cakupan dan perluasan stent.^{14,15}

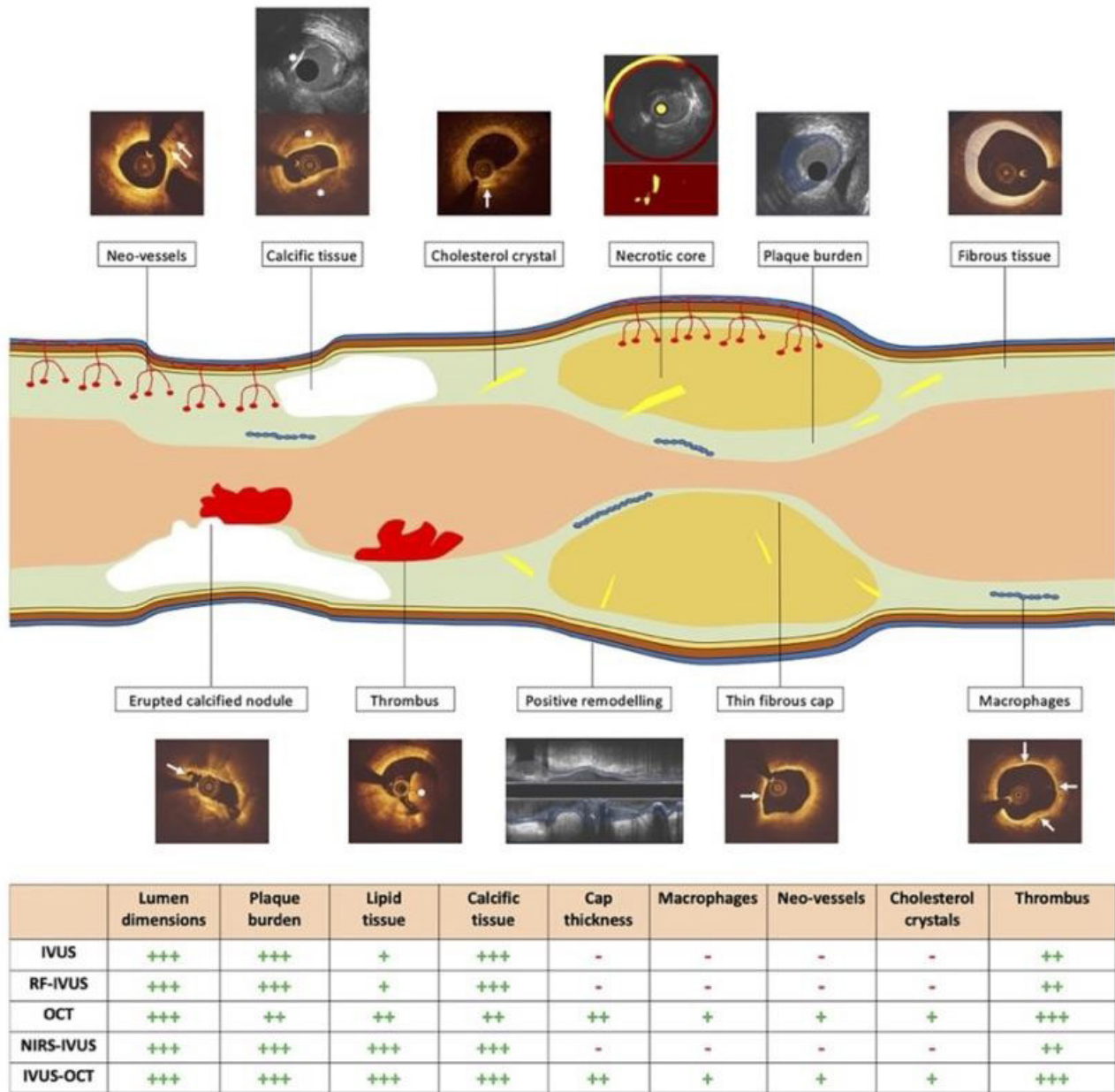
1. Ultrasonografi intravaskular (IVUS)

Ultrasonografi intravaskular atau *Intravascular ultrasound* (IVUS) menggunakan gelombang ultrasound akustik dan menyediakan gambar tomografi real-time dengan resolusi aksial 100 µm dengan kedalaman penetrasi 8-10 mm. IVUS telah terbukti ideal untuk menilai batas lumen dan media-adventitia. Oleh karena itu, IVUS adalah metode yang akurat untuk mengukur beban plak aterosklerotik dan renovasi pembuluh segmen arteri yang dipengaruhi oleh aterosklerosis.¹⁶

Uji coba ULTIMATE mengacak 1448 pasien (78,5% dengan ACS) untuk mendapatkan IVUS-*guided* dibandingkan angiografi. Pemanduan IVUS dikaitkan dengan tingkat *target vessel failure* (TVF) yang lebih rendah yaitu 2,9% vs 5,4% pada 1 tahun. Analisis sub-kelompok menunjukkan bahwa IVUS-*guided* mengurangi tingkat TVF pada pasien dengan ACS. Kelompok IVUS-*guided* mempertahankan hasil yang baik pada 3 tahun dengan tingkat TVF 6,6% pada IVUS-*guided* dan 10,7% pada panduan angiografi ($P = 0,01$), dan tingkat trombosis stent 0,1% pada IVUS-*guided* dan 1,1% pada panduan angiografi ($P = 0,02$). Insiden MI pembuluh target, MI nonprosedural, dan revaskularisasi pembuluh target secara signifikan lebih rendah pada kelompok IVUS-*guided* dibandingkan dengan kelompok yang dipandu angiografi.⁸

2. Optical coherence tomography (OCT)

Optical coherence tomography (OCT) adalah teknologi berbasis cahaya yang mengukur refleksi belakang yang diselesaikan dengan kedalaman cahaya inframerah dengan resolusi aksial dan melintang sekitar 10 µm dengan kedalaman penetrasi 1-3 mm.



Gambar 3. Keuntungan dan keterbatasan dari modalitas pencitraan intravaskular yang tersedia secara klinis untuk menilai patologi dinding pembuluh darah¹⁶

Karena resolusinya yang tinggi, saat ini merupakan satu-satunya modalitas yang dapat mengukur ketebalan tutup berserat yang berada di atas inti lipid/nekrotik. Angka trombosis stent lebih rendah pada kelompok yang dipandu OCT. OCTOBER merupakan sebuah RCT yang membandingkan panduan OCT dan panduan angiografi pada 1201 pasien (46% dengan ACS) dengan lesi bifurkasi yang kompleks. Panduan

OCT secara signifikan mengurangi tingkat MACE pada 2 tahun.¹⁷

Dua meta-analisis yang membandingkan PCI yang dipandu pencitraan intravaskular vs PCI yang dipandu angiografi melibatkan lebih dari 20 RCT dan 15.000 pasien. Meskipun terdapat beberapa perbedaan dalam hasil dua meta-analisis, PCI dengan panduan pencitraan intravaskular (IVUS atau OCT)

dikaitkan dengan penurunan risiko kematian jantung, kematian akibat semua penyebab, MI pembuluh darah target, revaskularisasi lesi target, dan trombosis stent jika dibandingkan dengan PCI yang dipandu oleh angiografi. Ketika pencitraan intravaskular dibagi menjadi IVUS dan OCT, IVUS mengurangi risiko kematian jantung, revaskularisasi lesi target, dan revaskularisasi pembuluh darah target, sedangkan OCT dikaitkan dengan risiko trombosis stent yang lebih rendah dibandingkan dengan panduan angiografi. Kriteria inklusi/eksklusi yang berbeda di antara berbagai penelitian memerlukan pendekatan yang hati-hati dalam menginterpretasikan hasil, namun, baik IVUS maupun OCT menawarkan pengamatan lesi koroner yang terperinci.¹⁸

KESEIMBANGAN RISIKO ISKEMIK DAN PERDARAHAN

Salah satu tantangan utama dalam manajemen pasca-IKP adalah menyeimbangkan risiko iskemik dan perdarahan. Terapi antitrombotik yang agresif, seperti perpanjangan DAPT atau kombinasi dengan antikoagulan, dapat menurunkan kejadian iskemik namun meningkatkan risiko perdarahan. Oleh karena itu, pemilihan durasi dan jenis terapi harus disesuaikan dengan profil risiko individu pasien.³

IMPLEMENTASI PENILAIAN RISIKO DALAM PRAKTIK KLINIS

Meskipun berbagai sistem penilaian risiko telah tersedia, implementasinya dalam praktik klinis masih terbatas. Banyak skor yang dikembangkan berdasarkan populasi dan praktik klinis di negara maju, sehingga perlu validasi eksternal di populasi Asia, termasuk Indonesia. Selain itu, faktor-faktor seperti kepatuhan pasien, akses terhadap terapi, dan biaya juga memengaruhi keputusan klinis.¹³

ARAH PENELITIAN DAN INOVASI MASA DEPAN

Perkembangan algoritme pembelajaran mesin dan integrasi data biomarker diharapkan dapat

meningkatkan akurasi prediksi risiko iskemik dan perdarahan. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengembangkan model prediksi yang lebih personal dan terintegrasi dengan sistem rekam medis elektronik. Selain itu, edukasi pasien dan kolaborasi multidisiplin penting dalam optimalisasi manajemen pasca-IKP.¹⁹

KESIMPULAN

Penilaian risiko beban iskemik pasca-IKP merupakan aspek krusial dalam manajemen pasien PJK. Terapi antiplatelet merupakan bagian penting dari manajemen pasien dengan CAD setelah rawat inap jangka panjang. Berbagai sistem penilaian risiko, seperti sistem skor, pencitraan non-invasif, dan pencitraan intravaskular dapat membantu klinisi dalam menentukan strategi terapi antitrombotik yang optimal dengan memaksimalkan perlindungan iskemik dan meminimalkan risiko perdarahan pada masing-masing individu.

Meskipun sistem penilaian ini berhasil mengelompokkan pasien ke dalam kategori risiko, namun kekuatan prediktifnya untuk kejadian-kejadian spesifik relatif terbatas. Penelitian lebih lanjut dan inovasi berbasis teknologi diperlukan untuk meningkatkan akurasi prediksi dan hasil klinis pasien pasca-IKP.

DAFTAR PUSTAKA

1. Khan MA, Hashim MJ, Mustafa H, Baniyas MY, Suwaidi SKBM Al, AlKatheeri R, et al. Global Epidemiology of Ischemic Heart Disease: Results from the Global Burden of Disease Study. *Cureus* [Internet]. 2020 Jul 23 [cited 2025 Jan 8];12(7):e9349. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7384703/>
2. Giustino G, Chieffo A, Palmerini T, Valgimigli M, Feres F, Abizaid A, et al. Efficacy and Safety of Dual Antiplatelet Therapy After Complex PCI. *J Am Coll Cardiol*. 2016 Oct 25;68(17):1851–64.
3. Yeh RW, Secemsky EA, Kereiakes DJ, Normand SLT, Gershlick AH, Cohen DJ, et al. Development

and Validation of a Prediction Rule for Benefit and Harm of Dual Antiplatelet Therapy Beyond 1 Year After Percutaneous Coronary Intervention. *JAMA*. 2016 Apr 26;315(16):1735.

4. Batra G, Lindbäck J, Becker RC, Harrington RA, Held C, James SK, et al. Biomarker-Based Prediction of Recurrent Ischemic Events in Patients With Acute Coronary Syndromes. *J Am Coll Cardiol* [Internet]. 2022 Nov 1 [cited 2024 Dec 28];80(18):1735–47. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2022.08.767>
5. Korjian S, Yeh RW, Cutlip DE. Ischemic Risk Prediction Scores: Practice-Changing or Just Practice? *J Am Coll Cardiol* [Internet]. 2022 Nov 1 [cited 2024 Dec 28];80(18):1748–50. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2022.08.766>
6. Byrne RA, Rossello X, Coughlan JJ, Barbato E, Berry C, Chieffo A, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes: Developed by the task force on the management of acute coronary syndromes of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care* [Internet]. 2024 Feb 9 [cited 2025 Jan 8];13(1):55–161. Available from: <https://dx.doi.org/10.1093/ehjacc/zuad107>
7. Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, Alfonso F, Banning AP, Benedetto U, et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *EuroIntervention*. 2020;14(14):1435–534.
8. Gao XF, Ge Z, Kong XQ, Kan J, Han L, Lu S, et al. 3-Year Outcomes of the ULTIMATE Trial Comparing Intravascular Ultrasound Versus Angiography-Guided Drug-Eluting Stent Implantation. *JACC Cardiovasc Interv*. 2021 Feb;14(3):247–57.
9. Faggiano P, Foundation P, Santangelo G, Gherbesi E, Donisi L, Faggiano A, et al. Imaging approaches in risk stratification of patients with coronary artery disease: a narrative review. *Arch Med Sci* [Internet]. 2025 [cited 2025 May 7];21(1):16–31. Available from: <https://doi.org/10.5114/aoms/188808>
10. Satılmış S, Durmuş G. Predictive accuracy of CHA2DS2-VASc score in determining the high thrombus burden in patients with non-ST-elevation myocardial infarction. *Acta Cardiol* [Internet]. 2021 [cited 2025 Jan 8];76(2):140–6. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00015385.2019.1707934>
11. Costa F, van Klaveren D, James S, Heg D, Räber L, Feres F, et al. Derivation and validation of the predicting bleeding complications in patients undergoing stent implantation and subsequent dual antiplatelet therapy (PRECISE-DAPT) score: a pooled analysis of individual-patient datasets from clinical trials. *Lancet* [Internet]. 2017 Mar 11 [cited 2024 Dec 29];389(10073):1025–34. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28290994/>
12. Protty M, Sharp ASP, Gallagher S, Farooq V, Spratt JC, Ludman P, et al. Defining Percutaneous Coronary Intervention Complexity and Risk: An Analysis of the United Kingdom BCIS Database 2006–2016. *Cardiovascular Interventions* [Internet]. 2022 Jan 10 [cited 2025 Jan 12];15(1):39–49. Available from: <https://www.jacc.org/doi/10.1016/j.jcin.2021.09.039>
13. Spirito A, Cao D, Sartori S, Sharma A, Smith KF, Vogel B, et al. Predictive value of the thrombotic risk criteria proposed in the 2023 ESC guidelines for the management of ACS: insights from a large PCI registry. *Eur Heart J Cardiovasc Pharmacother* [Internet]. 2024 Jan 5 [cited 2025 Jan 8];10(1):11–9. Available from: <https://dx.doi.org/10.1093/ehjcvp/pvad069>
14. Johnson TW, Räber L, Di Mario C, Bourantas C, Jia H, Mattesini A, et al. Clinical use of intracoronary imaging. Part 2: acute coronary syndromes, ambiguous coronary angiography findings, and guiding interventional decision-making: an expert consensus document of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions: Endorsed by the Chinese Society of Cardiology, the Hong Kong Society of Transcatheter Endocardiovascular Therapeutics (HKSTENT) and the Cardiac Society of Australia and New Zealand.

Eur Heart J [Internet]. 2019 Aug 14 [cited 2025 Jan 12];40(31):2566–84. Available from: <https://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehz332>

15. Räber L, Koskinas KC, Yamaji K, Taniwaki M, Roffi M, Holmvang L, et al. Changes in Coronary Plaque Composition in Patients With Acute Myocardial Infarction Treated With High-Intensity Statin Therapy (IBIS-4): A Serial Optical Coherence Tomography Study. JACC Cardiovasc Imaging [Internet]. 2019 Aug 1 [cited 2025 Jan 14];12(8P1):1518–28.
16. Tufaro V, Serruys PW, Räber L, Bennett MR, Torii R, Gu SZ, et al. Intravascular imaging assessment of pharmacotherapies targeting atherosclerosis: advantages and limitations in predicting their prognostic implications. Cardiovasc Res [Internet]. 2023 Mar 17 [cited 2025 Jan 14];119(1):121–35. Available from: <https://dx.doi.org/10.1093/cvr/cvac051>
17. Holm NR, Andreassen LN, Neghabat O, Laanmets P, Kumsars I, Bennett J, et al. OCT or Angiography Guidance for PCI in Complex Bifurcation Lesions. New England Journal of Medicine. 2023 Oct 19;389(16):1477–87.
18. Giacoppo D, Laudani C, Occhipinti G, Spagnolo M, Greco A, Rochira C, et al. Coronary Angiography, Intravascular Ultrasound, and Optical Coherence Tomography for Guiding of Percutaneous Coronary Intervention: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. Circulation. 2024 Apr 2;149(14):1065–86.
19. Torkamani A, Chen SF, Lee SE, Sadaei H, Park JB, Khattab A, et al. Meta- Prediction of Coronary Artery Disease Risk. Res Sq. 2023 Dec 20;