



Original Article

Aspirasi Trombus Mengurangi Tingkat Trombus pada Pasien Sindroma Koroner Akut dengan Elevasi Segmen ST yang dilakukan Intervensi Koroner Perkutan Primer

Liborius Vendwi Bramantyo, Udin Bahrudin, Pipin Ardhianto,
Susi Herminingsih, Ilham Uddin, Sodiqur Rifqi

Bagian Jantung Jantung dan Pembuluh Darah,
Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro - RSUP Dr. Kariadi Semarang

Abstrak

p-ISSN: 2301-4369 e-ISSN: 2685-7898
<https://doi.org/10.36408/mhjcm.v8i3.583>

Diajukan: 31 Maret 2021
Diterima: 03 September 2021

Afiliasi Penulis:
Bagian Jantung Jantung dan Pembuluh Darah,
Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro -
RSUP Dr. Kariadi Semarang

Korespondensi Penulis:
Udin Bahrudin
Jl. Dr. Sutomo No. 16, Semarang,
Jawa Tengah 50244,
Indonesia

E-mail:
bahrudin00@lecturer.undip.ac.id

Latar belakang : Embolisasi distal koroner berkontribusi terhadap tingginya kejadian kardiovaskular mayor (KKVM) pasca intervensi koroner perkutan primer (IKPP). Aspirasi trombus (AT) manual berpotensi mengurangi embolisasi distal dan memperbaiki perfusi mikrovaskular pada pasien sindroma koroner akut dengan elevasi segmen ST (SKA-EST), terutama pasien dengan beban trombus tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aspirasi trombus selektif terhadap skor TIMI trombus dan luaran klinis pasca IKPP.

Metode : Penelitian retrospektif pada pasien SKA-EST dengan onset ≤ 12 jam dan skor trombus TIMI awal ≥ 3 yang menjalani IKPP dengan aspirasi trombus selektif di RSUP Dr. Kariadi periode Januari 2018 sampai Desember 2019. Luaran klinis yang diobservasi adalah KKVM selama rawat inap yang terdiri dari mortalitas, syok kardiogenik, edema paru akut, aritmia, revaskularisasi ulang, dan stroke.

Hasil : Sejumlah 100 pasien memenuhi kriteria, terdiri dari 50 pasien kelompok AT dan 50 pasien kelompok non-AT. Rerata skor trombus TIMI awal kelompok AT dan non-AT, masing-masing 4,76 dan 3,8 ($p < 0,001$). Kelompok AT mengalami penurunan skor trombus TIMI lebih baik dibanding non-AT (4,72 vs. 3,8, $p < 0,001$). Terdapat 8 (16%) pasien kelompok AT dan 11 (22%) pasien non-AT yang mengalami KKVM pasca IKPP (RR 1,08, IK 95% 0,89-1.30, $p = 0,44$).

Simpulan : Aspirasi trombus selektif dapat mengurangi tingkat beban trombus pada pasien SKA-EST yang dilakukan IKPP. Kejadian kardiovaskular mayor selama rawat inap pasca IKPP pada pasien dengan skor trombus TIMI di atas 4 yang dilakukan TA setara dengan yang memiliki skor trombus TIMI kurang dari 4 tanpa aspirasi trombus.

Kata kunci : Aspirasi trombus selektif, intervensi koroner perkutan primer, kejadian kardiovaskular mayor, sindroma koroner akut dengan elevasi segmen ST, embolisasi distal.

Selective Thrombus Aspiration Reduces Thrombus Burden in Patients with ST Segment Elevation Acute Coronary Syndrome Underwent Primary Percutaneous Coronary Intervention

Abstract

Background : Coronary distal embolization contributes to higher incidence of in-hospital major adverse cardiovascular events (MACE) after primary percutaneous coronary intervention (PCI). Manual thrombus aspiration (TA) may reduce distal embolization and improve microvascular perfusion in ST-segment elevation acute coronary syndrome (STE-ACS) patients, especially in patients with high thrombus burden. The objectives of this study was to know effect of TA on the level of TIMI thrombus and clinical outcomes after primary PCI.

Methods : This was a retrospective study in the STE-ACS patients within 12 hours onset and initial TIMI Thrombus grade ≥ 3 underwent primary PCI and selective TA at the Dr. Kariadi General Hospital from January 2018 to December 2019. The observed clinical outcome was in-hospital MACE, consisted of mortality, cardiogenic shock, acute lung oedema, arrhythmia, urgent revascularization, and stroke.

Results : A total of 100 patients were recruited in this study, consisted of 50 patients in the TA group and 50 patients in the non-TA group. Means of the initial TIMI thrombus grade were 4,76 and 3,8 in TA and non-TA groups, respectively ($p < 0,001$). TA group achieved a better reduction of TIMI thrombus than that of the non-TA group (4.72 vs.3.8, $p < 0.001$). There were 8 (16%) and 11 (22%) patients in TA and in non-TA group, respectively, who experienced in-hospital MACE (RR 1,08, 95% CI 0,89-1.30, $p = 0.44$).

Conclusion : Selective TA may reduce thrombus burden in patients with STE-ACS underwent primary PCI. In-hospital MACE post primary PCI in patients with TIMI thrombus score > 4 who underwent TA was equal to that of with TIMI thrombus score < 4 who did not undergo TA.

Keywords : Selective thrombus aspiration, primary percutaneous coronary intervention, major adverse cardiovascular events, ST segment elevation acute coronary syndrome, distal embolization.

PENDAHULUAN

Terapi reperfusi merupakan terapi pilihan pada pasien sindroma koroner akut dengan elevasi segmen ST (SKA-EST), dimana revaskularisasi dengan intervensi koroner perkutan primer (IKPP) masih menjadi pilihan yang lebih baik dibandingkan terapi fibrinolitik.¹ Terdapat satu keterbatasan dalam IKPP yaitu kemungkinan terjadinya embolisasi distal dan dapat berkontribusi terhadap angka kematian yang tinggi. Mengurangi beban trombus menggunakan alat aspirasi trombus manual sebelum mengembangkan balon atau *stent* diharapkan dapat mengurangi terjadinya risiko embolisasi distal.²

Uji klinis besar *Thrombus Aspiration During Percutaneous Coronary Intervention in Acute Myocardial Infarction Study* (TAPAS) membuktikan bahwa aspirasi trombus rutin dapat memperbaiki perfusi mikrovaskular, dan menunjukkan penurunan yang signifikan pada angka kematian jangka panjang selama evaluasi 1 tahun.^{3,4} Akan tetapi, hasil tersebut berbeda dengan uji klinis randomisasi selanjutnya, *Thrombus Aspiration in ST-Elevation Myocardial Infarction in Scandinavia* (TASTE)⁵ dan *Trial of Routine Aspiration Thrombectomy With PCI Versus PCI Alone in Patients With STEMI* (TOTAL),⁶ dimana gagal membuktikan manfaat penggunaan aspirasi trombus secara rutin. Bahkan, pada uji klinis TOTAL justru menunjukkan bahwa aspirasi trombus rutin dapat meningkatkan risiko stroke. Kontroversi hasil-hasil penelitian tersebut masih menyisakan tanda tanya bagi praktisi intervensi koroner, sehingga dalam praktek sehari-hari prosedur ini tetap menjadi pilihan strategi yang mungkin bermanfaat

ketika berhadapan dengan pasien SKA-EST dengan beban trombus tinggi dengan skor trombus TIMI ≥ 3 yang dilakukan IKPP.^{7,8} Penelitian ini mengambil data penggunaan aspirasi trombus di RSUP Dr. Kariadi sebagai gambaran praktek klinis sehari-hari, dan menganalisis mengenai manfaat, keamanan, dan luaran klinis penggunaan aspirasi trombus secara selektif pada pasien yang dilakukan IKPP.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan rancangan studi kohort retrospektif dan dilaksanakan di RSUP Dr. Kariadi. Penelitian ini telah mendapatkan *ethical clearance* dengan No.603/EC/KEPK-RSDK/2020 dari Komisi Etik Penelitian Kedokteran RSUP Dr. Kariadi dan izin penelitian dengan No.DP.02.01/I.II/5231/2020.

Subyek Penelitian

Subyek penelitian ini adalah pasien SKA-EST yang menjalani IKPP di RSUP Dr. Kariadi Semarang periode Januari 2018 – Desember 2019, berusia > 18 tahun sampai dengan 80 tahun, memiliki durasi onset ≤ 12 jam, dan skor trombus TIMI ≥ 3 . Pasien yang diketahui menderita kanker atau penyakit lainnya yang diperkirakan menjadi penyebab utama kematian selama perawatan, pasien yang mengalami kejadian kardiovaskular mayor (KKVM) pre prosedural IKPP, dan pasien dengan data rekam medis tidak lengkap dieksklusi dari penelitian ini.

Kelompok aspirasi trombus (AT) pada penelitian ini adalah pasien yang menjalani prosedur aspirasi

trombus secara manual yang dilakukan setelah *guidewire* berhasil menembus lesi kulprit, sebelum balon atau *stent* dikembangkan. Sedangkan kelompok non aspirasi trombus (non-AT) pada penelitian ini adalah pasien yang tidak menjalani prosedur aspirasi trombus manual. Jumlah sampel minimal masing-masing kelompok 38 orang.

Penilaian Angiografi

Penilaian angiografi dilakukan oleh 2 orang kardiolog senior, tanpa mengetahui identitas dan kelompok pasien. Setelah menentukan lokasi lesi kulprit, aliran distal dari lesi kulprit dinilai menggunakan skor aliran berdasarkan kriteria *Thrombolysis in Myocardial Infarction (TIMI)*.⁹ Tingkat beban trombus dinilai menggunakan skor trombus TIMI yang dilakukan penilaian setelah operator berhasil menembus lesi kulprit menggunakan *guidewire* atau balon tanpa dilatasi, ataupun predilatasi balon ukuran kecil dengan diameter 1,5 mm.¹⁰ Penilaian skor aliran TIMI dan skor trombus TIMI diulang setelah prosedur IKPP dan aspirasi trombus selesai. Keberhasilan angiografi didefinisikan sebagai skor aliran TIMI akhir 3 pada aliran distal dengan stenosis sisa <20% dan tidak terjadi komplikasi terkait prosedur. Aspirasi trombus dinyatakan berhasil bila terdapat perbaikan skor aliranTIMI ≥1 dan terdapat penurunan skor trombus TIMI ≥1, tanpa adanya komplikasi terkait prosedur.⁶

Luaran Klinis

Parameter luaran klinis yang dinilai adalah kejadian kardiovaskular mayor (KKVM) selama perawatan di RS pasca IKPP, yaitu meliputi mortalitas, syok kardiogenik, edema paru akut, artimia pasca IKPP, stroke, dan revaskularisasi segera pasca IKPP. Aritmia pasca

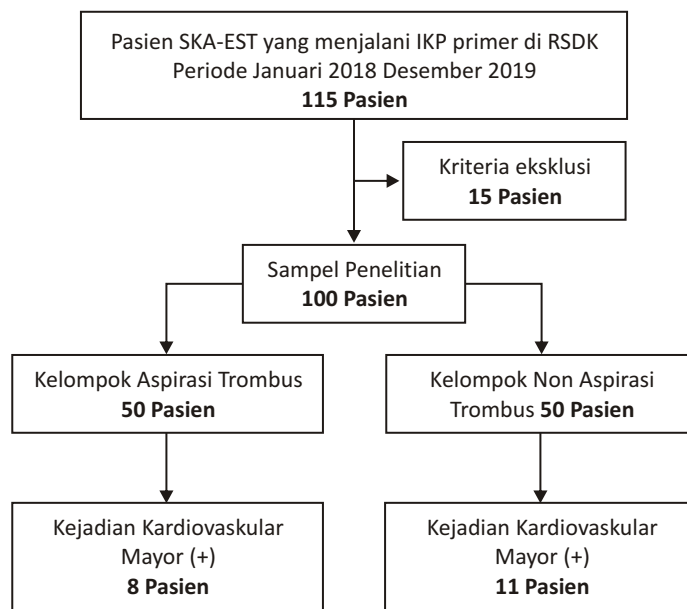
prosedural IKPP didefinisikan sebagai adanya salah satu aritmia atau gangguan konduksi yang terjadi pasca prosedural IKPP, terdiri atas fibrilasi ventrikel, takikardia ventrikel, asistol, *high degree AV Block* baru ataupun persisten yang membutuhkan tatalaksana pacu jantung, ataupun *pulseless electromechanical activity (PEA)*.

Analisis Statistik

Hipotesis hubungan antara masing-masing variabel bebas terhadap variabel terikat (skala kategorikal) diuji secara bivariat analisis dengan menggunakan metode Kai Kuadrat (*Chi Square*). Kemudian dilanjutkan dengan multivariat analisis menggunakan regresi logistik kerangka konsep prediktif dengan indeks kepercayaan 95%. Untuk hipotesis data karakteristik dasar (skala numerik) menggunakan metode uji *t* tidak berpasangan apabila berdistribusi normal, dan menggunakan uji *Mann Whitney* apabila berdistribusi tidak normal. Nilai *p* dianggap bermakna apabila <0,05. Analisis statistik akan menggunakan program komputer SPSS versi 22.

HASIL

Pada periode Januari 2018 sampai dengan Desember 2019 didapatkan 115 pasien SKA-EST yang menjalani IKPP, dimana sebanyak 100 pasien memenuhi kriteria penelitian (Gambar 1). Terdapat 15 pasien yang dieksklusi dari penelitian dengan rincian 10 pasien karena catatan rekam medis tidak lengkap, 3 pasien menjalani prosedur aspirasi trombus *bailout*, 1 pasien karena berusia lebih dari 80 tahun, dan 1 pasien mengalami KKVM pre IKPP. Karakteristik dasar subyek penelitian antara kedua kelompok ditampilkan pada Tabel 1.



Gambar 1. Alur penelitian

TABEL 1
Karakteristik dasar subyek penelitian

		AT (n=50)	Non-AT (n=50)	p
Jenis Kelamin	Laki-laki	44 (88%)	38 (76%)	0,12
	Perempuan	6 (12%)	12 (24%)	
Umur (Tahun)		57,2 ± 10,4	57,1 ± 7,7	0,95
Hipertensi		35 (70%)	31 (62%)	0,40
Diabetes Mellitus		26 (52%)	26 (52%)	1,00
Dislipidemia		37 (74%)	33 (66%)	0,39
Perokok		21 (42%)	22 (44%)	0,84
Riwayat Keluarga PJK prematur		6 (12%)	4 (8%)	0,51
Riwayat Infark Miokard		2 (4%)	2 (4%)	1,00
TDS (mmHg)		120 ± 15,4	123 ± 14,4	0,49
Detak Jantung (kali/menit)		79 ± 17,3	82 ± 12,9	0,20
Kelas Killip	Killip I	40 (80%)	37 (74%)	0,30
	Killip II	4 (8%)	10 (20%)	
	Killip III	4 (8%)	2 (4%)	
	Killip IV	2 (4%)	1 (2%)	
Onset (Jam)		6,5 (1,5–11)	6 (1–11,5)	0,17
Lokasi Infark	Anterior	24 (48%)	25 (50%)	0,84
	Non Anterior	26 (52%)	25 (50%)	

AT : Aspirasi trombus; PJK : Penyakit Jantung Koroner; TDS: Tekanan Darah Sistolik; TIMI : *Thrombolysis in Myocardial Infarction*

Data Prosedural IKPP

Data prosedural IKPP antara kedua kelompok ditampilkan pada Tabel 2. Kelompok AT memiliki skor trombus TIMI awal lebih besar dibandingkan kelompok non-AT (4,76 vs. 3,8, $p < 0,001$) (Gambar 2).

Kejadian Kardiovaskular Mayor Pasca IKPP

Kejadian kardiovaskular mayor selama rawat inap terjadi pada 8 pasien kelompok AT dan 11 pasien kelompok non-AT (Tabel 3), secara statistik tidak berbeda bermakna antara kedua kelompok (16% pada kelompok AT dibanding 22% pada kelompok non-AT, $p = 0,44$, RR 1,08, IK 95% 0,89–1,30).

Kondisi-kondisi yang menjadi komponen kejadian kardiovaskular mayor seperti mortalitas, syok kardiogenik, edema paru akut, aritmia, revaskularisasi pasca IKPP, dan stroke juga tidak berbeda bermakna antara kedua kelompok. Mortalitas terjadi pada 3 pasien kelompok AT (6%) dan 4 pasien kelompok non-AT (8%), $p = 1,00$. Syok kardiogenik terjadi pada 2 pasien kelompok AT (4%) dan 2 pasien kelompok non-AT (4%), $p = 1,00$. Edema paru akut terjadi pada 1 pasien kelompok AT (2%)

dan 6 pasien kelompok non-AT (12%), $p = 0,11$. Aritmia pasca IKPP terjadi pada 4 pasien kelompok AT (8%) dan 6 pasien kelompok non-AT (12%), $p = 0,50$. Tidak terdapat pasien yang menjalani revaskularisasi ulang pasca IKPP. Stroke terjadi pada 1 pasien kelompok AT (2%) dan tidak terjadi pada pasien kelompok non-AT, $p = 1,00$. Stroke yang terjadi merupakan stroke lakunar infark dengan gejala klinis berupa gangguan kesadaran delirium tanpa disertai gangguan motorik lainnya, terjadi pada hari ke-3 pasca IKPP.

Keberhasilan Angiografi Pasca Prosedural

Terjadi penurunan skor trombusTIMI yang lebih besar pada kelompok AT (4,72) bila dibandingkan dengan kelompok non-AT (3,8), $p < 0,001$ (Gambar 2). Akan tetapi, angka keberhasilan angiografi pada kelompok AT (100%) tidak berbeda bermakna dibandingkan kelompok non-AT (94%), $p = 0,08$ (Tabel 2).

DISKUSI

Data penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat

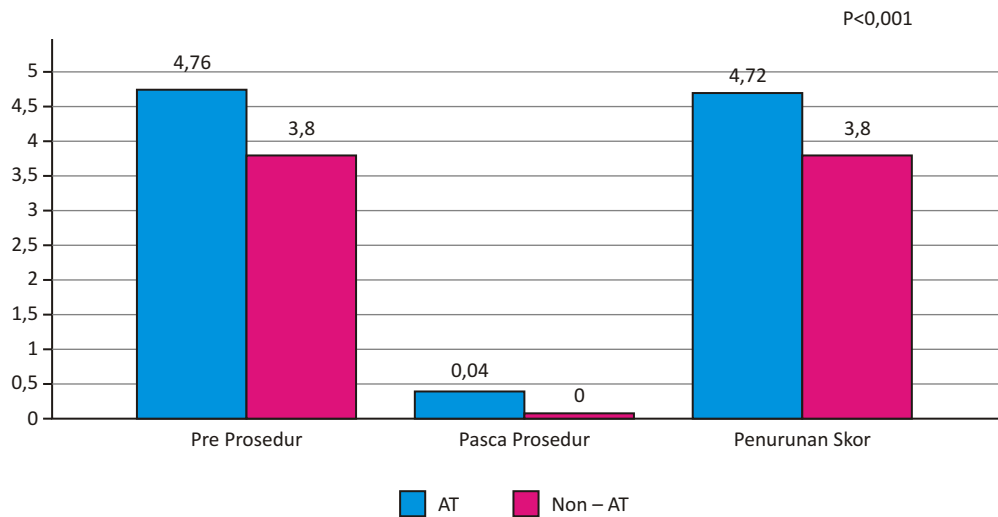
TABEL 2
Data prosedural IKPP

		AT (n=50)	Non-AT (n=50)	p
Waktu DTWC (Menit)		189 (70 – 321)	190 (98 – 328)	0,93
Waktu Total Iskemik (Menit)		578 ± 162	559 ± 144	0,38
IRA	LAD	24 (48%)	24 (48%)	0,11
	RCA	24 (48%)	26 (52%)	
	LCx	2 (4%)	0 (0%)	
Vessel Disease	1 VD	18 (36%)	13 (26%)	0,30
	2 VD	16 (32%)	20 (40%)	
	3 VD	16 (32%)	17 (34%)	
Skor aliran TIMI awal	0	41 (82%)	36 (72%)	0,18
	1	4 (8%)	6 (12%)	
	2	4 (8%)	5 (10%)	
	3	1 (2%)	3 (6%)	
Skor trombus TIMI awal		4,76 ± 0,43 5 (4 – 5)	3,8 ± 0,40 4 (3 – 4)	<0,001
Skor trombus TIMI awal	3	0 (0%)	10 (20%)	<0,001
	4	12 (24%)	40 (80%)	
	5	38 (76%)	0 (0%)	
Skor aliran TIMI akhir	1	1 (2%)	0 (0%)	0,32
	2	10 (20%)	6 (12%)	
	3	39 (78%)	44 (88%)	
Skor trombus TIMI akhir		0,04 ± 0,20 0 (0 – 1)	0	0,15
Skor trombus TIMI akhir	0	48 (96%)	50 (100%)	0,15
	1	2 (4%)	0 (0%)	
Penurunan skor trombus TIMI		4,72 ± 0,45 5 (4 – 5)	3,8 ± 0,40 4 (3 – 4)	<0,001
Jumlah Stent	0 (POBA)	2 (4%)	0 (0%)	0,07
	1	25 (50%)	21 (42%)	
	2	18 (36%)	23 (46%)	
	3	4 (8%)	6 (12%)	
	4	1 (2%)	0 (0%)	
Stent / Ballon	POBA	2 (4%)	0 (0%)	0,23
	DES	43 (86%)	45 (90%)	
	BMS	1 (2%)	0 (0%)	
	BAS	4 (8%)	5 (10%)	
Revaskularisasi Lengkap		18 (36%)	16 (32%)	0,67

TABEL 3
Kejadian kardiovaskular mayor pasca IKPP

Kelompok	Kejadian Kardiovaskular Mayor		RR (IK 95%)	p
	Ya	Tidak		
AT (n=50)	8 (16%)	42 (84%)	1,08 (0,89 – 1,30)	0,44
Non-AT(n=50)	11 (22%)	39 (78%)		

AT : Aspirasi trombus



Gambar 2. Penurunan skor trombus TIMI kelompok AT dan Non-AT

penurunan beban trombus bermakna pasca aspirasi trombus pada pasien SKA-EST yang menjalani IKPP. Pada karakteristik dasar kedua kelompok terdapat perbedaan yang bermakna dalam hal skor trombus TIMI awal, dimana kelompok AT memiliki skor trombus TIMI yang lebih besar (4,76) dibandingkan kelompok non-AT (3,8), $p<0,001$. Meskipun begitu, prosedur AT mampu memberikan manfaat penurunan skor trombus TIMI yang bermakna sehingga memberikan hasil skor trombus TIMI akhir yang setara dengan kelompok non-AT.

Kebaruan penelitian kami terletak pada seleksi pasien yang dilakukan aspirasi trombus, dimana semua pasien pada penelitian kami telah dinilai komponen angiografi berupa skor aliran TIMI awal dan skor trombus TIMI awal. Untuk penilaian skor trombus TIMI awal kami lakukan setelah *wire* berhasil melewati lesi kulprit atau setelah dilewati balon tanpa predilatasi ataupun setelah predilatasi dengan balon kecil (1,5 mm).¹⁰ Berbeda dengan kebanyakan uji klinis mayor sebelumnya, dimana tidak semua pasien yang menjalani prosedur aspirasi trombus telah dinilai skor trombus TIMI awal dengan baik. Pada uji klinis TAPAS, data skor trombus angiografi tidak dilakukan pada 51,4% kasus.³ Hal tersebut juga terjadi pada uji klinis TASTE dimana terdapat 35% pasien yang tidak dinilai skor trombus

secara angiografi.⁵ Pada uji klinis TOTAL seluruh pasien telah dilakukan penilaian skor trombus angiografi, dimana terdapat 90% pasien yang memiliki skor trombus TIMI ≥ 3 . Akan tetapi, penilaian skor trombus tersebut dilakukan sebelum *wire* berhasil menembus lesi kulprit yang dapat berpotensi menimbulkan overestimasi pada skor trombus, sedangkan pada uji klinis tersebut terdapat 65% pasien yang memiliki skor aliran TIMI awal 0 (tidak terdapat aliran).^{6,11}

Tingkat beban trombus saat ini juga masih menjadi salah satu faktor risiko yang penting untuk terjadinya mortalitas. Sianos dkk. membuktikan bahwa ukuran trombus yang besar (≥ 2 kali lumen pembuluh darah) merupakan prediktor independen terhadap terjadinya KKM.¹² Hasil penelitian terbaru dari uji klinis mayor TOTAL juga menyebutkan hasil yang serupa, bahwa beban trombus yang tinggi merupakan prediktor independen terhadap terjadinya kematian pasca IKPP.¹¹ Data penelitian kami menunjukkan bahwa kejadian kardiovaskular mayor selama rawat inap pasca IKPP tidak berbeda bermakna antara kelompok pasien dengan rerata skor trombus TIMI 4,76 yang dilakukan AT dan kelompok yang memiliki rerata skor TIMI 3,8 tanpa AT. Waktu observasi yang lebih lama, setidaknya 30 hari, mungkin akan menunjukkan pengaruh terhadap luaran

klinis yang berbeda, terutama dalam hal kematian.^{3,4}

Disamping manfaat aspirasi trombus di dalam mengurangi tingkat beban trombus, penelitian kami juga membuktikan bahwa prosedur aspirasi trombus aman secara teknis. Uji klinis TOTAL menyebutkan bahwa terdapat sedikit peningkatan risiko terjadinya stroke pada pasien yang dilakukan aspirasi trombus.⁶ Hasil ini berbeda dibandingkan penelitian kami dimana tidak terdapat perbedaan pada angka kejadian stroke kelompok AT (2%) dibandingkan kelompok non-AT (0%), $p=1,00$. Hasil penelitian kami ini serupa dengan hasil-hasil penelitian dari uji klinis TASTE⁵ dan INFUSE-AMI¹³, dimana juga tidak terdapat perbedaan angka kejadian stroke di antara kedua kelompok. Penelitian restropektif dengan data sekunder merupakan bagian dari keterbatasan penelitian ini, meskipun di sisi lain data tersebut merupakan potret praktek klinis sehari-hari yang terjadi di rumah sakit tempat penelitian.

Kesimpulan yang diperoleh dari data penelitian ini adalah aspirasi trombus selektif dapat mengurangi tingkat beban trombus pada pasien SKA-EST yang dilakukan IKPP. Kejadian kardiovaskular mayor selama rawat inap pasca IKPP pada pasien dengan skor trombus TIMI yang dilakukan TA di atas 4 setara dengan yang memiliki skor TIMI kurang dari 4 tanpa trombus aspirasi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Keeley EC, Boura JA, Grines CL. Primary angioplasty versus intravenous thrombolytic therapy for acute myocardial infarction: A quantitative review of 23 randomised trials. *Lancet* 2003; 361: 13–20.
2. Henriques JPS, Zijlstra F, Ottervanger JP, De Boer MJ, Van'T Hof AWJ, Hoorntje JCA, *et al.* Incidence and clinical significance of distal embolization during primary angioplasty for acute myocardial infarction. *Eur Heart J* 2002; 23: 1112–1117.
3. Svilaas T, Vlaar PJ, Horst IC van der, Diercks GFH, Smet BJGL de, Heuvel van den, *et al.* Thrombus aspiration during primary percutaneous coronary intervention. *N Engl J Med* 2008; 358: 557–567.
4. Vlaar PJ, Svilaas T, van der Horst IC, Diercks GF, Fokkema ML, de Smet BJ, *et al.* Cardiac death and reinfarction after 1 year in the Thrombus Aspiration during Percutaneous coronary intervention in Acute myocardial infarction Study (TAPAS): a 1-year follow-up study. *Lancet* 2008; 371: 1915–1920.
5. Fröbert O, Lagerqvist B, Olivecrona GK, Omerovic E, Gudnason T, Maeng M, *et al.* Thrombus aspiration during ST-segment elevation myocardial infarction. *N Engl J Med* 2013; 369: 1587–1597.
6. Jolly SS, Cairns JA, Yusuf S, Meeks B, Pogue J, Rokoss MJ, *et al.* Randomized trial of primary PCI with or without routine manual thrombectomy. *N Engl J Med* 2015; 372: 1389–1398.
7. Kumbhani DJ, Bavry AA, Desai MY, Bangalore S, Bhatt DL. Role of aspiration and mechanical thrombectomy in patients with acute myocardial infarction undergoing primary angioplasty: An updated meta-analysis of randomized trials. *J Am Coll Cardiol* 2013; 62: 1409–1418.
8. Geng T, Zhang JG, Song ZY, Dai SP, Luo Y, Xu ZS. Aspiration thrombectomy and intracoronary tirofiban in ST-segment elevation myocardial infarction: combination treatment for patients undergoing primary percutaneous coronary intervention. *Herz* 2016; 41: 732–740.
9. Chesebro JH, Knatterud G, Roberts R, Borer J, Cohen LS, Dalen J, *et al.* Thrombolysis in myocardial infarction (TIMI) trial, phase I: A comparison between intravenous tissue plasminogen activator and intravenous streptokinase. Clinical findings through hospital discharge. *Circulation* 1987; 76: 142–154.
10. Sianos G, Papafaklis MI, Serruys PW. Angiographic thrombus burden classification in patients with ST-segment elevation myocardial infarction treated with percutaneous coronary intervention. *J Invasive Cardiol* 2010; 22: 6B–14B.
11. Jolly SS, Cairns JA, Lavi S, Cantor WJ, Bernat I, Cheema AN, *et al.* Thrombus Aspiration in Patients With High Thrombus Burden in the TOTAL Trial. *J Am Coll Cardiol* 2018; 72: 1589–1596.
12. Sianos G, Papafaklis MI, Daemen J, Vaina S, van Mieghem CA, van Domburg RT, *et al.* Angiographic Stent Thrombosis After Routine Use of Drug-Eluting Stents in ST-Segment Elevation Myocardial Infarction. The Importance of Thrombus Burden. *J Am Coll Cardiol* 2007; 50: 573–583.
13. Stone GW, Maehara A, Witzensichler B, Godlewski J, Parise H, Dambink JHE, *et al.* Intracoronary abciximab and aspiration thrombectomy in patients with large anterior myocardial infarction: The INFUSE-AMI randomized trial. *JAMA- J Am Med Assoc* 2012; 307: 1817–1826.