



Efek Penghangat Kombinasi *Forced Air Warmer* dan *Survival Thermal Blanket* Terhadap Suhu Tubuh dan Kejadian Hipotermia Intraoperasi pada Pasien Geriatri

Eddy Harijanto^{1*}, Susilo Chandra¹, M. Taufik Anwar², Vincent Christianto³

1. Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif, Fakultas Kedokteran, Universitas Indonesia – RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo, Jakarta, Indonesia
2. Program Studi Anestesiologi dan Terapi Intensif, Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif, Fakultas Kedokteran, Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia
3. Indonesia Medical Education and Research Institute (IMERI), Fakultas Kedokteran, Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia

*penulis korespondensi

DOI: 10.55497/majanestricar.v44i1.487

ABSTRAK

Pendahuluan: Hipotermia intraoperatif memengaruhi luaran pembedahan pasien geriatri. Meskipun *forced air warmer* saat ini telah umum digunakan, tetapi efek kombinasinya dengan *survival thermal blanket* dalam mempertahankan suhu tubuh belum banyak diteliti. Penelitian ini bertujuan membandingkan efek kombinasi *survival thermal blanket* dan *forced air warmer* dengan *underbody conduction mat* yang menggunakan penutup kain dalam mencegah hipotermia.

Metode: Uji acak tersamar tunggal dua lengan paralel dilaksanakan di RSCM (April–Mei 2022) pada pasien geriatri (≥ 60 tahun, ASA I–III) yang menjalani anestesi umum. Subjek secara acak dialokasikan ke dalam kelompok *forced air warmer* Bair Hugger 505[®] dengan selimut mylar, dan kelompok *underbody conduction mat* Blanket Roll[®] dengan satu lapis kain draping. Suhu membran timpani diukur saat masuk ruang penerimaan. Suhu nasofaring, kejadian hipotermia intraoperasi, dan menggigil pascaoperasi intraoperatif dicatat dan dianalisis. Analisis data dilakukan dengan menggunakan SPSS 23 dengan signifikansi $p < 0,05$.

Hasil: Suhu nasofaring intraoperatif secara signifikan lebih tinggi pada kelompok pasien dengan *survival thermal blanket* pada *forced air warmer* mulai menit ke-60, ke-120, dan periode pascaoperasi ($p=0,008$, $p=0,034$, $p=0,011$). Angka hipotermia intraoperatif dan kejadian menggigil yang lebih rendah pada kelompok yang mendapatkan *survival thermal blanket* pada *forced air warmer* dibandingkan kain draping pada *underbody conduction mat*, namun perbedaan ini belum bermakna secara statistik (28,6% vs 53,6%, $p > 0,05$).

Simpulan: *Survival thermal blanket* pada *forced air warmer* mampu menghangatkan suhu tubuh lebih baik dibandingkan kain draping pada *underbody conduction mat*. Namun kejadian hipotermia intraoperatif dan kejadian menggigil pada kedua kelompok tidak berbeda signifikan.

Kata Kunci: Hipotermia, *forced air warmer*, menggigil, *survival thermal blanket*, *underbody conduction mat*



Effect of Combining a Forced-Air Warmer with a Survival Thermal Blanket on Body Temperature and Intraoperative Hypothermia Rates in Elderly Patients

Eddy Harijanto^{1*}, Susilo Chandra¹, M. Taufik Anwar², Vincent Christianto³

1. Department of Anesthesiology and Intensive Care, Faculty of Medicine, Universitas Indonesia – Dr. Cipto Mangunkusumo Hospital, Jakarta, Indonesia
2. Study Program of Anesthesiology and Intensive Care, Department of Anesthesiology and Intensive Care, Faculty of Medicine, Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia
3. Indonesia Medical Education and Research Institute (IMERI), Faculty of Medicine, Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia

*corresponding author

DOI:10.55497/majanestrcicar.v44i1.487

ABSTRACT

Introduction: Intraoperative hypothermia affects surgical outcomes in geriatric patients. Although forced air warmers are now commonly used, their combination with survival thermal blankets to maintain body temperature have not been widely studied. This study aimed to compare the effects of survival thermal blankets plus forced air warmers with underbody conduction mats and cloth drapes in preventing hypothermia.

Method: A single-blind, randomised, parallel-arm trial was conducted at Dr. Cipto Mangunkusumo Hospital (RSCM) in April–May 2022 in geriatric patients (≥ 60 years, ASA I–III) undergoing general anaesthesia. Subjects were randomly assigned to either the Bair Hugger 505[®] forced-air warmer group with a mylar blanket or the Blanket Roll[®] underbody conduction mat group with a single layer of cloth draping. Tympanic membrane temperature was measured on admission. Nasopharyngeal temperature, intraoperative hypothermia, and postoperative shivering were recorded and analysed. Data analysis was performed using SPSS 23 with a significance level of $p < 0.05$.

Results: Intraoperative nasopharyngeal temperature was significantly higher in the group receiving the survival thermal blanket on the forced air warmer starting at 60, 120, and postoperatively ($p = 0.008$, $p = 0.034$, $p = 0.011$). Intraoperative hypothermia and shivering rates were lower in the group receiving the survival thermal blanket on the forced air warmer compared to the group receiving the draping on the underbody conduction mat, but these differences were not statistically significant (28.6% vs. 53.6%, $p > 0.05$).

Conclusion: The survival thermal blanket on the forced air warmer warmed the body temperature more effectively than the draping on the underbody conduction mat. However, the incidence of intraoperative hypothermia and shivering in the two groups was not significantly different.

Keywords: Hypothermia, forced air warmer, shivering, survival thermal blanket, underbody conduction mat

PENDAHULUAN

Geriatric lebih rentan terhadap hipotermia karena perubahan anatomi dan fisiologi. Menggigil meningkatkan kebutuhan oksigen melebihi kapasitas respirasi dan kardial. Akibat penurunan cadangan faali pada geriatri, respon terhadap gangguan hemodinamik jika terjadi hipotermia sulit diatasi.^{1,2} Paparan terhadap suhu dingin di kamar operasi dan gangguan termoregulasi yang sering terjadi pada geriatri dapat menimbulkan kejadian hipotermia. Selain itu, perubahan dan gangguan pada sistem kardiovaskuler, pulmoner, dan muskuloskeletal dapat menyebabkan hipotermia.³

Kejadian hipotermia telah dilaporkan menjadi penyebab kematian pada 13.970 penduduk di Amerika antara tahun 1979 hingga 1998 atau sekitar 700 kejadian tiap tahunnya. Hampir setengah kejadian terjadi pada usia di atas 65 tahun, dengan rasio laki-laki dan perempuan sebesar 2,5 banding 1.⁴ Penelitian tentang kejadian hipotermia pada pasien geriatri yang dilakukan di RSCM menunjukkan bahwa dalam 1 jam pertama didapatkan jumlah proporsi pasien geriatri yang mengalami hipotermia adalah sebanyak 57,2%. Sedangkan dalam 2 jam pertama didapatkan jumlah pasien geriatri yang mengalami hipotermia meningkat menjadi 59%.¹ Kejadian hipotermia peripoperatif telah diteliti kembali oleh Sentosa di RSCM pada tahun 2021, di mana terdapat kejadian hipotermia intraoperatif sebanyak 44,7%.²

Banyak penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *forced air warmer* dapat mengurangi risiko hipotermia intraoperatif. *Forced air warmer* merupakan penghangat aktif yang terdiri atas blower dan *perforated air blanket* sekali pakai. Keterbatasan ketersediaan dan tingginya biaya alat *perforated air blanket* menyebabkan blower sering digunakan dengan kain draping sebagai pengganti untuk menghantarkan panas. Penelitian sebelumnya menunjukkan insiden hipotermia 26–28% selama intraoperasi terjadi pada pemakaian *forced air warmer*.^{5,6}

Survival thermal blanket merupakan selimut tipis yang terbuat dari lembaran plastik tak berpori dan berlapis aluminium foil mylar yang bekerja dengan memantulkan panas radiasi. Bahan ini dapat menjaga panas seseorang yang berindung

di dalamnya sehingga tetap hangat pada cuaca dingin. Bahan ini pertama kali muncul pada 1964 dan dikembangkan oleh NASA.^{7,8} Bahan ini terlihat seperti kertas timah yang memiliki ukuran yang tipis, ringan, dan mudah dibawa. Alat ini digunakan untuk penyelamatan nyawa di mana permukaan metal digunakan untuk merefleksikan kehilangan panas akibat radiasi. Meskipun *forced air warmer* efektif sebagai metode pemanasan aktif, kehilangan panas melalui radiasi dan konveksi masih dapat terjadi selama anestesi umum. Penambahan *survival thermal blanket* yang bersifat reflektif diharapkan dapat mengurangi kehilangan panas tersebut sehingga kombinasi kedua metode ini secara teoretis memberikan perlindungan termal yang lebih optimal, khususnya pada pasien geriatri. Penelitian ini bertujuan membandingkan efek *survival thermal blanket* ditambah *forced air warmer* dengan *underbody conduction mat* yang menggunakan penutup kain dalam mencegah hipotermia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain studi penelitian acak tersamar, yang bertujuan untuk mengetahui perbandingan *survival thermal blanket* pada *forced air warmer* dengan kain draping pada *underbody conduction mat* dalam menurunkan kejadian hipotermia intraoperasi dan menggigil pascaoperasi pada pasien geriatri yang menjalani pembedahan dengan anestesi umum pada bulan April hingga Mei 2022. Penelitian ini dilakukan setelah dinyatakan lulus etik dari Komisi Etik Penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia (KET-241/UN2.F1/ETIK/PPM.00.02/2022).

Kriteria inklusi meliputi pasien geriatri yang menjalani prosedur pembedahan dengan anestesi umum, berusia 60 tahun atau lebih, ASA I-III yang akan menjalani prosedur anestesi umum dengan/tanpa anestesi regional. Kriteria eksklusi adalah pasien dengan gangguan termoregulasi (riwayat hipertermia maligna, sindrom neuroleptik maligna), pasien dengan gangguan tiroid (hipotiroid atau hipertiroid), pasien yang mengalami hipotermia (suhu kurang dari 36°C) pada saat pra-induksi, pasien dengan demam akibat penyakit infeksius (suhu di atas

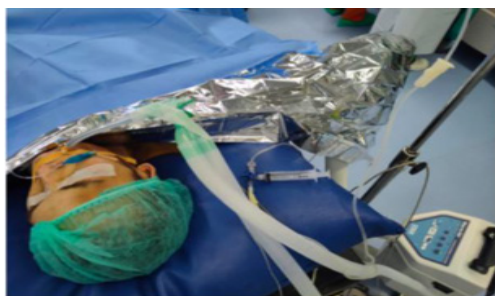
37,5°C) dalam 1 minggu sebelum operasi, pasien dalam terapi antipiretik rutin, dan pasien dengan hemodinamik praoperasi dan intraoperasi tidak stabil. Kriteria *drop-out* dalam penelitian ini adalah pasien yang tidak dapat dilakukan pengukuran suhu (daerah pengukuran suhu merupakan daerah operasi), pasien dengan lama operasi kurang dari 30 menit, pasien yang mengalami kegawatdaruratan intraoperasi, termasuk syok, perdarahan masif (lebih dari 1000 ml), gangguan irama jantung, dan henti jantung. Besar sampel ditentukan berdasarkan rumus penelitian analitis kategorik tidak berpasangan. Dengan kejadian menggigil pascaoperasi pada *forced air warmer* sebesar 12,05% dan prakiraan kejadian menggigil dengan *underbody conduction mat* sebesar 65%,9 didapatkan jumlah sampel 25 orang untuk masing-masing kelompok. Dengan jumlah *drop out* 10%, maka sampel yang dibutuhkan adalah 28 orang untuk masing-masing kelompok.

Subjek dialokasikan ke dalam kelompok *survival thermal blanket* ditambah *forced air warmer* atau *underbody conduction mat* secara acak. Randomisasi dilakukan menggunakan *software* randomisasi dengan alokasi seimbang. Penelitian ini menerapkan blinding tunggal, di mana pasien dan penilai suhu tidak mengetahui alokasi kelompok. Operator anestesi tidak dapat disamakan terhadap alokasi kelompok karena perbedaan intervensi yang bersifat fisik. Suhu ruang operasi mengikuti standar rumah sakit dan tidak dimodifikasi khusus untuk penelitian

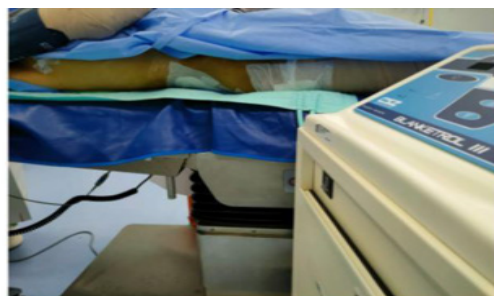
ini. Variabel durasi operasi dicatat sebagai karakteristik perioperatif karena berpotensi memengaruhi perubahan suhu tubuh.

Saat pasien masuk ke ruang penerimaan, suhu membran timpani pasien diukur dan dicatat. Induksi anestesi umum dilakukan dengan fentanil-propofol dan intubasi dengan fasilitasi atracurium. Pemeliharaan anestesi dengan sevofluran 0,7-1 MAC, atracurium, dan fentanil intermiten. Pada saat intraoperasi dilakukan pengukuran suhu nasofaring pada menit ke-0, ke-60, dan ke-120 setelah induksi. Hipotermia didefinisikan sebagai suhu nasofaring intraoperasi atau suhu membran timpani pascabedah di bawah 36°C.

Forced air warmer yang digunakan adalah Bair Hugger 505® dengan selimut berbahan dasar aluminium foil mylar. *Survival thermal blanket* yang tersambung *forced air warmer* berada tepat di atas kulit pasien dan ditutup kembali dengan kain draping steril. Sedangkan *underbody conduction mat* yang digunakan adalah tipe Blanket Roll® yang dilengkapi kain draping satu lapis. Suhu blower atau *underbody conduction mat* diatur sesuai kebutuhan pasien dan protokol penghangatan standar. Kedua penghangat dimatikan bila suhu tubuh pasien mencapai 37°C. Data lalu dicatat dan dimasukkan ke dalam analisis penelitian. Analisis data menggunakan aplikasi *Statistical Package for Social Scientist* (SPSS) versi 23.0. Hasil analisis dinyatakan bermakna secara statistik jika nilai kemaknaannya lebih kecil dari 0,05.



(a)



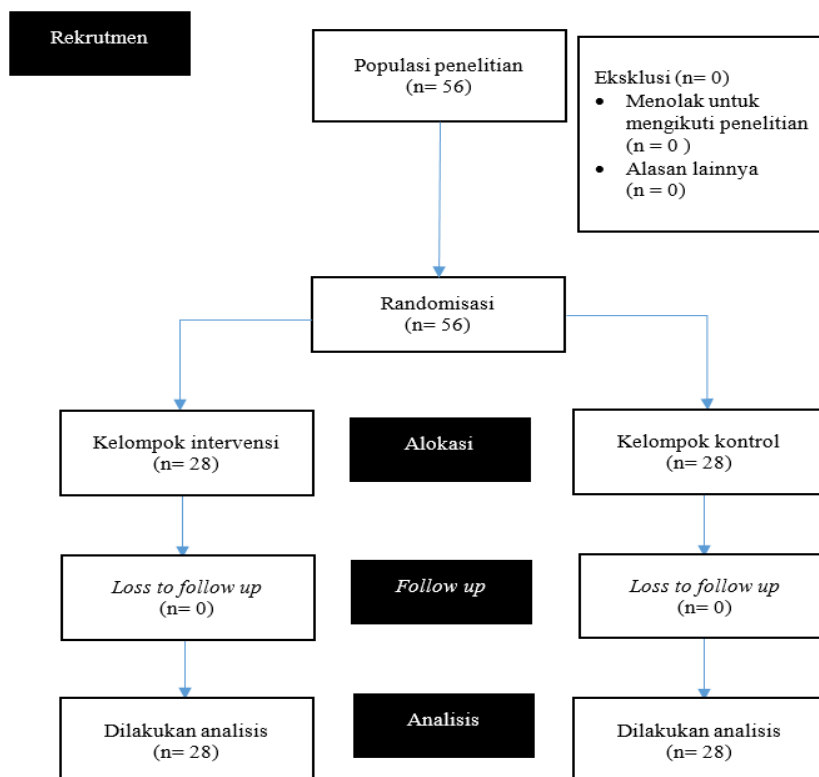
(b)

Gambar 1. Posisi alat (a) *Survival thermal blanket* pada *forced air warmer* dan (b) *Underbody conduction mat* pada bagian posterior tubuh pasien

HASIL PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan proses rekrutmen terhadap 56 pasien geriatri yang memenuhi seluruh kriteria inklusi dan tidak memenuhi kriteria eksklusi yang telah ditetapkan sebelumnya. Seluruh subjek yang lolos seleksi kemudian dibagi ke dalam dua kelompok intervensi, masing-masing terdiri atas 28 pasien. Alur rekrutmen, pembagian kelompok, serta jumlah akhir subjek yang dianalisis pada masing-masing kelompok ditampilkan secara rinci pada Gambar 2. Sebanyak 28 subjek pada kelompok kain draping pada *underbody conduction mat* dan 28 subjek pada kelompok *survival thermal blanket* pada *forced air warmer* dianalisis karakteristik demografis dan klinisnya. Hasil analisis komparatif antar kelompok tersebut disajikan secara lengkap pada Tabel 1. Secara umum, sebagian besar karakteristik demografis dan klinis menunjukkan distribusi yang sebanding antara kedua kelompok, dengan nilai p yang tidak bermakna secara statistik. Hal ini mengindikasikan bahwa kedua

kelompok memiliki kondisi dasar yang relatif homogen sebelum perlakuan diberikan. Namun demikian, terdapat perbedaan bermakna pada variabel durasi operasi, di mana kelompok *survival thermal blanket* pada *forced air warmer* memiliki rerata durasi operasi yang lebih panjang dibandingkan kelompok kain draping pada *underbody conduction mat* ($p < 0,05$). Perbedaan ini perlu diperhatikan karena berpotensi memengaruhi perubahan suhu intraoperatif. Perubahan dan fluktuasi suhu inti tubuh selama periode perioperatif pada kedua kelompok digambarkan pada Gambar 3. Grafik tersebut menunjukkan tren suhu inti tubuh yang diukur pada beberapa titik waktu, yaitu preoperasi, menit ke-0 (awal operasi), menit ke-60, menit ke-120, serta periode pascaoperasi. Melalui visualisasi ini dapat diamati pola perubahan suhu dari waktu ke waktu pada masing-masing kelompok, sehingga memudahkan interpretasi perbandingan efektivitas kedua metode penghangatan dalam mempertahankan suhu inti tubuh selama tindakan pembedahan.



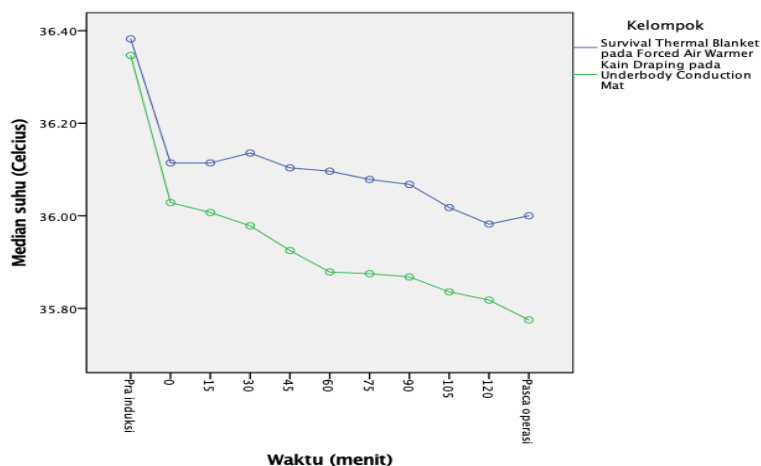
Gambar 2. Alur rekrutmen subjek penelitian

Tabel 1. Karakteristik subjek penelitian

Variabel	Kelompok		Nilai p
	<i>Survival thermal blanket pada forced air warmer (n=28)</i>	<i>Kain draping pada underbody conduction mat (n=28)</i>	
Usia (tahun), median (min-maks)	64,5 (60-80)	64 (60-76)	0,490
Jenis kelamin, n (%)			
Laki - laki	10 (45,5%)	12 (54,5%)	0,584
Perempuan	18 (52,9%)	16 (47,1%)	
IMT, mean \pm SD	26,3 \pm 2,75	25,0 \pm 4,42	0,483
Skor FI-40, n (%)			
Fit	6 (50%)	6 (50%)	0,152
Pre-frail	18 (60%)	12 (40%)	
Frail	4 (28,6%)	10 (71,4%)	
ASA, n (%)			
1	0 (0,00%)	0 (0,00%)	
2	21 (55,3%)	17 (44,7%)	0,252
3	7 (38,9%)	11 (61,1%)	
4	0 (0,00%)	0 (0,00%)	
Durasi operasi (menit), mean \pm SD	235 \pm 73	170 \pm 85,8	0,041
Perdarahan (mL), median (min-maks)	350 (3 – 900)	200 (20 – 850)	0,669
Asupan cairan (mL), median (min-maks)	1.000 (300-2.000)	800 (500-2.000)	0,915
Jenis operasi, n			
Bedah THT	2	2	
Bedah mata	4	3	
Bedah saraf	2	3	
Bedah plastik	3	2	
Bedah digestif	4	4	0,996
Bedah urologi	2	1	
Bedah onkologi	3	4	
Bedah mulut	1	2	
Bedah orthopedi	4	3	
Tindakan obstetrik	3	4	
Tindakan minimal invasif, n (%)			
Ya	10 (52,6%)	9 (47,4%)	0,778
Tidak	18 (48,6%)	19 (51,4%)	

Suhu inti tubuh menunjukkan perbedaan yang bermakna secara statistik mulai pada pengukuran menit ke-60 intraoperatif dan berlanjut hingga periode pascaoperasi. Pada ketiga titik waktu tersebut (menit ke-60, menit ke-120, dan

pascaoperasi), kelompok kain draping pada *underbody conduction mat* secara konsisten menunjukkan nilai suhu inti tubuh yang lebih rendah dibandingkan kelompok *survival thermal blanket* pada *forced air warmer*. Perbedaan



Gambar 3. Perbandingan suhu inti tubuh selama operasi

ini didukung oleh nilai p yang signifikan pada masing-masing waktu pengukuran (Tabel 2). Temuan ini mengindikasikan bahwa metode *survival thermal blanket* yang dikombinasikan dengan *forced air warmer* lebih efektif dalam

mempertahankan suhu inti tubuh selama fase pertengahan hingga akhir operasi serta pada periode segera setelah tindakan pembedahan dibandingkan penggunaan kain draping pada *underbody conduction mat*.

Tabel 2. Perbandingan suhu perioperatif

Suhu inti tubuh	Kelompok		Nilai P
	<i>Survival thermal blanket</i> pada <i>forced air warmer</i> (n=28)	Kain draping pada <i>underbody conduction mat</i> (n=28)	
Preoperatif	36,3 (36,1-36,9)	36,4 (36-36,5)	0,648
Menit ke-0	36,1 (35,8-36,1)	36 (35,5-36,2)	0,223
Menit ke-60	36 (35,5-36,9)	35,7 (35-36,2)	0,008
Menit ke-120	36 (35,2-36,5)	35,8 (35-36,2)	0,034
Pascaoperasi	36 (35,5-36,6)	35,7 (34,9-46,1)	0,011

^bUji Mann-Whitney

Meskipun terdapat perbedaan bermakna pada suhu inti tubuh pada beberapa titik waktu pengukuran, proporsi kejadian hipotermia intraoperasi tidak berbeda secara statistik antara kedua kelompok (Tabel 3). Pada kelompok *survival thermal blanket* pada *forced air warmer*, kejadian hipotermia intraoperasi tercatat pada 8 subjek (28,6%), sedangkan pada kelompok kain draping pada *underbody conduction mat* terdapat 15 subjek (53,6%) yang mengalami hipotermia intraoperasi, dengan nilai p sebesar 0,06.

Analisis juga dilakukan terhadap kejadian menggigil pascaoperasi pada kedua kelompok. Pada kelompok *survival thermal blanket* pada *forced air warmer* tidak ditemukan kejadian menggigil pascaoperasi, sedangkan pada kelompok kain draping pada *underbody conduction mat* terdapat 2 subjek (7,1%) yang mengalami menggigil pascaoperasi. Namun demikian, perbedaan tersebut tidak bermakna secara statistik, dengan nilai p sebesar 0,150 (Tabel 3).

Tabel 3. Perbandingan kejadian hipotermia intraoperasi dan menggigil pascaoperasi antar kelompok

Kelompok	Hipotermia Intraoperasi		Total	Nilai p	RR
	Ya	Tidak			
<i>Survival thermal blanket</i> pada <i>forced air warmer</i>	8 (28,6%)	20 (71,4%)	28 (50%)	0,06	0,533 (0,27-1,05)
Kain draping pada <i>underbody conduction mat</i>	15 (53,6%)	13 (46,4%)	28 (50%)		
Total	23 (41,1%)	33 (58,9%)	56 (100%)		
Kelompok	Menggigil Pascaoperasi		Total	Nilai p	RR
	Ya	Tidak			
<i>Survival thermal blanket</i> pada <i>forced air warmer</i>	0 (0,0%)	28 (100,4%)	28 (50%)	0,150	-
Kain draping pada <i>underbody conduction mat</i>	2 (7,1%)	26 (92,9%)	28 (50%)		
Total	2 (3,6%)	54 (96,4%)	56 (100%)		

PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, suhu intraoperatif dijaga lebih baik pada kelompok *survival thermal blanket* pada *forced air warmer* dibandingkan kain draping pada *underbody conduction mat* pada menit ke-60, ke-120, dan pascaoperasi. Hasil ini sama dengan penelitian sebelumnya di mana *forced air warmer* efektif mempertahankan suhu inti pada pembedahan dengan anestesi umum, terutama bila diaplikasikan kontinu selama fase intraoperatif.¹⁰

Perubahan suhu inti tubuh pada penelitian ini sesuai dengan penelitian sebelumnya oleh Sessler *et al.* yang menunjukkan bahwa hipotermia intraoperatif akan terbagi menjadi tiga fase, yakni fase penurunan cepat dalam 1 jam pertama, fase penurunan lambat secara linear dalam 2-3 jam, dan fase plateau.^{11,12} Fase awal penurunan suhu inti tubuh secara cepat didistribusikan pada distribusi panas tubuh dari pusat tubuh ke perifer akibat vasokonstriksi yang terjadi setelah dilakukannya anestesi. Hal ini menyebabkan perpindahan panas dari pusat tubuh menuju jaringan perifer yang lebih dingin.¹¹ Pada fase kedua, didapatkan produksi panas yang lebih sedikit dibandingkan hilangnya panas karena berbagai faktor, yakni suhu ruangan kamar

operasi, berkurangnya produksi panas selama anestesi, hingga penambahan cairan intravena. Pada fase ketiga, tidak terjadi penurunan suhu tubuh lebih lanjut yang diakibatkan oleh vasokonstriksi akibat *shunt* arteriovena.¹¹

Secara fisiologis, *survival thermal blanket* turut berperan dalam mengurangi kehilangan panas akibat proses radiasi dan konveksi intraoperasi. Material film plastik berlapis aluminium (mylar) memiliki kemampuan reflektif sangat tinggi terhadap spektrum inframerah. Selain itu bersifat ringan, kedap angin dan air, serta memiliki kemampuan transmisi panas rendah. Akibatnya fluks panas dari permukaan tubuh keluar tubuh dapat dikurangi.¹³

Survival thermal blanket juga memantulkan gelombang elektromagnetik. Akibatnya selain sebagai penghalang konduksi dan konveksi, *survival thermal blanket* juga berfungsi menangkap panas yang dikeluarkan oleh *forced air warmer*. Dengan demikian, kombinasi *forced air warmer* dan *survival thermal blanket* secara teoretis bekerja sinergis menjaga suhu tubuh.^{14,15} Wang dalam penelitiannya pada pembedahan laparoskopi kolesistektomi mendapatkan bahwa *forced air warmer* dapat mempertahankan suhu tubuh intraoperatif dengan baik.¹⁶ Meskipun demikian, efek *forced air warmer* tidak konsisten

dalam pencegahan hipotermia. Hal ini mungkin disebabkan perbedaan jenis pembedahan, suhu kamar operasi, dan kehilangan darah yang terjadi. Penelitian Desai *et al.* menekankan pentingnya *pre-warming* agar *forced air warmer* lebih efektif.¹⁷ Pada bedah jantung, sebaliknya penggunaan *underbody conduction mat* jauh lebih efektif dibandingkan *forced air warmer* dalam mencegah penurunan suhu tubuh intraoperasi.¹⁸

Pada penelitian ini didapatkan kejadian hipotermia intraoperatif tidak signifikan berbeda pada kelompok yang mendapatkan *survival thermal blanket* pada *forced air warmer* dibandingkan kain draping pada *underbody conduction mat*. Hal ini mungkin disebabkan karena efektivitas *forced air warmer* tergantung pada lokasi aplikasinya. Pada pembedahan torakoskopik posisi lateral, *forced air warmer* di bagian tubuh atas dapat mencegah hipotermia lebih baik daripada diletakkan di bagian bawah tubuh.¹⁹ Pada penelitian ini, letak *forced air warmer* tidak pada satu tempat tertentu saja, melainkan disesuaikan dengan jenis pembedahan.

Sampai saat ini, meta-analisis dan penelitian yang membandingkan *forced air warmer* dengan berbagai jenis sistem penghangat mendapatkan hasil yang kontroversial. *Forced air warmer* dilaporkan bersifat non-inferior dengan sistem *air-free* yang memanfaatkan hambatan konduktif.²⁰ Sementara itu, meta-analisis lain menemukan pada pembedahan umum, *forced air warmer* efektif menurunkan angka kejadian hipotermia. Penelitian observasional pada populasi yang besar menemukan bahwa *underbody blanket* mampu menurunkan kejadian hipotermia dibanding kontrol, namun efeknya sangat dipengaruhi jenis operasi, durasi operasi, kondisi preoperatif, posisi dan protokol pemanasan, seperti ada tidaknya *pre-warming*.^{21,22,23,24}

Heterogenitas faktor jenis operasi, variasi durasi operasi, serta faktor lingkungan seperti suhu ruang operasi yang tidak dikontrol secara ketat. inilah yang mungkin berkontribusi pada tidak signifikannya perbedaan kejadian hipotermia pada kedua kelompok, meskipun median suhu kedua kelompok signifikan berbeda.

Demikian juga, kejadian menggigil pascabedah kedua kelompok tidak signifikan berbeda. Hal ini mungkin disebabkan kedua intervensi dalam penelitian ini sama-sama termasuk pemanasan aktif yang sebelumnya telah diketahui efektif mempertahankan normotermia. Akibatnya selisih suhu tubuh tidak cukup untuk menimbulkan kejadian menggigil. Uji klinis dan telaah sistematis terkini menunjukkan bahwa berbagai metode pemanasan aktif, termasuk di dalamnya *forced air warming* maupun sistem konduktif, mampu menjaga suhu inti lebih dari 36°C dan mampu menurunkan skor maupun kejadian menggigil secara signifikan dibanding kontrol. Akibatnya kedua metode tidak signifikan berbeda bila dibandingkan efeknya dalam menurunkan kejadian menggigil pascabedah.

Kejadian menggigil bersifat multifaktorial, tidak hanya ditentukan oleh besarnya suhu inti tubuh, dan juga dipengaruhi agen anestesi yang diberikan. Agen anestesi dapat menekan ambang vasokonstriksi dan ambang timbulnya menggigil. Opioid diketahui cenderung lebih kuat menekan ambang menggigil dibanding vasokonstriksi.²⁵ Propofol menurunkan ambang vasokonstriksi dan menggigil secara signifikan dan memfasilitasi redistribusi panas awal setelah induksi.²⁶ Anestesi umum inhalasi mampu menurunkan ambang vasokonstriksi dan menggigil sekitar 2–4°C dari keadaan sadar, sehingga lebih mudah menimbulkan hipotermia dan menggigil.^{27,28} Beberapa agen anestesi juga memiliki sifat *anti-shivering*, seperti meperidin, tramadol atau deksmedetomidin, sehingga dapat menurunkan insiden dan severitas menggigil.^{29,30,31} Pada penelitian ini, dosis penggunaan obat anestesi merupakan faktor yang tidak dikontrol, sehingga dapat mengaburkan perbedaan kejadian menggigil antar metode pemanasan.

Penelitian ini memiliki keterbatasan berupa tempat penelitian yang dilakukan pada satu lokasi penelitian, sehingga populasi pasien, profil kasus, dan pola rujukan mungkin tidak sama dengan variasi di rumah sakit lain. Tidak adanya kontrol ketat terhadap suhu ruang operasi, serta perbedaan durasi operasi antar kelompok. Faktor-faktor tersebut berpotensi menjadi variabel perancu yang memengaruhi hasil penelitian.

SIMPULAN

Kombinasi *survival thermal blanket* pada *forced air warmer* mampu menghangatkan suhu tubuh lebih baik dibandingkan kain draping pada *underbody conduction mat*. Namun kejadian hipotermia intraoperatif dan kejadian menggigil pada kedua kelompok tidak berbeda signifikan.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa tidak memiliki konflik kepentingan dalam penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Melati A, Chandra S, Harijanto E. Hubungan hipotermia intraoperasi dengan durasi perawatan, kejadian infeksi luka operasi, dan komplikasi kardiovaskular pada pasien geriatri yang menjalani anestesi umum [Tesis]. Jakarta: RSCM-FKUI; 2019.
- Sentosa JE, Tantri AR, Harijanto E. Perbandingan efek *survival thermal blanket* dan kain draping pada *forced air warmer* terhadap kejadian hipotermia perioperatif pada pasien geriatri [Tesis]. Jakarta: FKUI-RSCM; 2021.
- Yoo JH, Sung TY, Oh CS. Cold temperatures, hot risks: perioperative hypothermia in geriatric patients - a narrative review. *Anesth Pain Med (Seoul)*. 2025 Jul;20(3):189-99. doi: 10.17085/apm.25294
- Liu M, Patel VR, Wadhera RK. Cold-related deaths in the US. *JAMA*. 2025 Feb 4;333(5):427-9. doi: 10.1001/jama.2024.25194
- Gemayel A, Flikkema K, Fritz G, Blascak D. Are Intra-operative Forced Air Warming Devices a Possible Source for Contamination During Hand Surgery? *Cureus*. 2023 Sep 30;15(9):e46287. doi: 10.7759/cureus.46287
- Torossian A, Bein B. Inadvertent perioperative hypothermia: updated guidelines and clinical implications. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2022;36:173–83. doi: 10.3238/arztebl.2015.0166
- National Aeronautics and Space Administration (NASA). Emergency blankets [Internet]. 2016 Feb 11 [cited 2025 Dec 31]. Available from: <https://www.nasa.gov/image-article/emergency-blankets/>
- Kranebitter H, Wallner B, Klinger A, Isser M, Wiedermann FJ, Lederer W. Rescue blankets—transmission and reflectivity of electromagnetic radiation. *Coatings*. 2020;10(4):375. doi:10.3390/coatings10040375
- Paris LG, Seitz M, McElroy KG, Regan M. A randomized controlled trial to improve outcomes utilizing various warming techniques during cesarean birth. *J Obstet Gynecol Neonatal Nurs*. 2014 Nov-Dec;43(6):719-28. doi: 10.1111/1552-6909.12510
- Babiker Mohamed MA, Abdelwahab Abdelkarim WA, Salih Aabdeen MA, Elobid Ahmed TH, Sarsour HHH, El-Malky AM, et al. Evidence-based clinical practice guidelines for the management of perioperative hypothermia: systematic review, critical appraisal, and quality assessment with the AGREE II instrument. *Ann Med Surg*. 2022;79:103887. doi: 10.1016/j.amsu.2022.103887
- Madrid E, Urrútia G, Roqué i Figuls M, Pardo-Hernandez H, Campos JM, Paniagua P, et al. Active body surface warming systems for preventing complications caused by inadvertent perioperative hypothermia. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016;4:CD009016. doi: 10.1002/14651858.CD009016.pub2
- Sessler DI. Perioperative thermoregulation and heat balance. *Lancet*. 2016;387:2655–64. doi: 10.1016/S0140-6736(15)00981-2
- Lier M, Jebens C, Lorey-Tews A, Heyne T, Kunze-Szicszay N, Wieditz J, et al. What is the best way to keep the patient warm during technical rescue? Results from two prospective randomised controlled studies with healthy volunteers. *BMC Emerg Med*. 2023;23(1):83. doi: 10.1186/s12873-023-00850-6
- Kranebitter H, Wallner B, Klinger A, Isser M, Wiedermann FJ, Lederer W. Rescue blankets—transmission and reflectivity of electromagnetic radiation. *Coatings*. 2020;10(4):375. doi:10.3390/coatings10040375
- Wallner B, Salchner H, Isser M, Schachner T, Wiedermann FJ, Lederer W. Rescue blankets

- as multifunctional rescue equipment in alpine and wilderness emergencies: a commentary. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2022;30(1):17. doi: [10.3390/ijerph191912721](https://doi.org/10.3390/ijerph191912721)
16. Wang X, Su W, Mi Y, Ge H, Chang W, Ma G, et al. Effectiveness of forced-air warming in preventing hypothermia during laparoscopic surgery: a RCT meta-analysis. *J Perianesth Nurs.* 2026 Feb;41(1):215-24. doi: [10.1016/j.jopan.2025.05.023](https://doi.org/10.1016/j.jopan.2025.05.023)
 17. Desai R, Gosschalk J, van Helmond N, Mitrev L, Zhang C, McEniry B, et al. The optimal warming strategy to reduce perioperative hypothermia: a prospective randomized non-blinded clinical trial. *PLoS One.* 2025 Jun 12;20(6):e0325954. doi: [10.1371/journal.pone.0325954](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0325954)
 18. Gosling AF, Rohrer B, Penick E, Zimmermann A, Johnson D, Naseem T, et al. Comparison of forced-air and warm circulating-water warming for prevention of hypothermia and blood product utilization during open cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2019 Sep;33(9):2612-4. doi: [10.1053/j.jvca.2019.05.001](https://doi.org/10.1053/j.jvca.2019.05.001)
 19. Min SH, Yoon S, Yoon SH, Bahk JH, Seo JH. Randomised trial comparing forced-air warming to the upper or lower body to prevent hypothermia during thoracoscopic surgery in the lateral decubitus position. *Br J Anaesth.* 2018 Mar;120(3):555-62. doi: [10.1016/j.bja.2017.11.091](https://doi.org/10.1016/j.bja.2017.11.091)
 20. Nieh HC, Su SF. Meta-analysis: effectiveness of forced-air warming for prevention of perioperative hypothermia in surgical patients. *J Adv Nurs.* 2016;72(10):2294–314. doi: [10.1111/jan.13010](https://doi.org/10.1111/jan.13010)
 21. Sumida H, Sugino S, Kuratani N, Konno D, Hasegawa JI, Yamauchi M. Effect of forced-air warming by an underbody blanket on end-of-surgery hypothermia: a propensity score-matched analysis of 5063 patients. *BMC Anesthesiol.* 2019;19(1):50. doi: [10.1186/s12871-019-0724-8](https://doi.org/10.1186/s12871-019-0724-8)
 22. Yin W, Wan Q, Jia H, Jiang X, Luo C, Zhang L. Comparison of two different uses of underbody forced-air warming blankets for the prevention of hypothermia in patients undergoing arthroscopic shoulder surgery: a prospective randomized study. *BMC Anesthesiol.* 2022;22(1):55. doi: [10.1186/s12871-022-01597-6](https://doi.org/10.1186/s12871-022-01597-6)
 23. Uçak A, Çatal AT, Karadağ E, Cebeci F. The effect of prewarming on perioperative hypothermia: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled studies. *J Perianesth Nurs.* 2024;39(4):611–23. doi: [10.1016/j.jopan.2023.11.003](https://doi.org/10.1016/j.jopan.2023.11.003)
 24. Zhang H, Gao X, Ke W, Wang Z, Ma Q, Yu W, et al. Intraoperative Hypothermia Investigators. Characteristics and risk factors of intraoperative hypothermia in adults: a multicenter prospective observational clinical study. *J Clin Med.* 2026;15:31. doi: [10.3390/jcm15010031](https://doi.org/10.3390/jcm15010031)
 25. Binder WJ Jr, Stearns JD, Gorlin AW. Parenteral meperidine: a review of the pharmacology and clinical applications. *Curr Anesthesiol Rep.* 2024;14(1). doi: [10.1007/s40140-023-00597-7](https://doi.org/10.1007/s40140-023-00597-7)
 26. Sessler DI. How three linked clinical observations led to an understanding of perioperative heat balance: a personal reflection on the scientific process. *J Clin Anesth.* 2024;96:111496. doi: [10.1016/j.jclinane.2024.111496](https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2024.111496)
 27. Garceau C. Inadvertent perioperative hypothermia. *AANA J.* 2023;91(4):303-9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37527171/>
 28. Wang JF, Deng XM. Inadvertent hypothermia: a prevalent perioperative issue that remains to be improved. *Anesthesiol Perioper Sci.* 2023;1(3):24. doi: [10.1007/s44254-023-00022-6](https://doi.org/10.1007/s44254-023-00022-6)
 29. Amsalu H, Zemedkun A, Regasa T, Adamu Y. Evidence-based guideline on prevention and management of shivering after spinal anesthesia in resource-limited settings. *Int J Gen Med.* 2022;15:6985–98. doi: [10.2147/IJGM.S370439](https://doi.org/10.2147/IJGM.S370439)
 30. Dinges HC, Al-Dahna T, Rücker G, Wulf H, Eberhart L, Wiesmann T, et al. Pharmacologic interventions for the therapy of postanesthetic shivering in adults: a systematic review and network meta-analysis. *Miner Anest.* 2023;89(10):923–35. doi: [10.23736/S0375-9393.23.17410-4](https://doi.org/10.23736/S0375-9393.23.17410-4)

31. Kokhaei M, Modir H, Moshiri E, Azami M. Comparative effect of intrathecal meperidine, tramadol, magnesium sulfate, and dexmedetomidine on preventing post-spinal anesthesia shivering and adverse events in hip fracture repair patients: a randomized clinical trial. *J Acute Dis.* 2022;11(6):222–7. doi: [10.4103/2221-6189.362813](https://doi.org/10.4103/2221-6189.362813)