

## Pendekatan dan Luaran Bedah Minimal Invasif untuk Penyakit Jantung Kongenital pada Anak: Tinjauan Literatur

Nafilla Nesantya Sabatini, Dhama Shinta Susanti

<sup>1</sup>Departemen Ilmu Bedah, Fakultas Kedokteran, Universitas Indonesia, Rumah Sakit Umum Pusat dr. Cipto Mangunkusumo, Jakarta, Indonesia

<sup>2</sup>Divisi Bedah Toraks, Kardiak, dan Vaskular, Fakultas Kedokteran, Universitas Indonesia, Rumah Sakit Umum Pusat dr. Cipto Mangunkusumo, Jakarta, Indonesia

\*Penulis korespondensi: [nesantyasabatini@gmail.com](mailto:nesantyasabatini@gmail.com)

### ABSTRAK

**Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk meninjau literatur yang tersedia mengenai operasi jantung bawaan dengan teknik minimal invasif. **Metode:** Studi ini merupakan *literature review* yang membahas berbagai teknik operasi jantung bawaan menggunakan pendekatan minimal invasif. Pencarian literatur dilakukan melalui berbagai sumber, termasuk buku, PubMed/MEDLINE, Cochrane, ScienceDirect, Google Scholar, dan SCOPUS. **Hasil:** Sebanyak 63 studi ditemukan melalui pencarian sistematis, dengan 10 studi berasal dari PubMed, 10 dari Cochrane, 17 dari Sciencedirect, 15 dari Google Scholar dan 11 dari SCOPUS. Studi ini merupakan *literature review* yang membahas berbagai teknik operasi jantung bawaan menggunakan pendekatan *minimal invasive*. Penelitian ini menggunakan metode analisis konten, yaitu menganalisis isi data sekunder berupa literatur yang dikumpulkan, serta metode deskriptif. **Simpulan:** Pendekatan minimal invasif dalam bedah jantung memberikan alternatif yang baik dalam menangani PJB. Berbagai jenis pendekatan teknik operasi dengan sayatan yang minimal dapat menjadi opsi yang dapat disesuaikan dengan kondisi pasien. Teknik MS memungkinkan perbaikan PJB sederhana hingga kompleks.

**Kata kunci:** penyakit jantung bawaan, kardiovaskular, bedah jantung

**DOI:** <https://doi.org/10.24843/JBN.2026.v10.i01.p06>

### ABSTRACT

**Aim:** This study aims to review the available literature on congenital heart surgery using minimally invasive techniques. **Methods:** This study is a literature review that discusses various innate cardiac surgery techniques using a minimally invasive approach. Literature searches were conducted through a variety of sources, including books, PubMed/MEDLINE, Cochrane, ScienceDirect, Google Scholar, and SCOPUS. **Results:** A total of 63 studies were found through a systematic search, with 10 studies originating from PubMed, 10 from Cochrane, 17 from ScienceDirect, 15 from Google Scholar and 11 from SCOPUS. This study is a literature review that discusses various congenital heart surgery techniques using a minimally invasive approach. This study used a content analysis method, namely analyzing the content of secondary data in the form of collected literature, as well as descriptive methods. **Conclusion:** Minimally invasive approaches in cardiac surgery provide a good alternative in treating CHD. Various types of surgical approaches with minimal incisions can be options that can be tailored to the patient's condition. The MS technique allows for the repair of simple to complex CHD.

**Keywords:** coronary heart disease, cardiovascular, cardiac surgery

## PENDAHULUAN

Penyakit jantung bawaan (PJB) Menurut *Global Burden of Disease Study*, didefinisikan sebagai kelainan struktural yang Indonesia memiliki tingkat kematian yang ditandai dengan malformasi pada jantung, tinggi akibat PJB, dengan 9 dari setiap 1.000 katup jantung, atau pembuluh darah besar.

kelahiran mengalami kondisi ini.<sup>1</sup> Di Asia Tenggara, terutama di wilayah dengan populasi rendah, angka kematian akibat penyakit kardiovaskular juga tercatat lebih tinggi.<sup>2</sup> Kelainan-kelainan yang sering terjadi meliputi atrial septal defect (ASD), dengan atau tanpa partial anomalous pulmonary venous return (PAPVR), ventricular septal defect (VSD), partial atrioventricular canal (pAVC) dengan celah katup mitral, double-chambered right ventricle (DCRV), cor triatriatum, dan sindrom scimitar.<sup>3</sup>

Intervensi bedah untuk kelainan jantung bawaan, yang umumnya terjadi pada populasi anak-anak dan remaja, telah mencapai standar keselamatan dan kualitas yang tinggi. Tingkat keberhasilan dan kelangsungan hidup dapat mendekati 100% dengan morbiditas minimal serta kebutuhan reoperasi yang sangat jarang, jika ada, akibat kelainan sisa atau berulang.<sup>3</sup> Teknik minimal invasif menawarkan pendekatan yang bertujuan untuk mengurangi dampak pada kualitas hidup pasien.<sup>4,5</sup> Keunggulan teknik ini meliputi masa rawat inap yang lebih singkat, pemulihan fungsi yang lebih cepat, peningkatan estetika melalui bekas luka yang tersembunyi, serta peningkatan kualitas hidup secara keseluruhan.

Meskipun sternotomi median merupakan pendekatan standar untuk operasi jantung terbuka, pendekatan ini memiliki risiko komplikasi, seperti infeksi luka operasi, dehisensi sternum, keloid, hingga cedera struktural.<sup>6</sup> Selain itu, penelitian yang membandingkan teknik minimal invasif dengan metode konvensional masih terbatas. Setiap tahun, ribuan anak-anak dan remaja menjalani operasi jantung invasif, sering kali menghadapi masa pemulihan yang panjang serta bekas luka yang terlihat, yang dapat memengaruhi kepercayaan diri mereka sepanjang hidup. Oleh karena itu, teknik minimal invasif diharapkan menjadi alternatif

yang dapat memberikan hasil yang setara dengan pendekatan konvensional.<sup>7</sup>

Penelitian ini bertujuan untuk meninjau literatur yang tersedia mengenai operasi jantung bawaan dengan teknik minimal invasif. Artikel ini menjelaskan teknik-teknik yang tersedia dan jenis kelainan yang dapat diperbaiki melalui pendekatan tersebut. Selain itu, kami menyajikan bukti dari kumpulan kasus dan studi retrospektif, serta membandingkan hasil teknik minimal invasif dengan teknik konvensional melalui sternotomi median.

## **METODE**

### **Strategi Tinjauan Literatur**

Studi ini merupakan literature review yang membahas berbagai teknik operasi jantung bawaan menggunakan pendekatan minimal invasif. Pencarian literatur dilakukan melalui berbagai sumber, termasuk buku, PubMed/MEDLINE, Cochrane, ScienceDirect, Google Scholar, dan SCOPUS dengan kata kunci operator Boolean ("Congenital Heart Disease" OR "CHD" OR "Pediatric Cardiac Surgery") AND ("Minimal Invasive Surgery" OR "Mini Thoracotomy") AND ("Cannulation" or "Central Cannulation" or "Peripheral Cannulation") AND ("Morbidity" OR "Mortality" OR "Complication") dengan rentang tahun dari 2014 hingga 2024.

### **Ekstraksi Data**

Informasi yang ditinjau dari artikel meliputi: penulis (beserta tahun publikasi), desain studi, ukuran sampel, hasil penelitian, dan ringkasan diskusi mengenai hasil tersebut. Tinjauan terhadap artikel yang diperoleh dilakukan untuk menentukan validitas, kepentingan, dan aplikasi (VIA) dari setiap studi berdasarkan kriteria dari *Center for Evidence-Based Medicine, University of Oxford*. Penelitian ini

menggunakan metode analisis konten, yaitu menganalisis isi data sekunder berupa literatur yang dikumpulkan, serta metode deskriptif, yaitu mendeskripsikan data yang dikumpulkan tanpa mengubah isi data tersebut.

## HASIL

Sebanyak 63 studi ditemukan melalui pencarian sistematis, dengan 10 studi berasal dari PubMed, 10 dari Cochrane, 17 dari

Scencedirect, 15 dari Google Scholar dan 11 dari SCOPUS. Setelah menghapus artikel duplikat, 8 studi dikeluarkan. Dari artikel yang dikeluarkan, 46 studi tidak berfokus pada tindakan minimal invasif pada PJB, empat studi merupakan clinical trial, dua studi hewan, empat abstrak konferensi, dan dua artikel yang ditarik kembali. Setelah proses penyortiran, 5 studi dimasukkan dalam tinjauan.

**Tabel 1.** Karakteristik Populasi dan Ringkasan Hasil dari Artikel Terpilih

| No. | Peneliti                          | Desain Studi               | Jumlah Sampel | Hasil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Diskusi                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----|-----------------------------------|----------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Bayya et al. <sup>1</sup>         | Retrospektif Observasional | 104           | Pada 104 pasien PJB sederhana dengan pendekatan <i>Right vertical axillary thoracotomy</i> (RVAT) dengan kanulasi sentral dan waktu <i>Cardiopulmonary bypass</i> (CPB) selama 62±21 menit menunjukkan tidak ada mortalitas, komplikasi minimal (pneumotoraks 1,9%, emfisema subkutan 19,2%), dan hasil kosmetik yang sangat baik tanpa cacat residu atau deformitas selama tindak lanjut 24 bulan. | Pendekatan RVAT memberikan keunggulan kosmetik dan fungsional dengan risiko komplikasi yang dapat dikelola. Meski membutuhkan keahlian teknis, pendekatan ini dinilai aman, efektif, dan memerlukan penelitian lebih lanjut untuk validasi komparatif.                                                  |
| 2   | Atalay et al. <sup>8</sup>        | Retrospektif Observasional | 59            | Pendekatan <i>Right infra-axillary vertical thoracotomy</i> (RIAVT) pada 59 pasien menunjukkan tidak ada mortalitas, komplikasi minimal (pneumotoraks 10%, emfisema subkutan 16,9%, infeksi luka 13,5%), dan bekas luka kecil (4–5 cm) yang memberikan hasil kosmetik memuaskan. Waktu operasi rata-rata 167 menit, bypass 47 menit, dan rawat inap 4 hari.                                         | RIAVT unggul dalam hasil kosmetik, nyeri pascaoperasi lebih rendah, dan pemulihan lebih cepat dibanding sternotomi median. Meski ideal untuk cacat jantung sederhana, teknik ini memerlukan keahlian khusus dan waktu pembelajaran yang panjang. Studi lanjutan diperlukan untuk validasi lebih lanjut. |
| 3   | Kale dan Ramalingam. <sup>9</sup> | Studi Deskriptif           | 145           | Pendekatan <i>Right Axillary Mini-Thoracotomy</i> (RAMT) pada 145 pasien (usia rata-rata 9,69 ± 4,38 tahun), waktu bypass rata-rata adalah 64,75 ± 22,28 menit, dan waktu penjepitan aorta 37,53 ± 18,23 menit. Sebanyak 37,9% diekstubasi di ruang operasi, sisanya dalam tiga jam. Masa                                                                                                           | Pendekatan RAMT menawarkan keuntungan signifikan dibandingkan sternotomi median, terutama dari segi hasil kosmetik yang lebih baik dan trauma operasi yang minimal. Teknik                                                                                                                              |

| No. | Peneliti                       | Desain Studi       | Jumlah Sampel | Hasil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Diskusi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----|--------------------------------|--------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                                |                    |               | rawat rata-rata empat hari. Tidak ada mortalitas, komplikasi besar, atau konversi ke sternotomi penuh, dan 7,6% pasien memiliki shunt residu kecil yang asimtomatik. Semua pasien menunjukkan hasil kosmetik dan fungsional memuaskan.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ini efektif untuk berbagai kelainan jantung tanpa mengorbankan kualitas koreksi. Keuntungan estetika dan pemulihan cepat memberikan dampak psikososial positif bagi pasien muda. Kerja sama tim multidisiplin sangat penting untuk mencapai hasil optimal dengan metode ini.                                                                                                          |
| 4   | Guariento et al. <sup>10</sup> | Studi retrospektif | 1.002         | Teknik yang digunakan meliputi midline lower mini-sternotomy (MS) (45%), right anterior mini-thoracotomy (RAMT) (36%), dan right lateral mini-thoracotomy (RLMT) (19%). Mayoritas prosedur adalah perbaikan defek septum atrium (ASD) (57%), diikuti defek septum ventrikel (VSD) (22%) dan defek atrioventrikular parsial (pAVSD) (8%). Hasil menunjukkan komplikasi pasca operasi rendah, dengan sindrom post-kardiotomi sebagai yang paling umum (4%). Tidak ada perbedaan signifikan dalam hasil peri-operatif antar teknik. RAMT dan RLMT memberikan kepuasan estetika lebih tinggi, sedangkan MS lebih sering digunakan pada pasien lebih muda. Semua pendekatan menunjukkan hasil klinis yang baik dengan trauma minimal. | Pendekatan yang berbeda seperti MS, RAMT, dan RLMT menunjukkan efikasi yang setara, sementara kepuasan estetika pasien lebih tinggi dengan RAMT dan RLMT. Studi ini juga menyoroti pentingnya pendekatan multidisiplin dalam penerapan operasi minimal invasif. Namun, diperlukan studi prospektif dengan durasi tindak lanjut lebih lama untuk mengevaluasi keamanan jangka panjang. |
| 5   | Vida et al. <sup>11</sup>      | Studi retrospektif | 538 pasien    | Penelitian retrospektif terhadap 538 pasien yang menjalani penutupan ASD II dengan pendekatan minimal invasif menunjukkan hasil yang aman dan efektif. Mayoritas pasien adalah perempuan (66%) dengan median usia 6,3 tahun. Teknik yang digunakan meliputi RAMT (62%), MS (25%), dan RLMT (13%). Komplikasi pascaoperasi tercatat 5,8%, dengan sindrom postkardiotomi sebesar 3,7%. Median lama rawat inap di ICU adalah 1 hari, dan total rawat inap 5 hari.                                                                                                                                                                                                                                                                   | Pendekatan minimal invasif untuk penutupan ASD II terbukti aman, efektif, dan memberikan hasil kosmetik yang unggul. Teknik ini mengurangi komplikasi, durasi rawat inap, dan biaya perawatan, dengan pendekatan lateral semakin disukai karena morbiditas yang lebih rendah dan hasil estetika yang lebih baik.                                                                      |

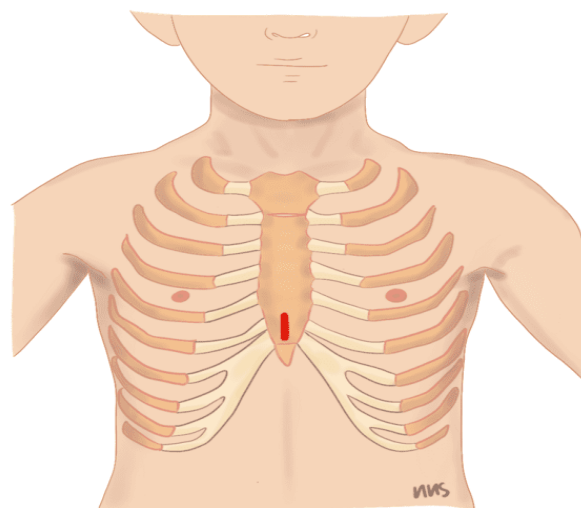
| No. | Peneliti | Desain Studi | Jumlah Sampel | Hasil                                                                                                                                                                                                                                           | Diskusi |
|-----|----------|--------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|     |          |              |               | Tingkat kepuasan pasien terhadap hasil kosmetik mencapai 97%, meningkat menjadi 99% dalam 5 tahun terakhir. Dengan median biaya €7275, pendekatan ini mengurangi durasi rawat inap dan memberikan hasil klinis serta estetika yang sangat baik. |         |

## DISKUSI

### Mini-Sternotomy Midline Bawah (*Midline Lower Mini-Sternotomy/MS*)

Pendekatan *Midline Lower Mini-Sternotomy* (MS) pertama kali diperkenalkan pada 1996 sebagai bagian dari protokol prosedur invasif minimal untuk PJB.<sup>12</sup> Teknik ini menjadi alternatif yang efektif untuk menggantikan sternotomi luas, yang seringkali meninggalkan bekas luka yang besar dan memengaruhi aspek psikologis pasien. Prosedur MS dimulai dengan

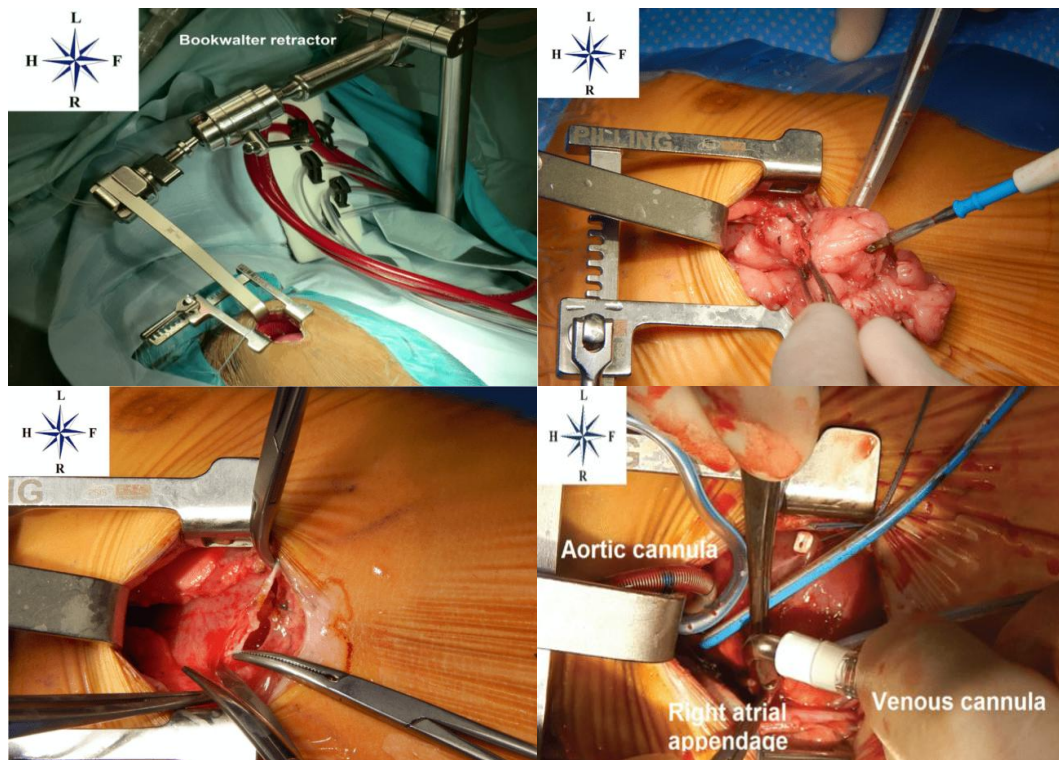
membuat insisi kulit kecil sepanjang 3 - 4 cm, dimulai 1 - 2 cm di bawah transversal *mamillary line* (Gambar 1). Sternum dibelah secara longitudinal pada sepertiga bagian bawahnya. Bookwalter retractor digunakan untuk memberikan eksposur dan sistem *vacuum-assisted venous drainage* membantu menjaga aliran darah selama operasi (Gambar 2). Perikardium diinsisi secara lateral untuk mencegah tamponade jantung.<sup>13</sup>



**Gambar 1.** Letak sayatan pada teknik MS di bawah *transversal mamillary line*.

Pada awalnya, teknik ini diterapkan untuk menangani PJB sederhana, seperti ASD, pAVSD, dan VSD. Namun, dalam perkembangannya, pendekatan ini juga digunakan untuk menangani PJB yang lebih kompleks, termasuk *complete*

*atrioventricular canal defect, tetralogy of Fallot, dan subaortic stenosis*.<sup>10</sup> Hal ini menunjukkan fleksibilitas teknik MS dalam mengatasi berbagai kondisi jantung bawaan, baik sederhana maupun kompleks.



**Gambar 2.** A. Letak pemasangan Bookwalter retractor; B. Parsial Timektomi untuk memberikan visualisasi pada struktur mediastinum anterior; C. *Pericardial Harvesting Patch*; D. Kanulasi pada pendekatan *Lower MS* untuk *Cardiopulmonary Bypass* (CPB)

Pemilihan pasien untuk pendekatan ini mempertimbangkan usia dan berat badan. Jahitan sternal *resorbable* digunakan untuk pasien dengan berat badan di bawah 10 kg, sementara jahitan logam digunakan untuk pasien dengan berat badan lebih dari 20 kg.<sup>13</sup> Pendekatan ini sering dipilih untuk anak laki-laki, tetapi juga dapat diterapkan pada perempuan dengan kelainan selain ASD ostium secundum, terutama untuk kasus yang membutuhkan eksposur lebih baik terhadap pembuluh darah besar.<sup>13,14</sup>

Dalam studi selama 20 tahun yang melibatkan 910 pasien, tidak ditemukan mortalitas dini maupun terlambat. Komplikasi pascaoperasi terjadi pada 8,2% kasus, dengan median masa rawat di ICU selama 1 hari dan total lama rawat inap selama 6 hari.<sup>11</sup> Data ini menunjukkan bahwa prosedur MS tidak hanya aman tetapi juga memiliki tingkat pemulihan yang cepat,

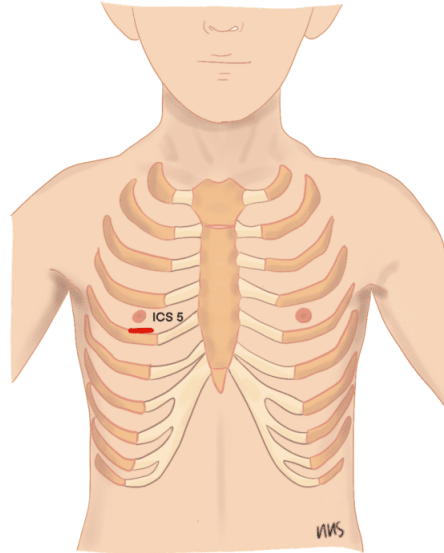
menjadikannya pilihan ideal untuk penanganan PJB.

#### **Mini-Thoracotomy Anterior Kanan (*Right Anterior Mini-Thoracotomy/RAMT*)**

RAMT telah berkembang menjadi pendekatan minimal invasif dalam bedah jantung bawaan, yang dirancang sebagai alternatif dari sternotomi garis tengah tradisional. Teknik ini pertama kali diperkenalkan pada akhir abad ke-20 dan terus disempurnakan selama beberapa dekade terakhir.<sup>11</sup> Teknik RAMT melibatkan pembuatan sayatan semilunar yang terletak di area *submammary*, dengan akses ke rongga dada melalui ruang interkostal keempat atau kelima, insisi dibuat sebesar 2,5 - 4 cm (Gambar 3). Jaringan lemak subkutan dan kelenjar mammae dibedah dengan hati-hati untuk menjaga integritas jaringan. Retraktor tulang rusuk, seperti retractor Finocchietto,

digunakan untuk meningkatkan eksposur, pada pasien dengan berat badan kurang dari 20 kg dapat menggunakan retraktor kedua (Gambar 4). *Bypass* kardiopulmoner diinisiasi melalui kanulasi aorta perifer atau sentral, dengan kemungkinan induksi fibrilasi ventrikel untuk perbaikan intrakardiak.

Prosedur ini diakhiri dengan mengeluarkan udara dari atrium kiri secara hati-hati menggunakan panduan ekokardiografi transesofageal 2D sebelum memulihkan irama jantung.<sup>7,15</sup>



**Gambar 3.** Letak sayatan pada teknik RAMT di area submammary interkosta ke-5.

RAMT banyak dilakukan pada ASD tipe ostium secundum dan pAVSD. Menurut Vida et al., Pendekatan ini disarankan untuk pasien anak-anak dan remaja, terutama perempuan, karena lokasi sayatan tidak mengganggu

perkembangan payudara dan meminimalkan bekas luka yang terlihat.<sup>11,14</sup> Teknik ini juga dapat diterapkan pada beberapa kasus VSD yang tidak memerlukan eksposur luas.<sup>10</sup>



**Gambar 4.** A. Retraktor Finocchietto untuk meningkatkan eksposur; B. Kanulasi aorta sentral.

Teknik ini telah terbukti memiliki tingkat morbiditas yang rendah dan tidak ada komplikasi jangka panjang yang signifikan. Kale dan Ramalingam, morbiditas jangka panjang dapat dihindari dengan pengendalian nyeri yang lebih baik dan pemulihan aktivitas normal yang lebih cepat dibandingkan dengan thorakotomi dan sternotomi yang luas.<sup>9</sup>

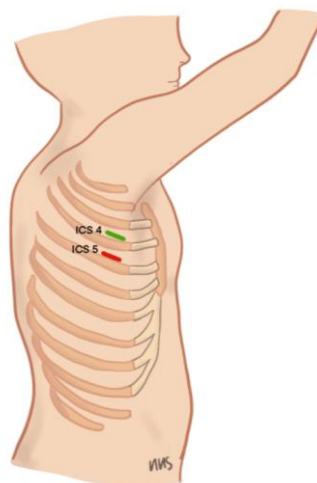
Pada pasien dengan berat kurang dari 30 kg, RAMT biasanya menggunakan kanulasi sentral, yang melibatkan kanulasi aorta dan vena kava.<sup>9,11</sup> Pada pasien dengan berat antara 30–50 kg, strategi kanulasi hibrida yang menggabungkan akses sentral dan perifer dapat digunakan untuk menyesuaikan variasi anatomi. Pada pasien dengan berat lebih dari 50 kg atau yang memiliki proporsi tubuh menyerupai orang dewasa, kanulasi perifer melalui pembuluh femoralis lebih dipilih.<sup>15</sup> Pendekatan ini memastikan gangguan jaringan yang minimal dan sejalan dengan tujuan minimal invasif, yaitu mengurangi ukuran sayatan sambil tetap mempertahankan aliran bypass yang efektif.

#### **Mini-Thoracotomy Lateral Kanan (Right Lateral Mini-Thoracotomy/RLMT)**

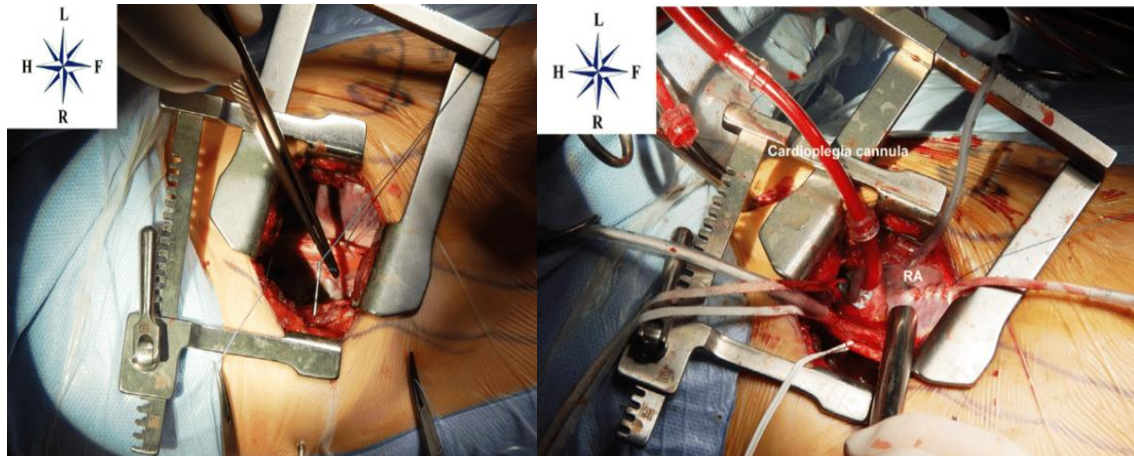
Pada tahun 2003, Christian Schreiber memperkenalkan Mini-Thoracotomy Lateral Kanan (RLMT) sebagai inovasi pada teknik

bedah.<sup>16</sup> Pendekatan ini dirancang untuk mengurangi risiko cedera pada jaringan payudara yang sedang berkembang, menjadikannya alternatif yang lebih aman dibandingkan insisi anterior. Prosedur ini dimulai dengan menempatkan pasien dalam posisi lateral dekubitus kiri pada sudut 45 derajat di bawah anestesi umum. Sayatan transversal dibuat mulai 1–3 cm di belakang garis aksila anterior dan memanjang 1–2 cm melewati sudut inferior skapula (Gambar 5). Panjang sayatan disesuaikan dengan berat badan pasien. Otot serratus anterior dibelah seminimal mungkin untuk menjaga integritas otot, kemudian jaringan subkutan didiseksi perlahan. Retraktor dada digunakan untuk membuka ruang interkostal kelima. Setelah aorta dijepit, bypass kardiopulmoner dimulai, dan kelainan jantung bawaan diperbaiki (Gambar 6).<sup>17</sup>

Berbagai kelainan jantung bawaan dapat diatasi menggunakan metode ini, termasuk ASD, VSD, anomali aliran vena pulmonal, tetralogi Fallot, defek atrioventrikular dengan ligasi PDA, kor triatriatum, dan stenosis katup pulmonal. Fleksibilitas teknik ini membuatnya sangat cocok untuk menangani kelainan jantung bawaan sederhana hingga kompleks pada pasien pediatrik.



**Gambar 5.** Letak sayatan pada teknik RLMT di area subaksila interkosta ke-5.



**Gambar 6.** A. Retraktor Finocchietto digunakan untuk melebarkan tulang rusuk dan retractor kedua diposisikan secara ortogonal untuk melebarkan insisi kulit; B. Kanulasi sentral pada pendekatan RMLT.

Kelayakan pasien untuk teknik ini ditentukan oleh ukuran dan anatomi, panjang sayatan disesuaikan berdasarkan berat badan dan meningkat secara proporsional sesuai ukuran tubuh. Pada pendekatan RLMT, kanulasi sentral menggunakan aorta dan vena kava menjadi pilihan standar karena memberikan akses langsung ke struktur jantung.<sup>17</sup> Komplikasi yang dapat terjadi pada prosedur ini meliputi cedera pada nervus torakalis panjang, vena innominata, atau pneumotoraks.<sup>1,8</sup> Kesulitan dalam kanulasi vena kava inferior sering terjadi pada ruang interkostal ketiga, sehingga lebih disarankan untuk menggunakan ruang interkostal keempat.<sup>1</sup>

Dalam studi retrospektif oleh Guariento et al., dari total 1.002 pasien, 19% menjalani RLMT. Teknik ini menunjukkan komplikasi pascaoperasi rendah, dengan sindrom post-kardiotomi hanya 4%. RLMT juga menjadi pilihan karena memberikan hasil estetika yang lebih baik dibandingkan pendekatan lainnya, dengan pasien melaporkan tingkat kepuasan kosmetik hingga 97% - 99% dalam lima tahun terakhir.<sup>10</sup>

## SIMPULAN

Pendekatan minimal invasif dalam bedah jantung memberikan alternatif yang baik dalam menangani PJB. Berbagai jenis pendekatan teknik operasi dengan sayatan yang minimal dapat menjadi opsi yang dapat disesuaikan dengan kondisi pasien. Teknik MS memungkinkan perbaikan PJB sederhana hingga kompleks dengan sayatan kecil, komplikasi rendah, dan waktu pemulihan cepat. RAMT cocok untuk anak-anak dan remaja perempuan, dengan hasil estetika yang baik dan morbiditas minimal. Sementara itu, RLMT dirancang untuk meminimalkan cedera jaringan payudara pada pasien pediatrik, dengan tingkat komplikasi rendah dan kepuasan kosmetik yang sangat tinggi. Ketiga pendekatan ini dengan morbiditas yang rendah dan tanpa mortalitas, mempercepat pemulihan, dan memberikan hasil estetika yang memuaskan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dan membantu penyusunan *literatur review* ini.

**PERNYATAAN**

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam penyusunan *review* ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. Bayya PR, Kottayil BP, Srimurugan B, Balachandran R, Jayashankar JP, Baquero L, dkk. Transaxillary Approach for Surgical Repair of Simple Congenital Cardiac Lesions: Pitfalls, and Complications. *World J Pediatr Congenit Heart Surg.* 2021;12(3):337–43.
2. Marwali EM, Purnama Y, Roebiono PS. Modalitas Deteksi Dini Penyakit Jantung Bawaan di Pelayanan Kesehatan Primer. *J Indones Med Assoc.* 2021;71(2):100–9.
3. Dodge-Khatami J, Dodge-Khatami A, Nguyen TD, Ruffer A. Minimal invasive approaches for pediatric & congenital heart surgery: safe, reproducible, more cosmetic than through sternotomy, and here to stay. *Transl Pediatr.* 2023;12(9):1744–52.
4. Tan H, Huang E, Deng X, Li D, Ouyang S. Effects of minimally invasive and traditional surgeries on the quality of life of children with congenital heart disease: a retrospective propensity score-matched study. *BMC Pediatr.* 2021;21:522.
5. Yuan Y, Pan B, Liang X, Lv T, Tian J. Health-related quality of life in children with congenital heart disease following interventional closure versus minimally invasive closure. *Front Cardiovasc Med* [Internet]. 6 Oktober 2022 [dikutip 22 Desember 2024];9. Tersedia pada: <https://www.frontiersin.org/journals/cardiovascular-medicine/articles/10.3389/fcvm.2022.974720/full>
6. Zacharias A, Habib RH. Factors Predisposing to Median Sternotomy Complications. *Chest.* 1996;110(5):1173–8.
7. Gupta S, McEwen C, Eqbal A, Haller C. Minimally Invasive Surgery for Congenital Heart Disease. *Ann Thorac Surg.* 2024;118(4):953–62.
8. Atalay A, Yilmaz M, Turkcan BS, Ecevit AN, Ozler B, Azak E, dkk. Can Right Infra-Axillary Vertical Thoracotomy Make a Big Difference in Surgical Technique Preference? *Heart Lung Circ.* 2022;31(10):1419–24.
9. Kale SB, Ramalingam S. Minimally Invasive Cardiac Surgery Without Peripheral Cannulation: A Single Centre Experience. *Heart Lung Circ.* 2019;28(11):1728–34.
10. Guariento A, Doulamis IP, Blitzer D, Cattapan C, Padalino MA, Vida VL. Minimally Invasive Congenital Cardiac Surgery: A Large Volume European Experience. *Congenit Heart Dis.* 2020;15(3):127–39.
11. Vida VL, Zanotto L, Zanotto L, Tessari C, Padalino MA, Zanella F, dkk. Minimally invasive surgery for atrial septal defects: a 20-year experience at a single centre. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2019;28(6):961–7.
12. Rodríguez JE, Cortina J, Pérez de la Sota E, Maroto L, Ginestal F, Rupilanchas JJ. A new approach to cardiac valve replacement through a small midline incision and inverted L shape partial sternotomy. *J Eur Assoc Cardio-Thorac Surg.* 1998;14 Suppl 1:S115–6.
13. Vida VL, Guariento A, Stellin G. Chapter 8 - Midline Lower Mini-Sternotomy (MS). Dalam: Vida VL, Stellin G, editor. *Fundamentals of Congenital Minimally Invasive Cardiac Surgery* [Internet]. *Academic Press*; 2018 [dikutip 5 Januari 2025]. hlm. 77–101. Tersedia pada: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128113554000083>

14. Vida VL, Padalino MA, Boccuzzo G, Veshti AA, Spegiorin S, Falasco G, dkk. Minimally invasive operation for congenital heart disease: A sex-differentiated approach. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2009;138(4):933–6.
15. Vida VL, Stellin G. Chapter 9 - Right Anterior Mini-Thoracotomy (RAMT). Dalam: Vida VL, Stellin G, editor. *Fundamentals of Congenital Minimally Invasive Cardiac Surgery* [Internet]. *Academic Press*; 2018 [dikutip 5 Januari 2025]. hlm. 103–19. Tersedia pada: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128113554000095>
16. Watanabe N, Hapak A, Nasirov T. “Invisible” Incision: Modified Horizontal Right Axillary Mini-Thoracotomy for Pediatric Cardiac Surgery. *Ann Thorac Surg Short Rep.* 2023;1(1):99–101.
17. Vida VL, Guariento A, Stellin G. Chapter 10 - Right Lateral Mini-Thoracotomy (RLMT). Dalam: Vida VL, Stellin G, editor. *Fundamentals of Congenital Minimally Invasive Cardiac Surgery* [Internet]. *Academic Press*; 2018 [dikutip 5 Januari 2025]. hlm. 121–32.