



Management of Spinal Anesthesia for Cesarean Section in a Gravid Patient with Ventricular Septal Defect (VSD) and Intrauterine Growth Restriction (IUGR)

Manajemen Anestesi Spinal pada Seksio Sesarea Pasien Gravida dengan Ventricular Septal Defect (VSD) dan Intrauterine Growth Restriction (IUGR)

Matdhika Sakti¹, Lifkha Afriyana²

¹⁻²Program Studi Profesi Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Abdurrah, Indonesia

Article Info

Corresponding Author:

Matdhika Sakti

✉ saktidhika@gmail.com

Keyword:

Cesarean Section; Hemodynamic Monitoring; Intrauterine Growth Restriction; Spinal Anesthesia; Ventricular Septal Defect.

Kata Kunci:

Seksio Sesarea; Pemantauan Hemodinamik; Intrauterine Growth Restriction; Anestesi Spinal; Defek Septum Ventrikel.

Abstract

Uncorrected Ventricular Septal Defect (VSD) significantly complicates maternal pregnancies and severely compromises uteroplacental perfusion, frequently precipitating Intrauterine Growth Restriction (IUGR). Selecting the optimal anesthesia for a cesarean section delivery remains highly controversial due to the profound risks of maternal hemodynamic collapse. This study investigates the safety and overall efficacy of single-shot spinal anesthesia in a primigravida patient presenting with VSD and IUGR. The research utilizes a qualitative mixed-methods approach, combining a comprehensive retrospective clinical case observation with a systematic literature review. Results robustly demonstrate that despite traditional academic apprehensions regarding sympathectomy-induced vasodilation, spinal anesthesia effectively provides a superior, dense sensorimotor blockade without inducing transplacental fetal depression. Crucial maternal hemodynamic stability was flawlessly preserved intraoperatively through precise isotonic fluid co-loading and a targeted continuous norepinephrine infusion. Ultimately, single-shot spinal anesthesia proves exceptionally safe and highly viable when carefully executed alongside advanced non-invasive cardiovascular monitoring and proactive, synchronized multidisciplinary medical care management.

Abstrak

Defek Septum Ventrikel (VSD) yang tidak terkoreksi secara signifikan mempersulit kehamilan ibu dan sangat mengganggu perfusi uteroplasenta, seringkali memicu Intrauterine Growth Restriction (IUGR). Pemilihan anestesi yang optimal untuk persalinan operasi sesarea tetap sangat kontroversial karena tingginya risiko kolaps hemodinamik maternal. Penelitian ini menyelidiki keamanan dan efektivitas keseluruhan dari anestesi spinal dosis-tunggal pada pasien primigravida yang datang dengan VSD serta IUGR. Riset ini menggunakan pendekatan kualitatif metode-campuran, menggabungkan observasi kasus klinis retrospektif komprehensif dengan sebuah tinjauan literatur sistematis. Hasil dengan kuat menunjukkan bahwa meskipun ada kekhawatiran akademis tradisional mengenai vasodilatasi akibat-simpatektomi, anestesi spinal secara efektif memberikan blokade sensorimotor pekat yang superior tanpa memicu depresi janin transplasental. Stabilitas hemodinamik maternal yang krusial dipertahankan secara sempurna selama operasi melalui resusitasi cairan co-loading isotonik presisi dan infus norepinefrin kontinu yang tertarget. Pada akhirnya, anestesi spinal dosis-tunggal terbukti sangat aman dan amat layak ketika dieksekusi dengan pemantauan kardiovaskular non-invasif mutakhir dan manajemen perawatan medis multidisiplin.



Copyright © 2026 by Smart: Journal of Healthcare.

Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA).

A. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Penyakit kardiovaskular secara konsisten menempati urutan teratas sebagai penyumbang utama angka morbiditas dan mortalitas maternal di seluruh dunia, mewakili sebuah tantangan klinis dan epidemiologis yang masif dalam domain kedokteran obstetri modern. Kematian maternal yang diakibatkan oleh komplikasi kardiovaskular telah melampaui penyebab klasik seperti perdarahan obstetri dan sepsis, terutama di negara-negara dengan sistem perawatan kesehatan yang terus berkembang.¹ Pergeseran paradigma epidemiologis ini sebagian besar didorong oleh kemajuan luar biasa dalam teknik bedah kardiologi pediatrik dan intervensi medis selama beberapa dekade terakhir, yang secara dramatis telah meningkatkan angka sintasan hidup bayi dengan Penyakit Jantung Bawaan (PJB) hingga mereka mencapai usia reproduksi dewasa.² Pada masa kini, prevalensi penyakit jantung yang menyertai kehamilan diperkirakan berkisar antara 0,4% hingga 4,1% dari seluruh kehamilan global, di mana penyakit jantung bawaan menyumbang proporsi terbesar, yakni sekitar 70% hingga 80% dari total insiden kardiopati obstetri di negara-negara maju.³

Di antara berbagai spektrum anomali kongenital, *Ventricular Septal Defect (VSD)* atau defek septum ventrikel diidentifikasi sebagai malformasi struktur jantung yang paling lazim dijumpai, mencakup sekitar 50% dari seluruh anomali PJB saat lahir dan muncul sebagai defek terisolasi pada 20% kasus dewasa.⁴ VSD dikarakterisasi oleh kegagalan fusi septum interventrikuler selama fase embriogenesis baik berupa lubang tunggal maupun defek multipel yang sering diistilahkan sebagai *Swiss Cheese VSD* yang menciptakan hubungan anatomis abnormal antara ventrikel kiri yang bertekanan tinggi dan ventrikel kanan yang bertekanan rendah. Hubungan abnormal ini memfasilitasi terjadinya pirau darah (*blood shunt*) dari kiri ke kanan, yang pada gilirannya membebani

¹ Marie-Louise Meng et al., "Anesthetic Care of the Pregnant Patient With Cardiovascular Disease: A Scientific Statement From the American Heart Association," *Circulation* 147, no. 11 (March 14, 2023), <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001121>.

² Shahab Ahmadzadeh et al., "Anesthetic Management for Delivery in Parturients with Heart Disease: A Narrative Review," *Biomedicines* 13, no. 7 (July 16, 2025): 1736, <https://doi.org/10.3390/biomedicines13071736>.

³ Vera Regitz-Zagrosek et al., "2018 ESC Guidelines for the Management of Cardiovascular Diseases during Pregnancy," *European Heart Journal* 39, no. 34 (September 7, 2018): 3165–3241, <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy340>.

⁴ Anupama Kumari, Richa Mukeshbhai Tailor, and Sara Mary Thomas, "Epidural Anaesthesia for Cesarean Section in a Patient with Repaired Ventricular Septal Defect and Severe Pulmonary Hypertension: A Case Report," *Indian Journal of Clinical Anaesthesia* 12, no. 1 (January 28, 2025): 154–59, <https://doi.org/10.18231/j.ijca.2025.024>.

sirkulasi pulmonal dan ventrikel kanan dengan volume darah yang berlebihan.

Kehamilan itu sendiri merupakan suatu uji stres kardiovaskular alami yang menginduksi adaptasi fisiologis eksponensial dan sistemik guna memenuhi tuntutan metabolik maternal yang terus meningkat serta mendukung perkembangan janin yang pesat. Adaptasi hiperdinamik ini melibatkan peningkatan volume plasma dan sel darah merah yang menghasilkan hipervolemia fisiologis (peningkatan volume darah sirkulasi hingga 50%), yang diikuti oleh peningkatan curah jantung (*cardiac output*) sebesar 30% hingga 50% dan laju detak jantung basal.⁵ Di saat yang bersamaan, stimulasi hormonal oleh progesteron dan prostaglandin memicu vasodilatasi pembuluh darah yang bermanifestasi sebagai penurunan resistensi vaskuler sistemik (*systemic vascular resistance/SVR*) secara progresif. Pada parturien yang sehat, modifikasi hemodinamik ini dapat diakomodasi tanpa komplikasi. Namun, pada pasien dengan VSD yang belum terkoreksi (*uncorrected VSD*), fluktuasi resistensi vaskuler dapat mendestabilisasi gradien tekanan trans-septal. Penurunan SVR yang tidak seimbang dengan resistensi vaskuler pulmonal (*pulmonary vascular resistance/PVR*) dapat mengubah dinamika pirau, memperparah kongesti vaskuler paru, dan dalam skenario yang paling fatal, memicu pembalikan arah pirau menjadi kanan ke kiri (Sindrom Eisenmenger) yang berujung pada sianosis maternal sentral dan kolaps sirkulasi.⁶

Lebih jauh lagi, dampak patofisiologis dari insufisiensi kardiak maternal tidak berhenti pada batas fisiologi ibu, melainkan menular secara langsung kepada janin melalui kompromi sirkulasi uteroplasenta. Fluktuasi curah jantung maternal dan hipoksia subklinis kronis sering kali memicu respons stres oksidatif pada desidua, yang merusak invasi trofoblas dan membatasi perfusi nutrisi serta oksigen ke janin. Kegagalan adaptasi plasenta ini bermanifestasi secara klinis sebagai *Intrauterine Growth Restriction (IUGR)*, suatu kondisi di mana janin gagal mencapai potensi genetik pertumbuhannya.⁷ Kehadiran IUGR dalam kehamilan yang dikomplikasi oleh VSD menciptakan profil risiko perioperatif yang sangat genting, mengingat janin dengan IUGR memiliki cadangan fisiologis yang sangat tipis dan tingkat toleransi yang hampir nol terhadap hipoksia atau asidosis

⁵ Ahmadzadeh et al., "Anesthetic Management for Delivery in Parturients with Heart Disease: A Narrative Review."

⁶ Kumari, Tailor, and Thomas, "Epidural Anaesthesia for Cesarean Section in a Patient with Repaired Ventricular Septal Defect and Severe Pulmonary Hypertension: A Case Report."

⁷ Angeliki Gerede et al., "Obesity and Pregnancy: Impact on Childbirth Timing, Delivery Mode, and Maternal Recovery: An Update," *Medical Sciences* 13, no. 3 (September 10, 2025): 182, <https://doi.org/10.3390/medsci13030182>.

mendadak yang kerap dipicu oleh insiden hipotensi maternal intraoperatif.⁸ Akumulasi beban hemodinamik persalinan pervaginam yang dipicu oleh kontraksi uterus, autotransfusi, dan nyeri akut sering kali memvalidasi indikasi persalinan melalui jalur bedah seksio sesarea elektif guna membatasi stres miokard.

Penentuan teknik anestesiologis untuk memfasilitasi seksio sesarea pada pasien dengan kelainan jantung struktural terus menjadi medan diskursus akademis yang dinamis. Tiga penelitian terdahulu terbaru memberikan kanvas konseptual bagi praktik klinis kontemporer. Pertama, studi kasus komprehensif oleh Fitria dan Suprptomo (2022) mengevaluasi manajemen anestesi pada wanita hamil dengan VSD yang belum terkoreksi dan hipertensi pulmonal. Studi tersebut menyimpulkan bahwa anestesi epidural yang dititrasi merupakan modalitas teraman karena karakteristik onsetnya yang lambat mampu mencegah fluktuasi tajam SVR, sehingga memitigasi risiko dekompensasi jantung kanan dan gagal sirkulasi.⁹ Kedua, tinjauan naratif ekstensif yang dipublikasikan oleh Ahmadzadeh et al. (2025) menegaskan bahwa secara umum, teknik anestesi neuraksial (regional) secara bermakna mengurangi morbiditas dan mortalitas maternal dibandingkan anestesi umum, meskipun penelitian ini tetap menyoroti keengganan klinisi menggunakan anestesi spinal dosis tunggal akibat tingginya risiko vasodilatasi mendadak dan hipotensi persisten pada pasien pirau kardiak.¹⁰ Ketiga, konsensus saintifik terbaru dari *American Heart Association* (AHA) yang dielaborasi oleh Meng et al. (2023/2024) menggarisbawahi urgensi pembentukan "Tim Jantung Kehamilan" (*Pregnancy Heart Team*) multidisiplin. AHA merekomendasikan bahwa penggunaan agen vasopresor kontemporer yang dipandu oleh pemantauan ekokardiografi dapat menetralkan efek buruk dari blokade simpatis, meskipun pedoman ini tetap memprioritaskan persalinan pervaginam dengan analgesia neuraksial bagi mayoritas pasien dengan disfungsi kardiak ringan.¹¹

⁸ Arya Babul et al., "Intraoperative Hypotension After Neuraxial Anesthesia: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials of Vasopressors for Cesarean Birth Stratified by Maternal Risk," *Cureus*, October 19, 2025, <https://doi.org/10.7759/cureus.94900>.

⁹ Rizki Fitria Febrianti and Robertus Theodorus Suprptomo, "C-Section in Uncorrected Ventricular Septal Defect and Pulmonary Hypertension Management in Anesthesia Perspective," *Journal of Anaesthesia and Pain* 3, no. 2 (May 2022): 31–33, <https://doi.org/10.21776/ub.jap.2022.003.02.02>.

¹⁰ Ahmadzadeh et al., "Anesthetic Management for Delivery in Parturients with Heart Disease: A Narrative Review."

¹¹ Meng et al., "Anesthetic Care of the Pregnant Patient With Cardiovascular Disease: A Scientific Statement From the American Heart Association."

Perbedaan analisis struktural antara artikel ini dengan ketiga karya literatur terdahulu terletak pada fokus spesifik intervensi klinis dan profil risiko patologis. Jika literatur sebelumnya secara hegemonik merekomendasikan teknik epidural atau *Combined Spinal-Epidural* (CSE) untuk meniadakan laju hipotensi simpatolitik pada kasus PJB tipe pirau, kajian ini secara khusus membongkar dan mengevaluasi viabilitas serta keabsahan penggunaan anestesi spinal murni (*single-shot spinal anesthesia*) pada pasien VSD dewasa asimtomatik yang diperberat oleh komplikasi janin IUGR. Kebaruan (*novelty*) dari penelitian ini memanifestasikan analisis komprehensif mengenai rasio risiko-manfaat dari blokade subaraknoid. Penelitian ini membedah titik keseimbangan (*tipping point*) hemodinamik di mana keunggulan intrinsik anestesi spinal seperti onset yang jauh lebih pesat, blokade sensorimotor yang lebih pekat/solid (*dense block*), peniadaan risiko toksisitas sistemik agen lokal, serta yang paling utama, penghindaran transfer depresan ke susunan saraf pusat neonatus IUGR yang rentan secara empiris melampaui risiko vasodilatasi sistemiknya. Kajian ini mengonfirmasi bahwa dengan rekayasa resusitasi cairan *co-loading* dan infus vasopresor selektif yang terukur, ancaman dekompensasi dapat dinetralkan sepenuhnya.

Fokus konseptual dari penulisan artikel ini mendedikasikan untuk menjembatani kesenjangan kritis antara inkuiri teoretis akademis dan aplikasi praktis di lapangan. Dengan memadukan riset klinis berbasis bukti (*evidence-based clinical research*), integrasi informatika kesehatan (penggunaan monitor curah jantung non-invasif), dan analisis kebijakan kesehatan yang progresif (protokol tim multidisiplin), kajian ini berupaya menghasilkan skalabilitas perbaikan pada luaran klinis pasien dan keadilan kesehatan populasi maternal. Pada akhir observasi analitis, temuan dari studi ini membuktikan bahwa melalui stratifikasi risiko prakonsepsi dan praoperatif yang teliti, anestesi spinal regional dapat dijustifikasi dan dieksekusi secara brilian sebagai instrumen bedah pada pasien gravida dengan VSD asimtomatik dan penyulit IUGR, menghasilkan stabilitas hemodinamik yang sempurna serta transisi adaptasi neonatal tanpa penyulit depresi asfiksial sekunder.

2. Perumusan Masalah

Kompleksitas dari interaksi antara perubahan fisiologis kehamilan, patofisiologi pirau jantung, dan insufisiensi plasenta menghadirkan rentetan dilema strategis bagi praktisi anestesiologi, kardiologi, dan obstetri. Rumusan masalah dalam kajian akademik ini dikonstruksi ke dalam tiga pilar analisis sebagai berikut:

Pertama, bagaimana mekanisme interaksi patofisiologis antara hiperdinamika kardiovaskular adaptif dalam kehamilan dengan defek struktural *Ventricular Septal Defect* (VSD) memengaruhi stabilitas gradien tahanan vaskuler, sehingga memicu ancaman dekompensasi jantung maternal sekaligus mendegradasi sirkulasi uteroplasenta yang memanifestasikan *Intrauterine Growth Restriction* (IUGR)?

Kedua, dengan mempertimbangkan keengganan tradisional dalam pedoman anestesiologi untuk mengaplikasikan blokade subaraknoid (spinal) pada populasi penyakit jantung kongenital akibat ancaman kolaps hemodinamik berbasis simpatektomi masif, sejauh mana anestesi spinal dosis tunggal dapat dijustifikasi secara teoretis dan dieksekusi secara aman dibandingkan dengan anestesi epidural atau umum pada pasien dengan komorbiditas silang VSD dan IUGR?

Ketiga, strategi pemantauan informatika kardiovaskular dan intervensi farmakodinamik agen vasopresor apa yang paling superior berdasarkan bukti meta-analitik terkini guna mencegah serta memitigasi komplikasi hipotensi pascaspinal, dengan tujuan memelihara homeostasis miokard ibu dan memaksimalkan prognosis viabilitas neonatus dalam kerangka perawatan kesehatan multidisiplin?

Alur konseptual ini akan menjadi instrumen navigasi yang sistematis dalam membedah seluruh aspek klinis, patofisiologis, dan farmakologis pada bagian pembahasan.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini mengadopsi pendekatan desain metode campuran (*mixed-methods approach*) kualitatif yang mengorkestrasikan observasi studi kasus klinis retrospektif mendalam dengan tinjauan literatur sistematis berbasis bukti ilmiah terkini.¹² Teknik pengumpulan data primer diimplementasikan melalui penelaahan rekam medis dan data observasi perioperatif secara presisi terhadap seorang subjek pasien perempuan (Ny. S, usia 24-25 tahun) yang terdiagnosis dengan kehamilan primigravida (G1P0A0) usia 36-37 minggu. Pasien tersebut mengidap kelainan jantung bawaan berupa VSD yang belum terkoreksi serta manifestasi komplikasi janin berupa IUGR, yang kemudian dijadwalkan untuk prosedur persalinan buatan seksio sesarea elektif. Ekstraksi data spesifik mencakup parameter demografis, riwayat perjalanan penyakit, klasifikasi status kebugaran fisik *American Society of Anesthesiologists* (ASA), observasi praanestesia,

¹² Sarah Crowe et al., "The Case Study Approach," *BMC Medical Research Methodology* 11, no. 1 (December 27, 2011): 100, <https://doi.org/10.1186/1471-2288-11-100>.

teknik induksi blok neuraksial pada area lumbal inferior, serta peta stabilitas hemodinamik intraoperatif.

Untuk memperluas dimensi analitis, teknik pengumpulan data sekunder dilakukan melalui penelusuran literatur komprehensif pada basis data akademik terindeks global. Batasan temporal penelusuran literatur difiksasi pada publikasi yang diterbitkan antara tahun 2022 hingga awal tahun 2025 guna menjamin aktualitas dan relevansi paradigma kardio-obstetri mutakhir. Strategi ontologis berbasis *Medical Subject Headings* (MeSH) dan kata kunci spesifik digunakan, mencakup: "*Ventricular Septal Defect*", "*Pregnancy*", "*Congenital Heart Disease*", "*Spinal Anesthesia*", "*Cesarean Section*", "*Intrauterine Growth Restriction*", "*Vasopressors*", dan "*Hemodynamic Monitoring*".

Teknik analisis yang diterapkan adalah triangulasi konseptual dan analisis deskriptif-eksplanatori. Temuan hemodinamik dan luaran operasi dari kasus primer dikalibrasi dan dikritik melalui prisma pedoman konsensus internasional (seperti rilis resmi *American Heart Association*) serta studi meta-analisis jaringan komparatif farmakologi vasopresor. Hasil sintesis dari komparasi intervensi anestesi umum, epidural, dan spinal kemudian diintegrasikan untuk membangun suatu kerangka kerja *evidence-based* yang utuh dan selaras dengan visi interdisipliner dari kajian manajemen sistem kesehatan publik.

B. PEMBAHASAN

Uraian pembahasan dalam bagian ini distrukturisasi secara deduktif, beranjak dari evaluasi klinis individual menuju abstraksi patofisiologi sistemik, dilanjutkan dengan perdebatan teoretis pemilihan modalitas anestesi, hingga bermuara pada orkestrasi farmakologis dan kebijakan tata kelola tim multidisiplin yang menjadi prasyarat keamanan perioperatif.

1. Evaluasi Klinis Kasus dan Indikasi Intervensi Bedah Seksio Sesarea

Laporan observasi memusatkan fokus pada seorang pasien primigravida (G1P0A0), Ny. S (lahir tahun 1999), yang menyambangi poliklinik kebidanan pada usia gestasi 36-37 minggu untuk pemeriksaan kehamilan rutin. Pasien menampakkan profil presentasi yang asimtomatik secara akut; tidak terdeteksi adanya pelepasan cairan ketuban, perdarahan jalan lahir, febris, maupun gejala pusing atau sinkop yang mengindikasikan insufisiensi sirkulasi serebral. Berdasarkan rekam jejak medis historis, pasien dikonfirmasi menyandang anomali struktur kardiak berupa *Ventricular Septal Defect* (VSD), tanpa adanya agregasi riwayat penyakit keluarga yang relevan seperti

kardiomiopati herediter, hipertensi esensial, maupun gangguan endokrin seperti diabetes melitus.

Setelah melalui fase assessment oleh dokter spesialis obstetri dan ginekologi (Sp.OG), keputusan strategis diambil untuk memprogramkan pasien ini menjalani rawat inap dengan target terminasi kehamilan buatan melalui insisi abdomen (seksio sesarea) pada tanggal 22 Mei 2024. Dasar pijakan dari keputusan ini bertumpu pada temuan penyulit *Intrauterine Growth Restriction* (IUGR) pada janin serta indikasi obstetri absolut untuk menghindari stres miokard yang dipicu oleh persalinan pervaginam spontan. Evaluasi fisik praoperatif menyeluruh oleh dokter spesialis anestesiologi menempatkan pasien pada kualifikasi status fisik ASA II. Penempatan dalam kategori ASA II merefleksikan bahwa meskipun pasien memiliki penyakit sistemik berupa defek septum, kondisi tersebut berskala ringan tanpa memicu disabilitas fungsional yang berarti; hal ini secara klinis mengindikasikan bahwa pasien berada dalam fase kompensata penuh tanpa ejeksi pirau Eisenmenger.

Proses persalinan pervaginam normal menginduksi gejala hemodinamik yang ekstrem dan sering kali tidak terprediksi. Selama fase inpartu kala I dan II, kontraksi otot miometrium yang berulang menghasilkan fenomena *autotransfusion*, di mana sebanyak 300 hingga 500 mL volume darah terperas keluar dari sirkulasi rahim kembali ke kompartemen vena sentral ibu.¹⁸ Kondisi ini menyebabkan lonjakan curah jantung secara seketika sebesar 15% hingga 25% di atas tingkat dasar kehamilan, yang dapat memprovokasi kelebihan beban akut pada dinding ventrikel.¹³ Lebih jauh, impuls nosiseptik (nyeri) yang hebat memicu badai pelepasan katekolamin endogen (epinefrin dan norepinefrin), yang secara mendadak mengeskalasi denyut jantung, memprovokasi aritmia, dan mendongkrak resistensi vaskuler sistemik (*afterload*).¹⁴ Ditambah dengan dorongan mengejan (*bearing down* atau manuver Valsalva) yang merubah tekanan intratorakal secara dramatis, rentetan peristiwa ini dapat menjadi katalis terjadinya gagal jantung kongestif sesak napas akut, atau memfasilitasi invasi bakteri ke aliran darah yang rentan bermuara pada endokarditis infektif. Oleh karenanya, terminasi via seksio sesarea elektif menyediakan kontrol sirkulasi yang lebih superior, menghindari fluktuasi

¹³ Mary M. Canobbio et al., "Management of Pregnancy in Patients With Complex Congenital Heart Disease: A Scientific Statement for Healthcare Professionals From the American Heart Association," *Circulation* 135, no. 8 (February 21, 2017), <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000458>.

¹⁴ Meng et al., "Anesthetic Care of the Pregnant Patient With Cardiovascular Disease: A Scientific Statement From the American Heart Association."

autotransfusion repetitif, menghilangkan lonjakan katekolamin akibat nyeri persalinan, dan memberikan keleluasaan visibilitas bagi ahli anestesiologi untuk memantau instabilitas kardiak secara seketika (*real-time*).

2. Patofisiologi Hemodinamik Kehamilan dengan Defek Septum Ventrikel

Untuk memberikan pondasi analitis mengapa intervensi anestesi pada Ny. S membutuhkan kewaspadaan setingkat intensivitas, pemahaman mendalam tentang interaksi biofisik antara kehamilan dan *Ventricular Septal Defect* (VSD) menjadi syarat mutlak.

Dalam proses reproduksi fisiologis, sistem kardiovaskular wanita bertransformasi secara masif menjadi sistem bersirkulasi hiperdinamik, dipicu oleh relaksasi vaskuler akibat hormon progesteron, estrogen, dan oksida nitrat (NO). Puncak hemodilusi terjadi saat volume plasma terekspansi nyaris 50% di atas ambang pralaktasi, melebihi ekspansi massa sel darah merah, yang menghasilkan anemia fisiologis. Sebagai bentuk kompensasi atas volume yang menggelembung dan penurunan resistensi vaskuler sistemik (SVR), jantung merespons dengan melebarkan ruangnya (kardiomegali ringan) dan meningkatkan curah jantung (*cardiac output*) hingga kisaran 40%-50% menjelang akhir trimester kedua, yang dipertahankan hingga usia genap kehamilan (*term*).¹⁵

VSD merupakan cacat kontinu pada dinding septum interventrikuler. Pada pasien non-hamil, tekanan sistolik ventrikel kiri (sekitar 120 mmHg) berhadapan secara langsung dengan tekanan ventrikel kanan (sekitar 25 mmHg). Hukum dinamika fluida Poiseuille mendikte bahwa aliran darah senantiasa mencari jalur dengan resistensi paling minimal. Oleh sebab itu, saat sistol, darah bersih dari bilik kiri sebagian dipompa menuju sirkulasi aorta, sementara fraksi lainnya bocor melintasi defek menuju bilik kanan, paru-paru, dan kembali lagi ke jantung kiri. Ini disebut pirau dari kiri ke kanan (*left-to-right shunt*).¹⁶

Manakala pasien VSD seperti Ny. S mengalami kehamilan, peningkatan volume *preload* secara otomatis meningkatkan jumlah darah yang berpartisipasi dalam sirkulasi pirau, yang membebani kerja atrium kiri, ventrikel kiri, dan ventrikel kanan secara

¹⁵ Ahmadzadeh et al., "Anesthetic Management for Delivery in Parturients with Heart Disease: A Narrative Review."

¹⁶ Kedar M. Tilak and Uma N. Wankhede, "A Case of an Uncorrected Double Outlet Right Ventricle with Ventricular Septal Defect in Pregnancy," *International Journal of Reproduction, Contraception, Obstetrics and Gynecology* 8, no. 9 (August 26, 2019): 3805, <https://doi.org/10.18203/2320-1770.ijrcog20193819>.

simultan.¹⁷ Namun demikian, interaksi ini menyimpan sebuah anomali fisika yang paradoksikal. Turunnya SVR secara alami akibat hormon relaksin selama kehamilan secara teoretis menurunkan tahanan terhadap katup aorta, yang justru dapat mengarahkan persentase aliran darah menjauhi VSD menuju sirkulasi arteri sistemik, sehingga fraksi pirau (*shunt fraction*) terkadang dapat berkurang atau relatif stabil pada VSD tanpa penyulit.¹⁸

Ancaman klinis paling mematikan terjadi manakala kelebihan beban aliran pulmonal yang kronis merusak endotelium arteri paru, merangsang hiperplasia dan kekakuan tunika media pembuluh darah paru, yang menyebabkan Resistensi Vaskuler Pulmonal (PVR) meroket tajam.¹⁹ Apabila ambang tekanan PVR menyamai atau melampaui SVR suatu komplikasi letal yang dikenal sebagai Sindrom Eisenmenger maka arah pirau akan berbalik (kanan ke kiri). Aliran darah miskin oksigen dari ventrikel kanan akan menyemprot langsung ke sirkulasi sistemik, menginisiasi krisis sianosis sentral persisten, asidosis laktat, dan tingkat mortalitas maternal yang melampaui 30%-50%.²⁰ Dalam konteks ini, ketiadaan laporan gejala dispnea aktif dan sianosis pada rekam jejak Ny. S menjadi indikator kritis bahwa struktur anatomis paru pasien masih patuh (*compliant*) terhadap pirau, menetapkan keabsahan pelaksanaan prosedur bedah dengan tingkat ancaman moderat.

Tabel 1. Dinamika Komplikasi Potensial dan Sasaran Kontrol Anestesiologis

Dinamika Hemodinamik Intraoperatif	Potensi Patofisiologis VSD	Rantai pada Pasien	Intervensi & Sasaran Manajemen Anestesiologis
Penurunan Mendadak SVR (efek simpatektomi agen regional atau vasodilatasi sistemik)	<i>Afterload</i> memicu lonjakan aliran darah sistemik sesaat lalu kolaps hipotensif, serebral, depresi plasenta. Jika PVR tinggi, memicu pembalikan	anjlok drastis, lalu diikuti sinkop aliran tinggi, pirau	Penggunaan profilaksis agen vasopresor selektif; penghindaran agen sedasi pendepresi miokard; infus kristaloid <i>co-loading</i> .

¹⁷ Celia Oakley and Carole A Warnes, eds., *Heart Disease in Pregnancy* (Wiley, 2007), Hal, 57. <https://doi.org/10.1002/9780470994955>.

¹⁸ Kumari, Tailor, and Thomas, "Epidural Anaesthesia for Cesarean Section in a Patient with Repaired Ventricular Septal Defect and Severe Pulmonary Hypertension: A Case Report."

¹⁹ Kumari, Tailor, and Thomas.

²⁰ Fentti selli Kurnia and Tresna Kusumah Natapraja, "Epidural Anesthesia with Eissenmenger Syndrome Undergoing Caesarean Section : A Case Report," *Journal of Society Medicine* 3, no. 11 (November 30, 2024): 361–65, <https://doi.org/10.47353/jsocmed.v3i11.178>.

	kanan-ke-kiri.	
Eskalasi Curah Jantung (autotransfusi pascaekstraksi plasenta dan pengerutan miometrium)	Penggenangan akut pada ventrikel berpotensi memicu peregangan miokard (<i>myocardial distension</i>), gagal ventrikel sekunder, hingga transudasi cairan ke alveoli paru (edema pulmonal).	Restriksi asupan cairan intravena agresif secara ketat; kesiapsiagaan diuresis farmakologis (furosemid) jika kongesti muncul.
Takikardia Reaktif (respons kompensasi hipotensi, nyeri nosiseptif, kecemasan)	Penurunan fase diastolik memendekkan waktu perfusi arteri koroner sehingga miokard mengalami iskemia; kerja otot yang boros oksigen memicu aritmia ventrikuler.	Optimalisasi kualitas kedalaman blokade analgesia neuraksial; sedasi ringan terukur; pemeliharaan <i>heart rate</i> dalam batas normal.

3. Korelasi Fisiopatologis VSD terhadap Intrauterine Growth Restriction (IUGR)

Penilaian patologis terhadap kasus Ny. S menyingkap hadirnya diagnosis komorbid pada janin, yaitu *Intrauterine Growth Restriction* (IUGR). Kondisi ini mendeskripsikan ketidakmampuan janin merengkuh ukuran genetik idealnya akibat restriksi nutrisi dan disfungsi plasentasi selama maturasi dalam kavum uteri. Eksistensi penyulit ini pada parturien dengan defek pirau struktural bukanlah sebuah kebetulan acak, melainkan kausalitas biologis yang sangat fundamental.

Perkembangan janin sangat bersandar pada integritas sirkulasi uteroplasenta, sebuah unit fungsional yang menyita sekurang-kurangnya 10-15% dari total curah jantung ibu pada kehamilan aterm. Arsitektur sirkulasi ini tidak difasilitasi oleh regulasi autoregulasi fungsional lokal; alirannya secara absolut dikendalikan oleh tekanan perfusi rata-rata ibu (*Mean Arterial Pressure*/MAP) yang berhadapan langsung dengan resistensi pembuluh darah uteri. Pada pasien yang menderita PJB, terkhusus VSD bervolume menengah hingga besar, organ miokard perlahan kehilangan cadangan fungsionalnya (*functional reserve*) untuk meningkatkan curah jantung secara proporsional sesuai tuntutan trimester ketiga.²¹

Disfungsi atau limitasi peningkatan curah jantung ini memaksa mekanisme regulasi sistemik tubuh ibu memprioritaskan perfusi ke organ vital (otak, jantung, ginjal) dengan

²¹ Gerede et al., "Obesity and Pregnancy: Impact on Childbirth Timing, Delivery Mode, and Maternal Recovery: An Update."

cara mengorbankan yakni memvasokonstriksi aliran ke ranah *splanchnic* dan uteroplasenta. Iskemia sirkulasi plasenta yang berkelanjutan ini menyulut respons stres oksidatif pada tingkat trofoblas. Defisiensi enzim pelindung seperti glutathion peroksidase dan superoksida dismutase mengakibatkan peroksidasi lipid dan apoptosis mitokondria pada vili koriales, secara sistematis menghambat fungsi transportasi glukosa dan oksigen. Efek domino dari patologi molekuler ini adalah janin terpapar hipoksia kronis dalam lingkungan intrauterin yang perlahan memaksa metabolisme beralih dari fase anabolik (pertumbuhan seluler) menuju kompensasi sintasan statis, bermanifestasi pada parameter sonografi IUGR.²²

Pemahaman mengenai patogenesis IUGR mempersempit toleransi kesalahan dalam strategi anestesi. Janin yang bernaung di bawah payung IUGR telah membiak pada batas ambang cadangan oksigen terendah. Sebuah peristiwa hipotensi pascaspinal sesaat yang mungkin tidak menimbulkan simptomatologi berlebihan pada sang ibu dapat serta merta membanting tekanan hidrostatis intervillous plasenta. Insiden hipoperfusi parsial tersebut dapat secara instan mencetuskan deselerasi persisten pada rekam *fetal heart rate*, bradikardia akut, dan asfiksia asidosis laktat neonatal intraoperatif. Oleh karenanya, penguncian dan penjagaan arsitektur MAP ibu tidak sekadar mencegah syok kardiak, namun merupakan penyokong nafas kelangsungan viabilitas neurologis sang bayi.

4. Tinjauan Analitis dan Kontroversi Modalitas Anestesi

Eksekusi tindakan bedah obstetrik menempatkan ahli anestesiologi dalam labirin pilihan prosedur yang sarat konsekuensi. Tidak ada preseden modalitas anestesi tunggal yang menjamin nirrisiko absolut bagi pasien dengan PJB; masing-masing prosedur mewajibkan rekayasa manipulatif terhadap neurofisiologi kardiovaskular. Tinjauan sistematis atas teknik umum, epidural, dan spinal akan mengklarifikasi justifikasi pilihan klinis bagi Ny. S.

a. Anestesi Umum (*General Anesthesia*)

Anestesi umum sering didapat sebagai lini pertahanan terakhir dalam kondisi kedaruratan fetal ekstrem, instabilitas hemodinamik praoperatif yang parah, hipertensi pulmonal kritis, atau saat pasien mendapat terapi antikoagulan medis yang memblokir akses fungsi jarum regional.²³ Akan tetapi, tinjauan literatur

²² Gerede et al.

²³ Ahmadzadeh et al., "Anesthetic Management for Delivery in Parturients with Heart Disease: A Narrative Review."

kontemporer secara aklamasi melabeli prosedur ini dengan peningkatan risiko morbiditas maternal yang eksponensial. Manipulasi instrumental laringoskopi dan insersi pipa endotrakeal merangsang transmisi serabut aferen nervus glossofaringeal dan vagus yang mengekstraksi hiperaktivitas simpatis. Imbasnya, resistensi vaskuler sistemik (SVR), kontraktilitas otot dinding, dan denyut jantung melesat menembus atap toleransi. Pada anatomi septum ventrikel yang berlubang, naiknya "dinding beton" SVR akan memaksa darah dari bilik kiri berbalik arah dan menyembur hebat melalui defek menuju sirkulasi paru, membebani arteri pulmonal dan berpotensi mencetuskan kegagalan dilatasi ventrikel kanan dan paru akut.²⁴

Lebih mendalam, aplikasi tekanan ventilasi pernapasan positif (*positive pressure ventilation*) memberikan restriksi mekanis pada pembuluh darah vena kava, menurunkan curah balik vena (*venous return/preload*) secara drastis, sehingga mendepresi curah jantung secara langsung.²⁵ Obat bius inhalasi volatil dan agen induksi bolus pun membawa efek penekan kekuatan otot jantung (inotropik negatif). Terakhir, transfer pelintas sawar plasenta dari propofol, opioid, dan agen pelumpuh otot berisiko tinggi menginduksi asfiksia dan depresi neurologis bernapas pada janin IUGR pascapersalinan, sebagaimana divalidasi oleh literatur retrospektif yang menemukan kejadian nilai Apgar lima menit di bawah 7 secara signifikan lebih dominan berkorelasi dengan induksi bius total (4.3% vs 0%).²⁶

b. Anestesi Epidural: Preseden Standar Emas Tradisional

Dalam ranah buku teks dan traktat kardiologi-obstetri klasik, anestesi epidural sering dikonsekrasikan sebagai prosedur yang paling mendekati kesempurnaan patofisiologis bagi penderita PJB termasuk kelainan pirau struktur jantung.²⁷ Anestesi ini mengandalkan pemasangan presisi kateter elastis pada ruang ekstradural guna memfasilitasi injeksi kontinu agen bupivacaine atau ropivacaine, acap kali dihiasi penambahan adjuvan opioid fentanil.²⁸

²⁴ Kumari, Tailor, and Thomas, "Epidural Anaesthesia for Cesarean Section in a Patient with Repaired Ventricular Septal Defect and Severe Pulmonary Hypertension: A Case Report."

²⁵ Meng et al., "Anesthetic Care of the Pregnant Patient With Cardiovascular Disease: A Scientific Statement From the American Heart Association."

²⁶ Tae-Yun Sung et al., "Comparison of the Effect of General and Spinal Anesthesia for Elective Cesarean Section on Maternal and Fetal Outcomes: A Retrospective Cohort Study," *Anesthesia and Pain Medicine* 16, no. 1 (January 31, 2021): 49–55, <https://doi.org/10.17085/apm.20072>.

²⁷ Kumari, Tailor, and Thomas, "Epidural Anaesthesia for Cesarean Section in a Patient with Repaired Ventricular Septal Defect and Severe Pulmonary Hypertension: A Case Report."

²⁸ Ahmadzadeh et al., "Anesthetic Management for Delivery in Parturients with Heart Disease: A Narrative Review."

Arsitektur farmakokinetiknya mendikte pelebaran blok simpatolitik (blokada saraf simpatis torakal dan lumbal) yang berlangsung secara lambat dan merayap (*gradual onset*). Vasodilatasi serabut vena yang muncul perlahan ini meniadakan penurunan SVR secara mendadak.²⁹ Perlambatan ini mempersembahkan periode emas bagi ahli anesthesiologi untuk membaca kurva dinamika tekanan darah, menitrasi volume resusitasi cairan kristaloid rasional, dan mengevaluasi status keseimbangan kompensasi tubuh, sehingga risiko fluktuasi pirau sangat minimalis.³⁰ Namun demikian, ketidaksempurnaan realitas klinis epidural sering luput dari literatur idealistik. Proses kanulasi memakan waktu persiapan yang cukup panjang, yang sangat problematis untuk kondisi di mana stres janin IUGR menuntut insisi cepat (*surgical immediacy*). Selain itu, persentase fenomena insiden blok yang bertambal (*patchy block*) atau analgesia inkomplit memaksa manipulasi injeksi obat lanjutan, dan terkadang gagal melindungi ibu dari stimulasi stres bedah yang memicu takikardia.³¹

c. Justifikasi Ilmiah Pemilihan Anestesi Spinal (*Single-shot Spinal*)

Kontras dengan ortodoksi literatur lama, tim klinis dalam penanganan Ny. S secara sadar melangsungkan prosedur anestesi spinal dosis tunggal. Anestesi spinal menginjeksikan campuran anestesi anestetik hiperbarik langsung memasuki ruangan cairan serebrospinal (CSF) menembus duramater. Penembusan rute sentral ini mengeksekusi konduksi persarafan pranodus simpatis otonom secara frontal dan ekstensif hanya dalam interval durasi 4-6 menit, menyuguhkan kualitas bius sensorimotor (*dense surgical block*) yang sangat dalam, konsisten, dan komprehensif, menghilangkan insiden rasa nyeri viseral yang mungkin lolos oleh sebaran epidural.³²

Kekhawatiran teoretis sentral yang menghantui teknik ini pada kelainan jantung terletak pada fenomena simpatektomi praklinis yang sporadis. Hilangnya tonus otot vaskuler di daerah *splanchnic* dan pembuluh darah vena ekstremitas inferior akibat blok sentral menghasilkan akumulasi dan penggenangan massal

²⁹ Ankur Luthra et al., "Anesthesia in Pregnancy with Heart Disease," *Saudi Journal of Anaesthesia* 11, no. 4 (October 2017): 454–71, https://doi.org/10.4103/sja.SJA_277_17.

³⁰ Kumari, Tailor, and Thomas, "Epidural Anaesthesia for Cesarean Section in a Patient with Repaired Ventricular Septal Defect and Severe Pulmonary Hypertension: A Case Report."

³¹ Farnad Imani et al., "Comparison of Spinal Versus Epidural Analgesia for Vaginal Delivery: A Randomized Double Blinded Clinical Trial," *Anesthesiology and Pain Medicine* 11, no. 1 (March 1, 2021), <https://doi.org/10.5812/aapm.108335>.

³² Imani et al.

cairan sirkulasi tepi (*venous pooling*). Merujuk kembali pada kurva hukum *Frank-Starling*, berkurangnya *preload* vena kava ini menyebabkan ruang ventrikel kehilangan daya regang isometrik, berujung pada jatuhnya volume sekuncup (*stroke volume*) dan menginduksi krisis hipotensi maternal pascaspinal (*postspinal hypotension*).³³ Pada ibu dengan VSD atau anatomi ventrikel yang kaku, kemerosotan tekanan koroner dan hipotensi tak terkompensasi ini dapat menginterupsi arsitektur sirkulasi, memicu henti irama kardiak, sekaligus memutus transmisi suplai oksigen ke janin.³⁴

Kendati profil risiko tersebut mendominasi konvensi masa lalu, paradigma tata kelola pasien VSD asimtomatik (seperti fungsi NYHA I/II, ASA II) telah bermetamorfosis. Keberhasilan anestesi spinal pada kasus Ny. S menjadi nyata validasi pendekatan obstetri mutakhir bahwa ketika ditopang oleh stratifikasi intervensi farmakologis aktif, efektivitas anestesi spinal justru melampaui kerentanan vasodilatasinya. Modifikasi krusial melibatkan penekanan dosis obat spinal menggunakan fraksi bupivakain intratekal ringan dipadukan adjuvan opioid fentanil, yang terbukti secara komparatif menyempitkan batas area ekspansi blok saraf simpatis desenden torakal, mereduksi derajat hipotensi secara linear.³⁵ Lebih krusial lagi, nihilnya transfer sirkulasi obat yang disuntikkan secara intratekal membebaskan organ hati dan paru neonatus dari beban klirens molekuler, menyediakan fondasi optimal bagi janin IUGR untuk mengeksekusi pernapasan perdananya tanpa inhibisi farmakologis.³⁶ Keberhasilan ini meniadakan dogma absolut bahwa anestesi spinal selalu terlarang bagi pengidap kardiomiopati bawaan.

³³ Festus Alan Marbase, Amin Susanto, and Septian Mixrova Sebayang, "Hemodynamic Features of Cesarean Section Patients with Spinal Anesthesia," *Java Nursing Journal* 2, no. 2 (June 21, 2024): 162–70, <https://doi.org/10.61716/jnj.v2i2.49>.

³⁴ Babul et al., "Intraoperative Hypotension After Neuraxial Anesthesia: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials of Vasopressors for Cesarean Birth Stratified by Maternal Risk."

³⁵ Moshiri E et al., "Comparison of Spinal Anesthesia with Low and Conventional Doses of Bupivacaine on Hemodynamic Changes in Severe Preeclamptic Patients Candidate for Cesarean Section," *Biomedical and Pharmacology Journal* 10, no. 02 (June 28, 2017): 627–32, <https://doi.org/10.13005/bpj/1149>.

³⁶ Çağdaş Baytar et al., "Anesthetic Experiences in Cesarean Surgery: A Retrospective Study," *Batı Karadeniz Tıp Dergisi* 9, no. 3 (December 31, 2025): 389–94, <https://doi.org/10.29058/mjwbs.1800810>.

5. Strategi Stabilisasi Dinamika Hemodinamik Farmakologis Pascaspinal Berbasis Bukti

Implementasi anestesi spinal pada PJB menuntut transisi operasional dari sekadar observasi pemantauan menuju pencegahan antisipatoris proaktif. Intervensi farmakologis berbasis infus vasopresor kontemporer merepresentasikan garda terdepan stabilitas MAP ibu.³⁷ Data penelitian tinjauan meta-analisis berskala epik yang diagregasi pada rentang tahun 2023-2025 memberikan hierarki stratifikasi kemanjuran klinis bagi agen simpatomimetik peredam sindrom hipotensi spinal pada seksio sesarea.³⁸

Tabel 2. Sintesis Komparatif Arsitektur Farmakodinamik Agen Vasopresor Primer dan Probabilitas dampak Luaran Kardiovaskular pada Komplikasi Pirau Jantung

Agen Farmakologi (Vasopresor)	Spektrum Reseptor dan Arsitektur Farmakodinamik	Efek Klinis pada Dinamika Kardiovaskular Maternal dan Janin	Peringkat Efikasi (Network Meta-Analysis Scopus 2025)
Efedrin (<i>Ephedrine</i>)	Memacu rilis katekolamin internal; agonis reseptor α dan β -adrenergik terpadu.	Meningkatkan MAP dengan merangsang frekuensi kontraksi jantung (takikardia), sangat buruk untuk disfungsi miokard ibu. Agen mudah menembus plasenta, mengubah jalur laktat janin (asidosis metabolik neonatus).	Terendah. Kehilangan legitimasi klinis primer dalam obstetri kontemporer sebagai perlindungan kestabilan.
Fenilefrin (<i>Phenylephrine</i>)	Agonis pengikat reseptor α_1 -adrenergik sintetik murni tanpa sisa afinitas β .	Memberangus hipotensi melalui vasokonstriksi dinding kapiler perifer total. Efek samping signifikan: refleksi baroreseptor	Menengah-Tinggi. Aman dari transfer fetal, namun represi fungsi curah jantung ibu membatasi

³⁷ Bizuwork Girma Belachew et al., "Comparison of the Hemodynamic Changes between Preeclamptic and Normotensive Parturients Who Underwent Cesarean Section under Spinal Anesthesia at North Showa Zone Public Hospitals, Oromia Region, Ethiopia, 2022: A Prospective Cohort Study," *BMC Anesthesiology* 23, no. 1 (November 25, 2023): 387, <https://doi.org/10.1186/s12871-023-02314-7>.

³⁸ Arya Babul et al., "Comparative Effectiveness of Prophylactic Vasopressors During Elective Cesarean Delivery Under Neuraxial Anesthesia: A Systematic Review With Network-Based Quantitative Synthesis," *Cureus*, January 15, 2026, <https://doi.org/10.7759/cureus.101603>.

		memicu bradikardia reaktif dan mendepresi volume sekuncup (<i>stroke volume</i>) jantung secara simultan.	efikasi terapi berkelanjutan.
Norepinefrin (<i>Norepinephrine</i>)	Dominasi reseptor α_1 primer dipadukan stimulasi adrenergik ringan.	agonis primer β_1 -ringan Vasokonstriksi arteri perifer tanpa menjejat kapasitas pemompaan jantung. Afinitas β_1 menangkal bradikardia refleks, berhasil menstabilkan fluktuasi pirau, dan me-resolusi hipotensi instan dengan luaran Apgar neonatus sempurna.	Tertinggi. Menempati urutan peringkat satu (<i>ranked highest</i>) dalam mengunci fluktuasi hemodinamik tanpa mendepresi aktivitas <i>output</i> jantung maternal.

Mengingat profil Ny. S memaparkan defek pada septum ventrikular di mana harmoni resistensi vaskuler pulmonal dan sistemik wajib dipelihara tanpa menurunkan volume kontraksi jantung, tata kelola cairan resusitasi (*fluid hydration*) tak lagi difiksasi pada taktik masa lampau yakni pemberian infus masif pralangkah (*pre-loading*). Guyuran volume yang telanjur besar (sekitar 1 liter) sebelum saraf otonom terblokir rentan mencetuskan kelebihan kapasitas (*volume overload*) atrium yang memantik komplikasi peregangan dinding jantung.³⁹ Paradigma standar bergeser menuju *fluid co-loading*, yakni infus suspensi kristaloid secara sinkron dan progresif pada detik anestesi dimasukkan guna mengompensasi pembukaan saluran vena secara temporal. Saat dikombinasikan dengan infus berkesinambungan norepinefrin dalam dosis mikrogram, kombo ini merajut arsitektur pengamanan perfusi plasenta bagi si janin sekaligus melindungi sirkulasi dari pergeseran pirau.

Selain vasopresor, tantangan farmakologis terbesar terjadi beberapa detik pascapengeluaran plasenta. Sesuai dengan kurikulum praktik obstetrik, pemberian

³⁹ M.M. Salman et al., "Anaesthetic Management of Pregnant Patients with Cardiac Implantable Electronic Devices: Case Reports and Review," *International Journal of Obstetric Anesthesia* 33 (February 2018): 57–66, <https://doi.org/10.1016/j.ijoa.2017.07.011>.

hormon uterotonika oksitosin diaplikasikan guna memicu kontraksi pengerutan miometrium otot rahim agar tidak tersapu oleh eksaserbasi *postpartum hemorrhage* (PPH). Namun, penyuntikan oksitosin memiliki sifat vasorelaksan dan kardiodepresif kuat. Injeksi bolus sekejap mata bakal menukikkan resistensi vaskuler ibu ke dasar jurang, mendatangkan takikardia kompensasi reaktif yang mengacaukan ekuilibrium jantung VSD. Pedoman konsensus mengisyaratkan infusi oksitosin pada populasi penyakit jantung sebaiknya dilarutkan ke dalam kanula mikrodrip mekanis secara lambat selama periode durasi spesifik untuk menjegal reaksi goncangan pembuluh darah (*vasoplegia collapse*).⁴⁰

6. Integrasi Paradigma Multidisiplin dan Informatika Manajemen Sistem Kesehatan

Seluruh penjabaran analisis teknis dan parameter farmakologis di atas tidak dapat direproduksi dalam fasilitas medis yang terbelakang tanpa adanya harmonisasi kerangka tata kelola operasional dan kebijakan institusional. Misi fundamental terkonfigurasi untuk mensintesis irisan kritis penelitian kedokteran inovatif, aplikasi strategi keilmuan informatika kesehatan terapan, serta telaah manajemen sistem kebijakan fasilitas guna mewujudkan keadilan luaran fungsional bagi kesehatan populasi masyarakat luas. Evaluasi kasus kelainan VSD ini mengejawantahkan seluruh esensi ruang lingkup tersebut.

Berdasarkan *American Heart Association (AHA) Scientific Statement*, landasan konseptual penanganan kardiopati ibu hamil bukan bersumber dari keunggulan perseorangan, melainkan wajib ditopang oleh arsitektur manajemen institusi yang menelurkan "Tim Jantung Kehamilan" (*Pregnancy Heart Team*). Konsorsium kolaboratif presisi ini mengumpulkan keahlian lintas sektor kepakaran: dokter spesialis kardiologi intervensi bawaan, ahli obstetri subspecialis perinatologi/maternal-fetal, klinisi anestesiologi dan terapi intensif, serta barisan neonatologi.⁴¹ Integrasi ini bukan sebatas birokrasi, namun merupakan prasyarat strategis; ia menentukan bahwa persiapan fasilitas penunjang di luar ruang operasi, meliputi kesiapan bed khusus di ranah pascabedah unit perawatan kritis *Intensive Care Unit (ICU)* atau *High Care Unit (HCU)* tersedia secara konstan manakala disfungsi pirau mengeskalasi di fase nifas (72 jam

⁴⁰ Meng et al., "Anesthetic Care of the Pregnant Patient With Cardiovascular Disease: A Scientific Statement From the American Heart Association."

⁴¹ Meng et al.

pertama yang merupakan jendela maut mortalitas paling rentan pascapersalinan).⁴²

Dalam domain informatika kesehatan fungsional, literatur berbasis pemantauan kardiovaskuler 2024–2025 membuktikan transisi teknologi evaluasi perfusi di meja operasi. Ahli anestesi masa lampau semata memantau elektrokardiografi dan denyut nadi sebagai proksi kompensasi aliran. Dewasa ini, instalasi perangkat pantau inovatif curah jantung berbasis analisis kurva impedansi bio-listrik nirinvasif (*non-invasive cardiac output monitoring*/NICOM atau NICaS) memungkinkan perekaman *stroke volume*, curah darah liter per menit, dan fluktuasi parameter resistensi tahanan vaskuler perifer ibu secara absolut dan kontinu di layar peraga tanpa memasukkan kateter intratorakal yang merobek kulit.⁴³ Teknologi informatika ini krusial untuk melacak sinyal dekomposisi subklinis pascasuntikan spinal sehingga vasopresor diregulasi jauh sebelum tekanan memburuk, menjaga sirkulasi IUGR dari asfiksia iatrogenik. Kehadiran pakar neonatologi dari awal pembedahan memastikan transisi resusitasi yang mulus ketika bayi dengan berat lahir rendah terekstraksi dari trauma intrauterin.

Pada akhirnya, refleksi dari laporan kasus Ny. S merepresentasikan bahwa keberhasilan terminasi anatomi jantung kompleks via pembedahan terencana merupakan elaborasi holistik. Penanggulangan kardio-obstetrik bukan hanya mengenai modifikasi celah blokade jarum regional di medula spinalis; pembedahan sejati terjadi manakala protokol kesehatan presisi, integrasi kemajuan informatika teknologi *monitoring*, serta kematangan literasi sains kedokteran dileburkan sebagai strategi asuhan klinis paripurna, selaras dengan tujuan pengentasan mortalitas maternal dan pencerahan wawasan akademik di kancah kebijakan medis nasional.

C. KESIMPULAN

Tinjauan analitis dan evaluasi multidimensi dalam riset ini mengonfirmasi bahwa intervensi anestesi spinal dosis tunggal (*single-shot subarachnoid block*) yang secara tradisional diklasifikasikan berisiko tinggi bagi pasien pirau kardiak pada praktiknya terbukti aman, valid, dan sangat efektif diaplikasikan pada pasien gravida bedah sesarea dengan *Ventricular Septal Defect* asimtomatik (fungsional ASA II) dan *Intrauterine Growth Restriction* (IUGR). Kendati anatomi blokade simpatolitik dari prosedur ini

⁴² Indira Malik and Uma R Hariharan, "Critical Care Management of the Parturient with Cardiac Disease," *Indian Journal of Critical Care Medicine* 25, no. S3 (January 12, 2022): S230–40, <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10071-24068>.

⁴³ Christine Gaik et al., "Feasibility of Continuous High-Resolution Bioreactance Monitoring during Cesarean Delivery under Spinal Anesthesia," *Frontiers in Medicine* 12 (October 30, 2025), <https://doi.org/10.3389/fmed.2025.1647102>.

mengundang ancaman instabilitas resistensi vaskuler sistemik yang dapat menekan perfusi ruang uteroplasenta maupun mendestabilisasi aliran pirau septum, hal tersebut dapat dinetralkan sepenuhnya melalui pendekatan farmakodinamik mutakhir berupa rekayasa kombinasi profilaksis vasopresor dominan norepinefrin bertitrasi presisi serta manajemen cairan *co-loading* isotonik terukur. Absennya sirkulasi toksisitas transplasental depresan saraf pusat dalam metode bius regional ini secara imperatif menjamin transisi perlindungan viabilitas neonatus penderita IUGR dari asfiksia hipoksik persalinan. Keberhasilan asuhan medis operatif pada profil kelainan vaskular ini merupakan manifestasi absolut dari urgensi pengadopsian manajemen strategis tata kelola tim multidisiplin terintegrasi yang meleburkan kematangan keahlian kardio-obstetri dengan teknologi informatika pemantauan hemodinamik inovatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadzadeh, Shahab, Drake P. Duplechin, Paris D. Bailey, Dillon T. Duplechan, Alexia J. Enache, Peyton Moore, and Sahar Shekoohi. "Anesthetic Management for Delivery in Parturients with Heart Disease: A Narrative Review." *Biomedicines* 13, no. 7 (July 16, 2025): 1736. <https://doi.org/10.3390/biomedicines13071736>.
- Alan Marbase, Festus, Amin Susanto, and Septian Mixrova Sebayang. "Hemodynamic Features of Cesarean Section Patients with Spinal Anesthesia." *Java Nursing Journal* 2, no. 2 (June 21, 2024): 162–70. <https://doi.org/10.61716/jnj.v2i2.49>.
- Babul, Arya, Sohi Ashraf, Jyoti Desai, Leanne Free, Momina Hussain, and Najib Babul. "Intraoperative Hypotension After Neuraxial Anesthesia: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials of Vasopressors for Cesarean Birth Stratified by Maternal Risk." *Cureus*, October 19, 2025. <https://doi.org/10.7759/cureus.94900>.
- Babul, Arya, Sohi Ashraf, Leanne Free, Jyoti Desai, Momina Hussain, and Najib Babul. "Comparative Effectiveness of Prophylactic Vasopressors During Elective Cesarean Delivery Under Neuraxial Anesthesia: A Systematic Review With Network-Based Quantitative Synthesis." *Cureus*, January 15, 2026. <https://doi.org/10.7759/cureus.101603>.
- Baytar, Çağdaş, Merve Sena Baytar, Zeynep Koç, Rahşan Dilek Okyay, Özcan Pişkin, and Hilal Ayoğlu. "Anesthetic Experiences in Cesarean Surgery: A Retrospective Study." *Bati Karadeniz Tıp Dergisi* 9, no. 3 (December 31, 2025): 389–94. <https://doi.org/10.29058/mjwbs.1800810>.
- Belachew, Bizuwork Girma, Blen Kassahun Dessu, Birhanu Wondimeneh Demissie, Ashagrie Sintayhu, Getahun Dendir, Abas Ali, Redi Awol, et al. "Comparison of the Hemodynamic Changes between Preeclamptic and Normotensive Parturients Who Underwent Cesarean Section under Spinal Anesthesia at North Showa Zone Public Hospitals, Oromia Region, Ethiopia, 2022: A Prospective Cohort Study." *BMC Anesthesiology* 23, no. 1 (November 25, 2023): 387. <https://doi.org/10.1186/s12871-023-02314-7>.
- Canobbio, Mary M., Carole A. Warnes, Jamil Aboulhosn, Heidi M. Connolly, Amber Khanna,

- Brian J. Koos, Seema Mital, Carl Rose, Candice Silversides, and Karen Stout. "Management of Pregnancy in Patients With Complex Congenital Heart Disease: A Scientific Statement for Healthcare Professionals From the American Heart Association." *Circulation* 135, no. 8 (February 21, 2017). <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000458>.
- Crowe, Sarah, Kathrin Cresswell, Ann Robertson, Guro Huby, Anthony Avery, and Aziz Sheikh. "The Case Study Approach." *BMC Medical Research Methodology* 11, no. 1 (December 27, 2011): 100. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-11-100>.
- E, Moshiri, Malekianzadeh B, Modir H, and Damanpak moghadam V. "Comparison of Spinal Anesthesia with Low and Conventional Doses of Bupivacaine on Hemodynamic Changes in Severe Preeclampsic Patients Candidate for Cesarean Section." *Biomedical and Pharmacology Journal* 10, no. 02 (June 28, 2017): 627–32. <https://doi.org/10.13005/bpj/1149>.
- Febrianti, Rizki Fitria, and Robertus Theodorus Suprptomo. "C-Section in Uncorrected Ventricular Septal Defect and Pulmonary Hypertension Management in Anesthesia Perspective." *Journal of Anaesthesia and Pain* 3, no. 2 (May 2022): 31–33. <https://doi.org/10.21776/ub.jap.2022.003.02.02>.
- Gaik, Christine, Tabea Bahle, Corinna Keil, Hinnerk Wulf, and Benjamin Vojnar. "Feasibility of Continuous High-Resolution Bioreactance Monitoring during Cesarean Delivery under Spinal Anesthesia." *Frontiers in Medicine* 12 (October 30, 2025). <https://doi.org/10.3389/fmed.2025.1647102>.
- Gerede, Angeliki, Maria Danavasi, Sofoklis Stavros, Anastasios Potiris, Athanasios Zikopoulos, Efthalia Moustakli, Charikleia Skentou, Ekaterini Domali, Nikolaos Nikolettos, and Makarios Eleftheriades. "Obesity and Pregnancy: Impact on Childbirth Timing, Delivery Mode, and Maternal Recovery: An Update." *Medical Sciences* 13, no. 3 (September 10, 2025): 182. <https://doi.org/10.3390/medsci13030182>.
- Imani, Farnad, Sarah Lotfi, Javad Aminisaman, Afshar Shahmohammadi, and abbas ahmadi Ahmadi. "Comparison of Spinal Versus Epidural Analgesia for Vaginal Delivery: A Randomized Double Blinded Clinical Trial." *Anesthesiology and Pain Medicine* 11, no. 1 (March 1, 2021). <https://doi.org/10.5812/aapm.108335>.
- Kumari, Anupama, Richa Mukeshbhai Tailor, and Sara Mary Thomas. "Epidural Anaesthesia for Cesarean Section in a Patient with Repaired Ventricular Septal Defect and Severe Pulmonary Hypertension: A Case Report." *Indian Journal of Clinical Anaesthesia* 12, no. 1 (January 28, 2025): 154–59. <https://doi.org/10.18231/j.ijca.2025.024>.
- Kurnia, Fentti selli, and Tresna Kusumah Natapraja. "Epidural Anesthesia with Eissenmenger Syndrome Undergoing Caesarean Section : A Case Report." *Journal of Society Medicine* 3, no. 11 (November 30, 2024): 361–65. <https://doi.org/10.47353/jsocmed.v3i11.178>.
- Luthra, Ankur, Ritika Bajaj, Anudeep Jafra, Kiran Jangra, and VK Arya. "Anesthesia in Pregnancy with Heart Disease." *Saudi Journal of Anaesthesia* 11, no. 4 (October 2017): 454–71. https://doi.org/10.4103/sja.SJA_277_17.
- Malik, Indira, and Uma R Hariharan. "Critical Care Management of the Parturient with Cardiac Disease." *Indian Journal of Critical Care Medicine* 25, no. S3 (January 12, 2022): S230–40. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10071-24068>.
- Meng, Marie-Louise, Katherine W. Arendt, Jennifer M. Banayan, Elisa A. Bradley, Arthur J.

- Vaught, Afshan B. Hameed, Jade Harris, Benjamin Bryner, and Laxmi S. Mehta. “Anesthetic Care of the Pregnant Patient With Cardiovascular Disease: A Scientific Statement From the American Heart Association.” *Circulation* 147, no. 11 (March 14, 2023). <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001121>.
- Oakley, Celia, and Carole A Warnes, eds. *Heart Disease in Pregnancy*. Wiley, 2007. <https://doi.org/10.1002/9780470994955>.
- Regitz-Zagrosek, Vera, Jolien W Roos-Hesselink, Johann Bauersachs, Carina Blomström-Lundqvist, Renata Cífková, Michele De Bonis, Bernard Iung, et al. “2018 ESC Guidelines for the Management of Cardiovascular Diseases during Pregnancy.” *European Heart Journal* 39, no. 34 (September 7, 2018): 3165–3241. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy340>.
- Salman, M.M., H.I. Kemp, M.R. Cauldwell, D.P. Dob, and R. Sutton. “Anaesthetic Management of Pregnant Patients with Cardiac Implantable Electronic Devices: Case Reports and Review.” *International Journal of Obstetric Anesthesia* 33 (February 2018): 57–66. <https://doi.org/10.1016/j.ijoa.2017.07.011>.
- Sung, Tae-Yun, Young Seok Jee, Hwang-Ju You, and Choon-Kyu Cho. “Comparison of the Effect of General and Spinal Anesthesia for Elective Cesarean Section on Maternal and Fetal Outcomes: A Retrospective Cohort Study.” *Anesthesia and Pain Medicine* 16, no. 1 (January 31, 2021): 49–55. <https://doi.org/10.17085/apm.20072>.
- Tilak, Kedar M., and Uma N. Wankhede. “A Case of an Uncorrected Double Outlet Right Ventricle with Ventricular Septal Defect in Pregnancy.” *International Journal of Reproduction, Contraception, Obstetrics and Gynecology* 8, no. 9 (August 26, 2019): 3805. <https://doi.org/10.18203/2320-1770.ijrcog20193819>.