
PERIOPERATIF ANESTESI PADA NEFROLITOTOMI DENGAN ASD DAN HIPERTENSI PULMONAL

Muhammad Dwi Satriyanto¹, Rifa Yanti², Tengku Isni Yuli Lestari Putri³, Tiara Alya Fauziyah⁴

⁽¹⁾ Eka Hospital Pekanbaru, Indonesia

^(2,3) Institut Kesehatan dan Teknologi Al Insyirah Pekanbaru, Indonesia

⁽⁴⁾ Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

ARTICLE INFO

Artikel history :

Submitted : 2025-05-28

Accepted : 2025-06-29

Publish : 2025-06-30

Kata kunci :

Nefrolitotomi, Atrial Septal Defect (ASD), Hipertensi Pulmonal, Anestesi Epidural, Lidokain, Levobupivakain

Keywords:

Nephrolithotomy, Atrial Septal Defect (ASD), Pulmonary Hypertension, Epidural Anesthesia, Lidocaine, Levobupivacaine

ABSTRAK

Nefrolitotomi merupakan prosedur pembedahan untuk menangani batu ginjal berukuran besar, terutama pada pasien dengan komorbiditas seperti defek septum atrium (ASD) dan hipertensi *pulmonal*. Tujuan penelitian ini adalah memperoleh informasi atau gambaran yang nyata tentang pelaksanaan studi kasus pasien dengan *nephrolitiasis*, ASD *low left to right shunt*, dan hipertensi *pulmonal* yang menjalani *nephrolitotomi* dengan anestesi *epidural* dengan kombinasi lidokain 2% dan levobupivakain 0,5%. Jenis Penelitian Studi kasus deskriptif. Populasi dalam studi kasus pasien ASD dengan pendekatan yang terdiri dari pengkajian, penentuan diagnose keperawatan, intervensi, implementasi dan evaluasi. Hasil studi kasus Pasien menunjukkan stabilitas *hemodinamik* yang baik selama prosedur dan *fase pascaoperatif* dengan pengawasan ketat. Penggunaan kombinasi kedua anestesi ini memberikan blok sensorik yang efektif dan kontrol nyeri yang optimal tanpa komplikasi berat.

ABSTRACT

Nephrolithotomy is a surgical procedure to treat large kidney stones, especially in patients with comorbidities such as atrial septal defect (ASD) and pulmonary hypertension. The purpose of this study was to obtain information or a real picture of the implementation of a case study of patients with nephrolithiasis, ASD low left to right shunt, and pulmonary hypertension who underwent nephrolithotomy with epidural anesthesia with a combination of 2% lidocaine and 0.5% levobupivacaine. Type of Research Descriptive case study. The population in the case study of ASD patients with an approach consisting of assessment, determination of diagnosis, intervention, implementation and evaluation. Case study results The patient showed good hemodynamic stability during the procedure and postoperative phase with close supervision. The use of a combination of these two anesthetics provides effective sensory block and optimal pain control without severe complications.

✉ Corresponding Author:

Nama Lengkap: Muhamad Dwi Satriyanto

Eka Hospital Pekanbaru

Telp. 081220622878

Email: drdwi@ikta.ac.id

PENDAHULUAN

Nefrolitotomi adalah prosedur pembedahan untuk menangani batu ginjal yang berukuran besar atau sulit ditangani dengan metode *non-invasif*. Pada pasien dengan defek *septum atrium* (ASD) dan hipertensi *pulmonal*, manajemen anestesi *perioperatif* menjadi lebih kompleks dan membutuhkan perhatian khusus. ASD, yang merupakan kelainan jantung bawaan dengan prevalensi global sekitar 1 dari 1.500 kelahiran hidup, seringkali tidak terdiagnosis hingga dewasa (Moons et al., 2020). Prevalensi kelainan jantung bawaan di Indonesia, termasuk ASD, diperkirakan mencapai 7-8 per 1.000 kelahiran hidup (Hasanah et al., 2021). ASD adalah kelainan jantung bawaan dimana terdapat lubang pada sekat yang memisahkan serambi jantung kiri dan kanan. Hipertensi pulmonal adalah peningkatan tekanan darah pada pembuluh darah paru-paru. Kondisi ini dapat memperburuk risiko anestesi (Rodli & Isngadi, 2020).

Hipertensi *pulmonal*, kondisi di mana terjadi peningkatan tekanan pada *arteri pulmonalis*, dapat memperparah komplikasi *hemodinamik* yang timbul selama pembedahan. Prevalensi hipertensi *pulmonal* secara global mencapai 1% pada populasi umum, dan meningkat hingga 10-12% pada kelompok usia lanjut serta pasien dengan penyakit jantung atau paru kronis (Simonneau et al., 2019). Di Indonesia, *hipertensi pulmonal* sering dikaitkan dengan kondisi *kardiovaskular* dan penyakit paru *obstruktif kronis* (Lestari et al., 2020).

Manajemen anestesi pada pasien dengan ASD dan hipertensi *pulmonal* memerlukan pendekatan yang sangat hati-hati, terutama dalam menjaga stabilitas hemodinamik dan mencegah peningkatan resistensi vaskular pulmonal. Anestesi epidural memberikan efek analgesia (penghilang nyeri) yang baik dan dapat dikontrol dengan baik, sehingga memungkinkan dokter anestesi untuk menyesuaikan dosis obat sesuai dengan kebutuhan pasien dan respons fisiologisnya (Rodli & Isngadi, 2020).

METODE

Jenis Penelitian

Jensi penelitian yang dilakukan oleh peneliti adalah penelitian lapangan dan berdasarkan sifat permasalahannya dengan metode penelitian studi kasus yang digunakan untuk menyelidiki suatu kasus secara mendalam.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi dalam penelitian ini dilakukan di rumah sakit X, yang dilakukan langsung pada tahun 2024

Populasi dan Sampel

Populasi wilayah generalisasi yang terdiri atas objek atau subjek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti Populasi pada studi kasus ini pasien defek *septum atrium* (ASD), sampel studi kasus ini pasien perempuan.

Pengumpulan Data

Data merupakan keterangan yang dapat dijadikan dasar dasar kajian berupa analisis atau kesimpulan. Dalam penelitian ini penulis menggunakan teknik pengumpulan data yang sesuai agar hasil penelitian akurat dan dapat dipertanggungjawabkan, dalam penelitian ini yang akan dijadikan sampel penelitian adalah pasien defek *septum atrium* (ASD).

Analisis Data

Penelitian ini menggunakan analisis dengan pendekatan pada pasien seperti: pengkajian pasien, penentuan diagnosa pasien, Intervensi, Impelementasi dan Evaluasi.

HASIL

Pada laporan kasus ini, kami akan memaparkan *perioperative* anestesi pada pasien dengan *atrial septal defect* dan hipertensi *pulmonal* yang menjalani prosedur *nefroliotomi* dengan *regional anestesi – epidural*.

Anamnesis:

Perempuan, 29 tahun, berat badan 54 kg, tinggi badan 156 cm, *indeks massa* tubuh 22,2kg/m², dengan diagnosis *Nefrolithiasis renal sinistra* dengan *atrial septal defect low L to R shunt*, hipertensi *pulmonal*, dengan status fisik ASA III.

Pasien datang dengan keluhan nyeri pinggang kiri hilang timbul sejak satu bulan terakhir. Keluhan ini sudah ada sejak satu bulan yang lalu dan nyeri dirasakan di pinggang sebelah kiri, sudah ke klinik, namun nyeri semakin sering dan tidak tertahan. Nyeri yang dirasakan kadang timbul dan hilang, Nyeri yang hebat ini terjadi di bagian punggung atau samping, yang kadang menjalar ke perut bagian bawah dan pangkal paha. nyeri terjadi saat buang air kecil, urine kadang berwarna merah, keruh, tapi tidak berbau busuk, keluhan lain seperti mual, muntah demam, gangguan BAB tidak ada. Pasien tidak minum pengencer darah, tidak ada riwayat darah tinggi, tidak ada *stroke*, tidak ada Asma dan tidak sesak nafas, tidak ada alergi. Pasien mengatakan bahwa dia ada kelainan jantung yaitu jantung bocor atau ASD dan Hipertensi *pumonal* dan rutin kontrol pada dokter jantung, dan diberi obat rutin *digoxin* 1x 1tab, *Spiroolaktoen* 1x 25mg po.

Pemeriksaan Fisik :

Pada pemeriksaan tanda vital didapatkan tekanan darah sebesar 103/54mmHg, nadi 74 kali/menit reguler kuat angkat, laju respirasi 18–20 kali/menit, temperatur per *aksila* 36°C, dan *SpO2* 98% dengan *room air*. Pada pemeriksaan fisik didapatkan nafas spontan, *airway* paten, buka mulut (BM) 3 jari, *Mallampati* 2, jarak *tyromental* (TM) 6 cm, gerak leher fleksi dan *ekstensi* dalam batas normal, suara paru *vesikuler* pada kedua lapang paru, tidak ditemukan *rhonki* dan *wheezing* pada kedua lapang paru. suara jantung S1-S2 tunggal, reguler, tidak ada murmur, *gallops* tidak ada, akral hangat, *capillary refill time* kurang dari 2 detik, *edema* tidak ada, *sianosis* tidak ada.

Laboratorium :

Hb : 13,3g/dl
Lekosit : 9,300
Ht : 39,6%,
Trombosit : 270,000/uL
PT : 10,5detik
INR : 1,03
APTT : 26,4 detik
GDS : 91 mg/dl,
Ureum : 24 mg/dl
Ceartinin : 0,63mg/dl
SGOT : 18U/L
SGPT : 10U/L
Natrium : 139mmol/L
Kalium : 3,7 mmol/L
Chlorida : 101 mmol/L

Thorak Foto:



Cor: CTR > 50%, *Konus pulmonal menonjol, A.Pulmonalis melebar, Pinggang melebar, Apex diatas diafragma*

Pulmo: *Corakan bronchovaskuler normal, tidak tampak infiltrate*

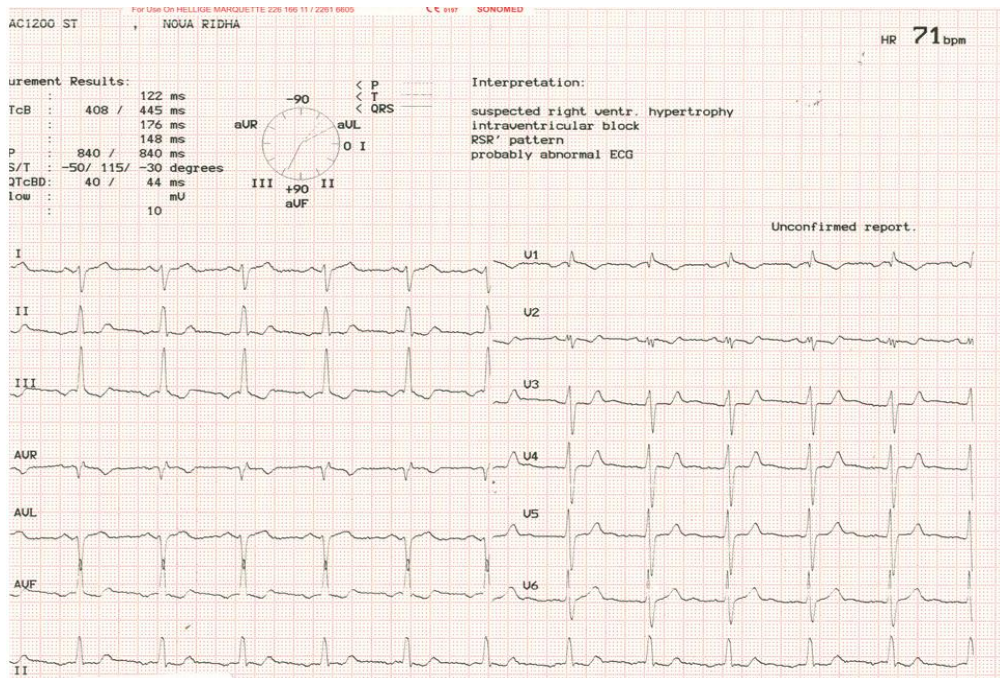
Diafragma dan sinus kostofrenikus normal

Kesan: *Cor: Cardiomegali, suspect hipertensi pulmonal, Pulmo: tidak ada kelainan*

Gambar 1. Thorak foto

EKG :

SR:71x/m + RBBB + RAD



Gambar 2. Elektro Kardiografi

Ekokardiografi:

Pada pemeriksaan *ekokardiografi* didapatkan *Atrial situs solitus*, vena bermuara pada tempatnya *Defect IVSD 0,8 cm* , flow L--> R *shunt Fungsi sistolik LV baik EF 57%* Fungsi diastolik *E/A >1* *Walmotion : Global normokinetik, IVSD flatening* Katup : *Aorta : 3 cusps, AS (-) AR (-) Mitral : baik Tricuspid : TR mild PG 26 mmhg Pulmonal : Main*

Pulmonary arteri melebar diameter 3,4 cm 115 64 98 2024 09:21 53 2024 09:21 160 2024 09:21 20,7 03-10 2024 09:21 1 Dimensi ruang jantung : RA dan RV dilatasi (IVSD 8 LVEDD 32) LA/AO : 30/18 RV basal 45 RA : 54x36 Kontraktilitas RV baik TAPSE 22 Efusi pericard (-) MPAP 15 mmhg (pacet 134 m) Status cairan *Normovolume*

kesimpulan: ASD Iow left to right shunt Low to moderate probability PH Fungsi ventrikel global baik Other

Hasil Konsul Spesialis Jantung :

Resiko Tindakan *Moderate* dengan terapi *sildenafil* 2x 2mg PO, *spironolactone* 1x 25mg PO

Diagnosis Kerja :

- *Hydronefrosis sinistra, Nefrolithiasis sinistra,*
- *ASD + Hypertensi pulomonal*

Pengelolaan Pra-anestesi

Di rumah sakit pasien dirawat dan mendapatkan *sildenafil* 2x 2mg po dan *spironolactone* 1x 25mg po. Pasien dipuasakan 8 jam sebelum operasi. Sebelum operasi, dilakukan pemasangan jalur *intravena* nomer 20G, cairan *intravena Asering* 50 cc/jam. Obat *vasopressor* dan persiapan ruang ICU untuk post Tindakan di persiapan.

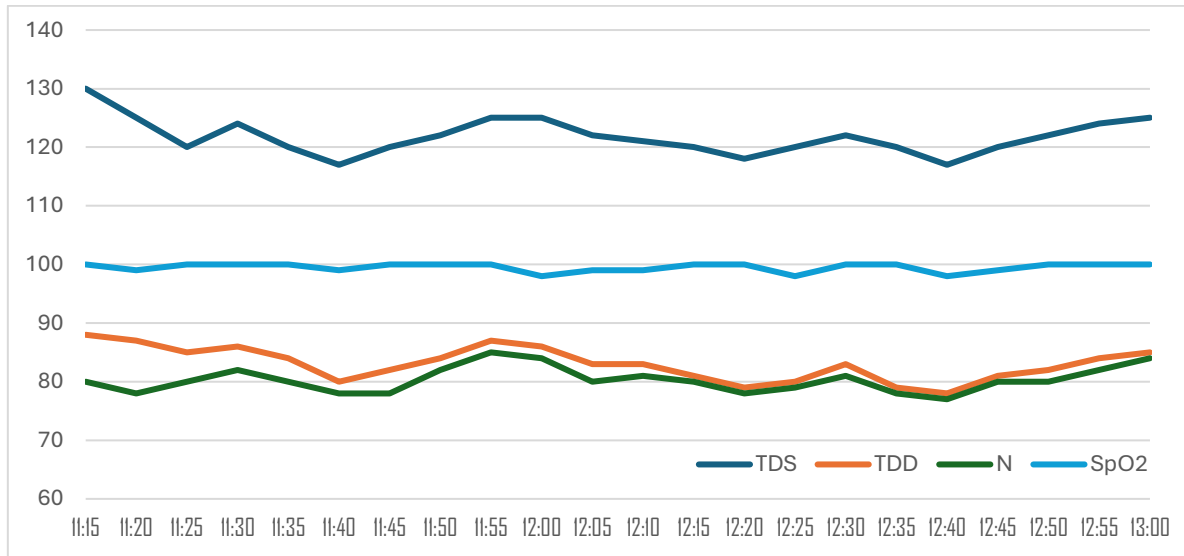
Pengelolaan Anestesi

Saat tiba di kamar operasi, di ruang terima pasien, pasien diberikan premedikasi *ondansetron* 8mg iv, *dekasetason* 10mg iv, *midazolam* 2mg iv. Di kamar operasi pasien dipasang monitor standar *non invasive* dengan pengukuran tekanan darah, SpO2 dan EKG, dan didapatkan tekanan darah 110/54mmHg, nadi 85 kali/menit, SpO2 100% dengan *room air*. Dilakukan anestesi dengan prosedur regional anestesi - *epidural* anestesi di *Vertebra lumbal* 3-4, dilakukan *test dose*, kemudian dimasukkan *lidocaine* 2% diberikan bertahap sampai 15mL, dan untuk mempertahankan ketinggian level pembiusan diberikan *lidocaik* 2% sebanyak 2cc/jam. Dilakukan monitoring tanda vital setiap 5 menit.

Selama Tindakan pasien tersedasi dengan *midazolam* 2mg iv, nafas spontan, dengan *room air* didapatkan saturasi baik (99-100%), *Hemodinamik* stabil. *Fentanyl* 50mcg diberikan sebelum dilakukan insisi.

Pengelolaan Pasca bedah

Paska tindakan pasien sadar, *Hemodinamik* stabil, Nafas adekuat dengan SpO2 98-100%. Udara ruangan, Perdarahan: 10mL Pasien menjalani perawatan *pascaoperasi* di ruang observasi pemulihan *pascaoperasi* (PACU). didapatkan tekanan darah sebesar 100-125/55-70mmHg, nadi sebanyak 68-84 kali/ menit, SpO2 99-100% dengan O2 NRM 10 lpm. Pasien di observasi di PACU sampai *Bromerg score* kurang dari 1, kemudian pasien dipindahkan ke *ward*.



Gambar 3. Monitoring hemodinamik durante anestesi

PEMBAHASAN

Pada pasien dengan *Atrial Septal Defect* (ASD) dan *hipertensi pulmonal*, kejadian *nefrolitiasis* tidak secara langsung dipengaruhi oleh kondisi jantung mereka. Namun, adanya komorbiditas *kardiovaskular* ini menambah kompleksitas dalam manajemen perioperatif pasien. Pasien dengan ASD dan hipertensi *pulmonal* yang menjalani *nefrolitotomi* memerlukan perhatian khusus karena risiko komplikasi perioperatif yang lebih tinggi, terutama terkait dengan pengelolaan *hemodinamik* dan fungsi pernapasan selama tindakan anestesi (Hildick-Smith et al., 2018).

Manajemen anestesi pada pasien dengan defek *septum atrium* (ASD) dan hipertensi pulmonal yang menjalani prosedur *nefrolitotomi* merupakan tantangan yang kompleks dan membutuhkan perhatian multidisiplin. Evaluasi preoperatif yang komprehensif sangat penting untuk menilai fungsi jantung dan paru secara mendalam, termasuk pemeriksaan *ekokardiografi* guna mengetahui tingkat keparahan ASD dan hipertensi pulmonal, sehingga konsultasi dengan *kardiologis* diperlukan untuk memastikan stabilitas *kardiopulmonal* sebelum operasi.

Secara keseluruhan, meskipun *nefrolitiasis* adalah kondisi yang umum, manajemen anestesi pada pasien dengan ASD dan hipertensi *pulmonal* yang menjalani *nefrolitotomi* membutuhkan pendekatan yang hati-hati. Hal ini terutama karena risiko komplikasi terkait *hemodinamik* dan fungsi pernapasan, serta kebutuhan untuk pemantauan ketat selama prosedur berlangsung.

Pemilihan teknik anestesi yang tepat sangat krusial. Anestesi umum sering menjadi pilihan utama dalam kasus ini, karena memberikan kontrol penuh terhadap *ventilasi*, *oksigenasi*, dan *hemodinamik* pasien. Namun, anestesi umum harus dilaksanakan dengan strategi ventilasi yang hati-hati, menghindari peningkatan tekanan intratorakal yang dapat meningkatkan resistensi *vaskular pulmonal*, terutama jika hipertensi pulmonal tidak terkontrol dengan baik (Kumar et al., 2019). Maka penggunaan oksigen dengan konsentrasi tinggi, ventilasi dengan tekanan positif akhir ekspirasi (PEEP) yang rendah, serta kontrol *hiperkapnia* penting untuk mencegah peningkatan resistensi *vaskular pulmonal* (Goyal et al., 2020).

Sementara itu, anestesi epidural sebagai teknik anestesi regional juga bisa dipertimbangkan, namun harus dilakukan dengan hati-hati karena risiko hipotensi akibat

blokada simpatis, yang dapat menyebabkan hipotensi sehingga memperburuk kondisi *hemodinamik* dengan memperburuk aliran darah melalui ASD dan meningkatkan beban ventrikel kanan (Nguyen et al., 2018).

Pengelolaan *hemodinamik* selama prosedur menjadi komponen kunci dalam anestesi. Tujuannya adalah untuk menjaga tekanan darah dan mencegah peningkatan resistensi *vaskular pulmonal* yang dapat memicu komplikasi *kardiovaskular*. *Vasodilator pulmonal* seperti prostasiklin atau sildenafil dapat digunakan untuk menurunkan tekanan arteri pulmonal selama prosedur (Simonneau et al., 2019).

Pada periode *pasca operatif*, pasien sebaiknya ditempatkan di unit perawatan intensif untuk pemantauan ketat terhadap fungsi jantung dan paru. Kontrol nyeri yang efektif dengan analgesia *epidural* atau intravena juga diperlukan untuk mencegah respon stres berlebihan yang dapat memperburuk hipertensi *pulmonal* (Nguyen et al., 2018). Selain itu, pemantauan ketat terhadap komplikasi seperti *aritmia* atau krisis hipertensi *pulmonal* sangat penting untuk memastikan pemulihan yang aman dan mengurangi risiko mortalitas.

Penggunaan kombinasi *lidokain 2%* dan *levobupivakain 0,5% isobarik* pada anestesi *epidural* untuk *nefrolitotomi* dapat memberikan keuntungan dalam hal *onset* yang cepat dan durasi kerja yang memadai untuk prosedur bedah yang berlangsung cukup lama. Berdasarkan literatur terbaru, *lidokain 2%* dikenal dengan onset kerjanya yang cepat dan durasi blok yang sedang. Oleh karena itu, *lidokain* sering digunakan dalam kombinasi dengan anestesi lokal lain yang memiliki durasi kerja lebih panjang, seperti *levobupivakain*, untuk memberikan blok sensorik dan motorik yang lebih lama serta kontrol nyeri *pascaoperatif* yang lebih baik (Mian et al., 2018).

Levobupivakain, yang merupakan enansiomer *S-bupivakain*, memiliki profil toksisitas *kardiovaskular* dan *neurotoksisitas* yang lebih rendah dibandingkan dengan *bupivakain* racemik. Ini membuat *levobupivakain* menjadi pilihan yang lebih aman untuk anestesi regional, terutama pada pasien dengan risiko *kardiovaskular* seperti pasien *nefrolitotomi* yang mungkin memiliki kondisi *komorbid*, seperti hipertensi atau penyakit jantung lainnya (Zhang et al., 2017). Kombinasi *lidokain* dengan *levobupivakain* dapat mempercepat *onset blokade sensorik* yang diperlukan untuk memulai prosedur operasi, sementara *levobupivakain* memberikan durasi kerja yang cukup untuk menyelesaikan prosedur *nefrolitotomi* tanpa memerlukan tambahan dosis yang berulang (El-Boghdady et al., 2019).

Penggunaan *lidokain 2%* dan *levobupivakain 0,5%* isobarik dalam anestesi *epidural* juga menunjukkan kontrol nyeri pascaoperasi yang baik, yang dapat mengurangi kebutuhan *opioid* dan mempercepat pemulihan pascaoperasi. Studi terbaru menunjukkan bahwa kombinasi ini dapat memberikan blokade yang efektif tanpa meningkatkan risiko hipotensi berat atau toksisitas lokal anestesi (Khan et al., 2021). Oleh karena itu, kombinasi ini dianggap efektif dan aman dalam konteks anestesi *epidural* untuk *nefrolitotomi*, dengan catatan bahwa pengawasan ketat terhadap parameter *hemodinamik* tetap diperlukan, terutama pada pasien dengan risiko *kardiovaskular* tinggi.

SIMPULAN

Manajemen anestesi pada pasien dengan *nefrolitotomi* yang memiliki komorbiditas ASD dan hipertensi *pulmonal* memerlukan pendekatan yang hati-hati. Penggunaan kombinasi anestesi *epidural* dengan *lidokain 2%* dan *levobupivakain 0,5%* terbukti efektif dalam memberikan blok sensorik yang memadai dan kontrol nyeri yang optimal. Pasien dalam kasus ini menunjukkan stabilitas *hemodinamik* yang baik selama prosedur,

dan tidak mengalami komplikasi perioperatif yang signifikan. Pendekatan multidisiplin dengan keterlibatan tim kardiologis dan anestesi sangat penting untuk memastikan stabilitas *kardiopulmonal* dan mengurangi risiko komplikasi. Selain itu, pemantauan intensif selama dan setelah operasi diperlukan untuk mengelola risiko hipertensi *pulmonal* dan perubahan *hemodinamik*.

DAFTAR PUSTAKA

- El-Boghdadly, K., Brull, R., Sehmbi, H., & Chan, V. W. (2019). Perineural adjuncts for peripheral nerve block: A systematic review and meta-analysis. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*, *44*(9), 706–714. <https://doi.org/10.1136/rapm-2018-100046>
- Goyal, A., Singh, A., & Garg, R. (2020). No Title. *Indian Journal of Anaesthesia*, *64*(6), 460–468. https://doi.org/10.4103/ija.IJA_361_20
- Hasanah, U., Tjandraprawira, D. D., & Suwarganda, S. (2021). Prevalensi dan karakteristik penyakit jantung bawaan pada pasien dewasa di rumah sakit rujukan. *Indonesian Journal of Cardiology*, *42*(2), 97–104. <https://doi.org/10.18585/indjcardio.2021.42.2.97>
- Hildick-Smith, D. J., Shapiro, L. M., & Radley-Smith, R. (2018). Pulmonary hypertension in adult congenital heart disease: Diagnosis, management, and outcomes. *European Respiratory Journal*, *52*(1), 1801743. <https://doi.org/10.1183/13993003.01743-2018>
- Khan, M. U., Mushtaq, M., Tariq, A., & Tahir, M. (2021). A comparison of levobupivacaine versus bupivacaine in spinal anaesthesia for lower limb surgeries: A randomized controlled trial. *Cureus*, *13*(9), e17862. <https://doi.org/10.7759/cureus.17862>
- Kumar, P., Sethi, N., & Yadav, R. (2019). Anesthetic considerations in patients with congenital heart disease undergoing non-cardiac surgery. *Journal of Anaesthesiology Clinical Pharmacology*, *35*(3), 275–281. https://doi.org/10.4103/joacp.JOACP_270_18
- Lestari, P., Subekti, I., & Haryati, H. (2020). Prevalensi hipertensi pulmonal pada pasien penyakit paru obstruktif kronik di RSUP Dr. Sardjito. *Jurnal Respirasi Indonesia*, *40*(1), 32–38. <https://doi.org/10.36497/jri.v40i1.244>
- Mian, A., Chaudhary, N., & Parikh, S. (2018). A comparison of levobupivacaine with bupivacaine for spinal anesthesia in lower abdominal and lower limb surgeries: A randomized controlled trial. *Indian Journal of Pain*, *32*(3), 155–160. https://doi.org/10.4103/ijpn.ijpn_8_18
- Moons, P., Gewillig, M., & Luyckx, K. (2020). Congenital heart disease in adulthood: A growing population. *European Heart Journal*, *41*(10), 1806–1817. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz957>
- Nguyen, T., Wolfe, C. E., & Reese, L. M. (2018). Regional anesthesia for patients with pulmonary hypertension. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, *32*(2), 139–148. <https://doi.org/10.1016/j.bpa.2018.05.001>
- Rodli, M., & Insgadi, I. (2020). Atrial Septal Defect dengan Hipertensi Pulmonal Berat yang Dijadwalkan untuk Seksio Sesarea. *Jurnal Anestesi Obstetri Indonesia*, *1*(1), 33–39. <https://doi.org/10.47507/obstetri.v1i1.24>
- Simonneau, G., Montani, D., & Celermajer, D. S. et al. (2019). Haemodynamic definitions and updated clinical classification of pulmonary hypertension. *European Respiratory Journal*, *53*(1), 1801913. <https://doi.org/10.1183/13993003.01913-2018>