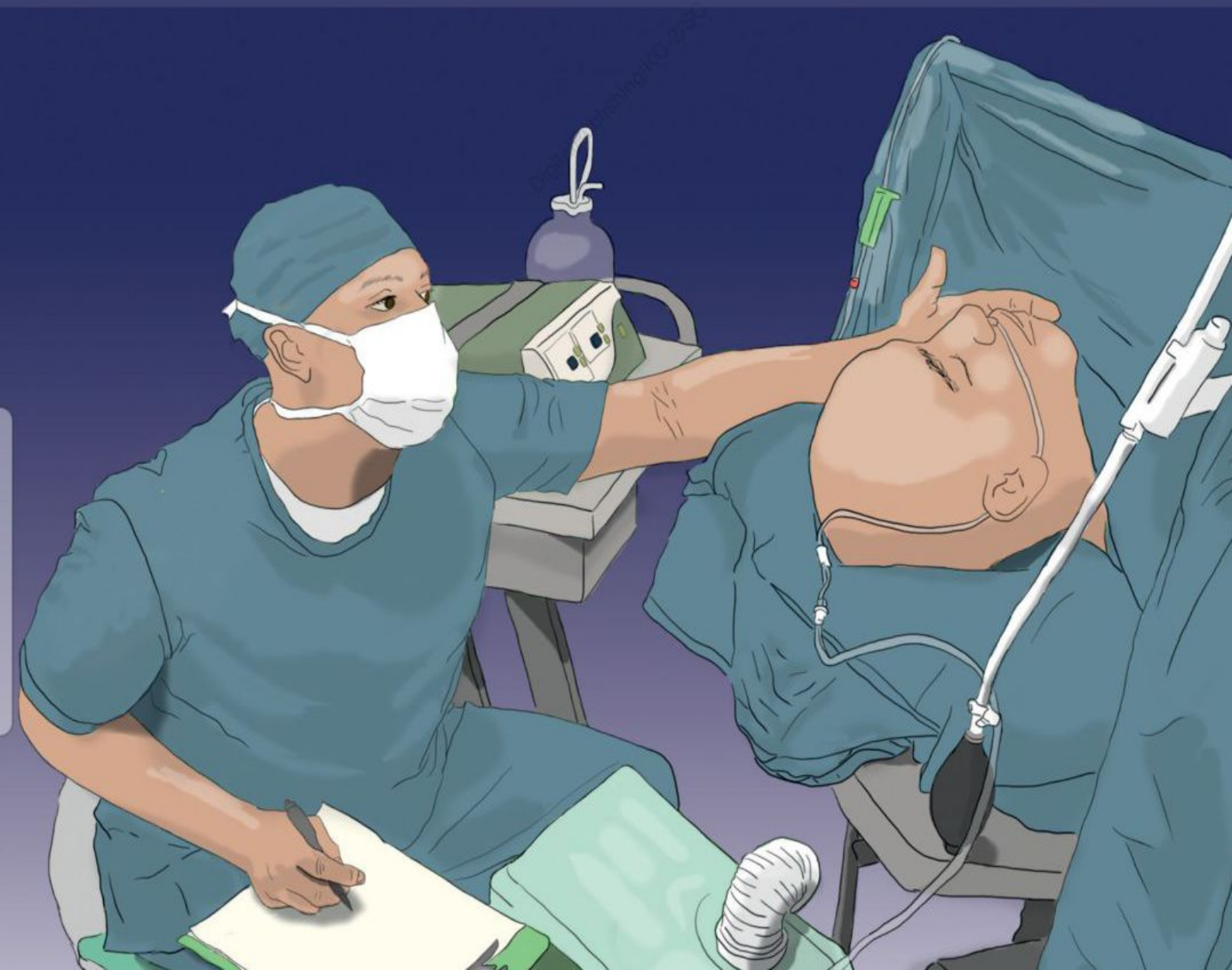


Anestesiologi dan Terapi Intensif

Buku Teks KATI-PERDATIN

N. Margarita Rehatta | Elizeus Hanindito | Aida R. Tantri
Ike S. Redjeki | R. F. Soenarto | D. Yulianti Bisri
A. M. Takdir Musba | Mayang I. Lestari



Edisi Pertama

Anestesiologi dan Terapi Intensif

Buku Teks KATI-PERDATIN

**Sanksi Pelanggaran Pasal 113
Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014
tentang Hak Cipta**

1. Setiap orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat (1) huruf i untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/ atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000,00 (seratus juta rupiah).
2. Setiap orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin pencipta atau pemegang hak cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi pencipta sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h, untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
3. Setiap orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin pencipta atau pemegang hak melakukan pelanggaran hak ekonomi pencipta sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g, untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
4. Setiap orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

Edisi Pertama

Anestesiologi dan Terapi Intensif

Buku Teks KATI-PERDATIN

N. Margarita Rehatta | Elizeus Hanindito | Aida R. Tantri
Ike S. Redjeki | R. F. Soenarto | D. Yulianti Bisri
A. M. Takdir Musba | Mayang I. Lestari



Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta



Anestesiologi dan Terapi Intensif

Buku Teks KATI-PERDATIN

N. Margarita Rehatta | Elizeus Hanindito | Aida R. Tantri
Ike S. Redjeki | R. F. Soenarto | D. Yulianti Bisri
A. M. Takdir Musba | Mayang I. Lestari

GM 619206003

© Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama
Gedung Gramedia Blok I, Lt. 5
Jl. Palmerah Barat 29-37, Jakarta 10270

Tim Redaksi:

Angela Christina, Annemarie Chrysantia Melati, Annisaa Yuneva, Claudia Lunaesti,
Deriyan Sukma Widjaja, Edwin Kilian Deges, Fransisca Dewi Kumala, Ignatia Novianti Tantri,
Indah Lestari, Karina Sonata Miguna, Luther Holan Parasian Napitupulu, Meliani Anggreni,
Steven Yoe, Tissyy Fabiola

Tata letak isi:

Fajarianto, Suprianto, Mulyono,
Ryan Pradana, Sukoco

Ilustrasi dan desain cover:

Media Aesculapius & Isran Febrianto

Diterbitkan pertama kali oleh
Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama
Anggota IKAPI, Jakarta, 2019

www.gpu.id

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang.
Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian
atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

ISBN: 978-602-06-3372-5

ISBN Digital:

Dicetak oleh Percetakan PT Gramedia, Jakarta
Isi di luar tanggung jawab Percetakan

KATA PENGANTAR KETUA PP PERDATIN

Assalaamualaikum wr. wb.,

Syukur, alhamdulillah, kita panjatkan ke hadirat Allah Swt., Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat-Nya kita dapat menerbitkan *Anesthesiologi dan Terapi Intensif: Buku Teks KATI-PERDATIN*.

Saat ini, banyak tuntutan untuk meningkatkan dan menambah pelayanan di bidang kedokteran, termasuk bidang anestesi dan terapi intensif. Sehubungan dengan hal itu, dokter spesialis dan subspecialis Anesthesiologi dan Terapi Intensif harus berperan aktif dalam menambah dan meningkatkan pelayanan tersebut, baik mengenai jenis prosedur baru, jumlah prosedur non-invasif, prosedur yang dilakukan di luar kamar bedah yang membutuhkan tenaga anestesi, pelayanan pasien kritis di ICU, pelayanan nyeri di rumah sakit, maupun pelayanan kegawatdaruratan.

Penatalaksanaan perioperatif juga sangat membutuhkan peran aktif dokter spesialis Anesthesiologi dan Terapi Intensif dalam mempersiapkan pelayanan bagi pasien yang mempunyai masalah kesehatan yang kompleks. Keadaan tersebut memberikan kesempatan sekaligus tantangan yang harus dijawab oleh para dokter tersebut dengan pelayanan yang bermutu yang menjamin keamanan pasien.

Dokter spesialis Anesthesiologi dan Terapi Intensif di Indonesia membutuhkan peningkatan kompetensi secara berkesinambungan dengan latar belakang pengetahuan dan keterampilan dan keterampilan yang mumpuni untuk memberikan pelayanan yang optimal. Pendidikan menjadi salah satu pilar penting dalam pembentukan dokter spesialis Anesthesiologi dan Terapi Intensif yang kompeten. Sesuai visi Perhimpunan Dokter Spesialis Anesthesiologi dan Terapi Intensif (PERDATIN), yaitu mewujudkan pelayanan anestesi dan terapi intensif yang berkualitas, optimal, dan profesional, PERDATIN sangat mendukung penyusunan buku teks *Anesthesiologi dan Terapi Intensif* ini. Buku ini diharapkan dapat mendukung pendidikan dokter spesialis dan subspecialis anesthesiologi dan terapi intensif agar nantinya mereka dapat memiliki bekal keilmuan yang cukup untuk memberikan pelayanan yang prima kepada masyarakat.

Saya mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. dr. Nancy Margarita Rehatta, Sp.An, KNA, KMN selaku ketua tim editor dan ketua Kolegium Anesthesiologi dan Terapi Intensif (KATI) yang sudah mengawal proses penyusunan buku ajar ini sampai buku ini dapat diterbitkan. Terima kasih juga saya ucapkan kepada tim editor yang sudah menuangkan kemampuan yang luar biasa dalam mengorganisasi dan mengedit naskah buku ini sehingga menjadi buku ajar yang sinergis antara satu bagian dan bagian lainnya serta bersifat komprehensif bagi pembacanya. Tidak lupa, saya juga mengucapkan terima kasih kepada semua kontributor yang sudah meluangkan waktu dan ilmunya untuk menyusun naskah buku ajar ini. Semoga buku ini bermanfaat bagi pembacanya serta dapat meningkatkan kualitas pelayanan anestesi dan terapi intensif di Indonesia.

dr. Andi Wahyuningsih Attas, Sp.An, KIC, MARS

KATA PENGANTAR KETUA TIM EDITOR

Puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa atas terbitnya *Anestesiologi dan Terapi Intensif: Buku Teks KATI-PERDATIN* ini. Buku ini disusun dengan tujuan menjadi salah satu standar referensi yang dapat diterima di seluruh pusat pendidikan anestesi di Indonesia, dan juga bagi praktik anestesi dan terapi intensif di Indonesia. Terdiri dari 17 bagian, buku ini mengulas mulai dari fisiologi dan farmakologi yang berhubungan dengan anestesi dan terapi intensif, sampai praktik manajemen anestesi, penanggulangan nyeri, kegawatdaruratan serta terapi intensif pada berbagai prosedur dan komorbid pasien.

Anestesiologi dan Terapi Intensif adalah ilmu yang berkembang dengan sangat pesat dalam dekade terakhir. Menyadari luasnya cakupan Anestesiologi dan Terapi Intensif, kami mengajak seluruh program studi pendidikan dokter spesialis anestesiologi dan terapi intensif serta keseminatan yang ada di Indonesia untuk bersama-sama menyelesaikan buku ini. Kami berharap buku ini dapat berguna tidak hanya bagi mahasiswa dan peserta didik program pendidikan dokter spesialis anestesiologi, tetapi juga bagi pengembangan keprofesian dokter spesialis dan subspecialis anestesiologi di Indonesia. Kami bersyukur bahwa dalam proses yang cukup panjang ini—sejak penulisan awal hingga proses penerbitan—semua pihak dapat bekerja sama dengan sangat baik sehingga akhirnya buku ini dapat menjadi buku yang isinya cukup komprehensif.

Terima kasih saya ucapkan pada semua kontributor yang telah memberikan waktunya untuk meluapkan ilmu yang dimilikinya dalam bentuk tulisan-tulisan di buku ini. Tidak lupa saya juga ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada tim editor yang telah mengatur, menilik, dan mempercepat proses persiapan naskah serta proses lainnya sampai pada penerbitan buku ajar ini. Proyek pembuatan buku ini tidak akan terwujud tanpa kerja keras semua pihak yang memiliki kerinduan yang sama untuk menyusun bahan referensi anestesiologi yang baik di Indonesia.

Akhir kata, saya selaku ketua Kolegium Anestesiologi dan Terapi Intensif Indonesia (KATI) berharap buku ini dapat bermanfaat bukan hanya untuk proses pengajaran dokter anestesiologi, tetapi juga untuk semua pihak yang menggunakannya.

Prof. Dr. dr. Nancy Margarita Rehatta, Sp.An, KNA, KMN

PARA KONTRIBUTOR

A. Husni Tanra
Departemen Anestesiologi, Perawatan Intensif, dan
Manajemen Nyeri Fakultas Kedokteran Universitas
Hasanuddin
Makassar, Sulawesi Selatan

Achsanuddin Hanafie
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sumatra Utara
RSUP H. Adam Malik
Medan, Sumatra Utara

Adhrie Sugiarto
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Agus Baratha Suyasa
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Rumah Sakit Kasih Ibu
Denpasar, Bali

Agustina Br Haloho
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya
RSUP Dr. Mohammad Hoesin
Palembang, Sumatra Selatan

Aida Rosita Tantri
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo

Jakarta, DKI Jakarta
Aino Nindya Auerkari
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Akhmad Yun Jufan
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan
Keperawatan Universitas Gadjah Mada
RSUP Dr. Sardjito
Yogyakarta, DI Yogyakarta

Akhyar H. Nasution
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sumatra Utara
RSUP H. Adam Malik
Medan, Sumatra Utara

Aldy Heriwardito
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Alfan Mahdi Nugroho
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Amir S. Madjid
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Anas Alatas
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Andi Ade Wijaya Ramlan
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Andi M. Takdir Musba
Departemen Anestesiologi, Perawatan Intensif, dan
Manajemen Nyeri Fakultas Kedokteran Universitas
Hasanuddin
RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo
Makassar, Sulawesi Selatan

Andi Miarta
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya
RSUP Dr. Mohammad Hoesin
Palembang, Sumatra Selatan

Anggara Gilang Dwiputra
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

April Poerwanto Basoeki
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
RSUD Dr. Soetomo
Surabaya, Jawa Timur

Ardana Tri Arianto
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret
RSUD dr. Moewardi
Surakarta, Jawa Tengah

Ardi Zulfariansyah
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Ari Santri Palinrungi
Departemen Anestesiologi, Perawatan Intensif, dan
Manajemen Nyeri Fakultas Kedokteran Universitas
Hasanuddin
RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo
Makassar, Sulawesi Selatan

Arie Utariani
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
RSUD Dr. Soetomo
Surabaya, Jawa Timur

Aries Perdana
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Arif Hari Martono Marsaban
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Aswoco Andyk Asmoro
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya
RSUD Dr. Saiful Anwar
Malang, Jawa Timur

Bambang Pujo Semedi
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
RSUD Dr. Soetomo
Surabaya, Jawa Timur

Bambang Suryono Suwondo
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan
Keperawatan Universitas Gadjah Mada
RSUP Dr. Sardjito
Yogyakarta, DI Yogyakarta

Bastian Lubis
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sumatra Utara
RSUP H. Adam Malik
Medan, Sumatra Utara

Bintang Pramodana
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Bondan Irtani Cahyadi
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro
RSUP Dr. Kariadi
Semarang, Jawa Tengah

Calcarina Fitriani Retno Wisudarti
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan
Keperawatan Universitas Gadjah Mada
RSUP Dr. Sardjito
Yogyakarta, DI Yogyakarta

Christopher Kapuangan
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Christopher Ryalino
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Udayana
RS Udayana
Denpasar, Bali

Cindy Elfira Boom
RS Jantung dan Pembuluh Darah Nasional
Harapan Kita
Jakarta, DKI Jakarta

Cut Meliza Zainumi
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sumatra Utara
RSUP H. Adam Malik
Medan, Sumatra Utara

Dadik Wahyu Wijaya
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sumatra Utara
RSUP H. Adam Malik
Medan, Sumatra Utara

Darto Satoto
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Dedi Fitri Yadi
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Dewi Yulianti Bisri
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Dhany Budipratama
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Diana Christine Lalenoh
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi
RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado, Sulawesi
Utara

Dita Aditianingsih
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Djayanti Sari
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan
Keperawatan Universitas Gadjah Mada
RSUP Dr. Sardjito
Yogyakarta, DI Yogyakarta

Djudjuk Rahmad Basuki
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya
RSUD Dr. Saiful Anwar
Malang, Jawa Timur

Doddy Tavianto

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Elizeus Hanindito

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
RSUD Dr. Soetomo
Surabaya, Jawa Timur

Erwin Pradian

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Ezra Oktaliansah

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Faisal Muchtar

Departemen Anestesiologi, Perawatan Intensif, dan
Manajemen Nyeri Fakultas Kedokteran Universitas
Hasanuddin
RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo
Makassar, Sulawesi Selatan

Fajar Perdhana

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
RSUD Dr. Soetomo
Surabaya, Jawa Timur

Fildza Sasri Peddyandhari

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Fredi Heru Irwanto

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya
RSUP Dr. Mohammad Hoesin
Palembang, Sumatra Selatan

Gezy Weita Giwangkencana

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Haizah Nurdin

Departemen Anestesiologi, Perawatan Intensif, dan
Manajemen Nyeri Fakultas Kedokteran Universitas
Hasanuddin
RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo
Makassar, Sulawesi Selatan

Hamzah

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
RSUD Dr. Soetomo
Surabaya, Jawa Timur

Hari Hendriarto Satoto

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro
RSUP Dr. Kariadi
Semarang, Jawa Tengah

Hasanul Arifin

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sumatra Utara
Medan, Sumatra Utara

Heri Dwi Purnomo

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret
RSUD dr. Moewardi
Surakarta, Jawa Tengah

Hermanus Jacobus Lalenoh

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi
RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado, Sulawesi
Utara

Heru Dwi Jatmiko

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro
RSUP Dr. Kariadi
Semarang, Jawa Tengah

Hisbullah

Departemen Anestesiologi, Perawatan Intensif,
dan Manajemen Nyeri Fakultas Kedokteran
Universitas Hasanuddin
RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo
Makassar, Sulawesi Selatan

I Gusti Ngurah Mahaalit Aribawa

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Udayana
RS Udayana
Denpasar, Bali

I Ketut Wibawa Nada

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Udayana
RSUP Sanglah
Denpasar, Bali

I Made Adi Parmana

RS Jantung dan Pembuluh Darah Nasional Harapan
Kita
Jakarta, DKI Jakarta

I Made Agus Kresna Sucandra

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Udayana
RSUP Sanglah
Denpasar, Bali

I Putu Agus Surya Panji

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Udayana
RSUP Sanglah
Denpasar, Bali

I Putu Pramana Suarjaya

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Udayana
RSUP Sanglah
Denpasar, Bali

Ibnu Umar

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya
RSUP Dr. Mohammad Hoesin
Palembang, Sumatra Selatan

Ike Sri Redjeki

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Indriasari

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Indro Mulyono

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Isngadi

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya
RSUD Dr. Saiful Anwar
Malang, Jawa Timur

Iwan Abdul Rachman

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Iwan Fuadi

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Jefferson K. Hidayat

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Juni Kurniawaty

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan
Keperawatan Universitas Gadjah Mada
RSUP Dr. Sardjito
Yogyakarta, DI Yogyakarta

Lucky Andriyanto

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
RSUD Dr. Soetomo
Surabaya, Jawa Timur

H. M. Ruswan Dahlan

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Made Wiryana

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Udayana
RSUP Sanglah
Denpasar, Bali

Marilaeta Cindryani

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Udayana
RSUP Sanglah
Denpasar, Bali

Mayang Indah Lestari

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya
RSUP Dr. Mohammad Hoesin
Palembang, Sumatra Selatan

Mohammad Sofyan Harahap

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro
RSUP Dr. Kariadi
Semarang, Jawa Tengah

Muhammad Dwi Satriyanto

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif RS
Eka Hospital
Pekanbaru, Riau

Muhammad Ramli Ahmad

Departemen Anestesiologi, Perawatan Intensif, dan
Manajemen Nyeri Fakultas Kedokteran Universitas
Hasanuddin
RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo
Makassar, Sulawesi Selatan

Mujahidin

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Syiah Kuala
RSUD Zainoel Abidin
Banda Aceh, Aceh

Nancy Margarita Rehatta

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
RSUD Dr. Soetomo
Surabaya, Jawa Timur

Navy Lolong Wulung

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RS Persahabatan
Jakarta, DKI Jakarta

Nurita Dian Kestriani Saragih Sitio

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Osmond Muftilov Pison

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Philia Setiawan

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
RSUD Dr. Soetomo
Surabaya, Jawa Timur

Pryambodho

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Purwoko

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret
RSUD dr. Moewardi
Surakarta, Jawa Tengah

R Besthadi Sukmono
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Rahendra
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Ratna Farida Soenarto
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Reza Widiyanto Sujud
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Ristiawan Muji Laksono
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya
RSUD Dr. Saiful Anwar
Malang, Jawa Timur

Riyadh Firdaus
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Rizal Zainal
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya
RSUP Dr. Mohammad Hoesin
Palembang, Sumatra Selatan

Rommy F. Nadeak
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sumatra Utara
RSUP H. Adam Malik
Medan, Sumatra Utara

Rose Mafiana
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya
RSUP Dr. Mohammad Hoesin
Palembang, Sumatra Selatan

Ruddi Hartono
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya
RSUD Dr. Saiful Anwar
Malang, Jawa Timur

Rudi Kurniadi Kadarsah
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Rudy Vitraludyono
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya
RSUD Dr. Saiful Anwar
Malang, Jawa Timur

Rudyanto Sedono
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Ruli Herman Sitanggang
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Satrio Adi Wicaksono
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro
RSUP Dr. Kariadi
Semarang, Jawa Tengah

Septian Adi Permana
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret
RSUD dr. Moewardi
Surakarta, Jawa Tengah

Sidharta Kusuma Manggala
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Siti Chasnak Saleh
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
RSUD Dr. Soetomo
Surabaya, Jawa Timur

Susilo Chandra
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Syafri K. Arif
Departemen Anestesiologi, Perawatan Intensif, dan
Manajemen Nyeri Fakultas Kedokteran Universitas
Hasanuddin
RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo
Makassar, Sulawesi Selatan

Syafuruddin Gaus
Departemen Anestesiologi, Perawatan Intensif, dan
Manajemen Nyeri Fakultas Kedokteran Universitas
Hasanuddin
RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo
Makassar, Sulawesi Selatan

Tasrif Hamdi
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sumatra Utara
RSUP H. Adam Malik
Medan, Sumatra Utara

Tatag Istanto
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro
RSUP Dr. Kariadi
Semarang, Jawa Tengah

Taufik Eko Nugroho
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro
RSUP Dr. Kariadi
Semarang, Jawa Tengah

Taufiq Agus Siswagama
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya
RSUD Dr. Saiful Anwar
Malang, Jawa Timur

Tinni Trihartini Maskoen
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Tjokorda Gde Agung Senapathi
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Udayana
RSUP Sanglah
Denpasar, Bali

Widya Istanto Nurcahyo
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro
RSUP Dr. Kariadi
Semarang, Jawa Tengah

Yunita Widyastuti
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan
Keperawatan Universitas Gadjah Mada
RSUP Dr. Sardjito
Yogyakarta, DI Yogyakarta

Yusmein Uyun
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan
Keperawatan Universitas Gadjah Mada
RSUP Dr. Sardjito
Yogyakarta, DI Yogyakarta

Yusni Puspita
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya
RSUP Dr. Mohammad Hoesin
Palembang, Sumatra Selatan

Yutu Solihat
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sumatra Utara
RSUP H. Adam Malik
Medan, Sumatra Utara

Zafrullah Khany Jasa
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Syiah Kuala
RSUD Zainoel Abidin
Banda Aceh, Aceh

Zulkifli
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya
RSUP Dr. Mohammad Hoesin
Palembang, Sumatra Selatan

DigitalPublishing/KG-2/SC

DAFTAR ISI

Kata Pengantar Ketua PP Perdatin	v
Kata Pengantar Ketua Tim Editor	vi
Para Kontributor	vii
BAGIAN 1: SEJARAH ANESTESIOLOGI	1
BAB 1 SEJARAH ANESTESI	2
<i>Ratna Farida Soenarto, M. Ruswan Dachlan</i>	
BAGIAN 2: ANESTESIOLOGI DASAR	7
BAB 2 ANATOMI SISTEM PERNAPASAN	8
<i>Indro Mulyono, Navy Lolong Wulung</i>	
BAB 3 FISIOLOGI SISTEM PERNAPASAN	18
<i>Indro Mulyono, Navy Lolong Wulung</i>	
BAB 4 ANATOMI JANTUNG DAN PEMBULUH DARAH	27
<i>Mayang Indah Lestari, Philia Setiawan</i>	
BAB 5 FISIOLOGI JANTUNG DAN PEMBULUH DARAH	36
<i>Siti Chasnak Saleh, Philia Setiawan</i>	
BAB 6 ANATOMI SISTEM SARAF	53
<i>Mayang Indah Lestari, Andi M. Takdir Musba</i>	
BAB 7 FISIOLOGI SISTEM SARAF PUSAT DAN PERIFER	77
<i>Siti Chasnak Saleh, Andi M. Takdir Musba</i>	
BAB 8 ANATOMI SISTEM METABOLISME DAN EKSKRESI	91
<i>Muhammad Ramli Ahmad, Mujahidin</i>	
BAB 9 FISIOLOGI SISTEM METABOLISME DAN EKSKRESI	101
<i>Muhammad Ramli Ahmad, Mujahidin</i>	
BAB 10 PENGELOLAAN JALAN NAPAS DEWASA	120
<i>Adhrie Sugiarto</i>	
BAB 11 PENGELOLAAN JALAN NAPAS SULIT	129
<i>Adhrie Sugiarto</i>	
BAB 12 PENGELOLAAN JALAN NAPAS NEONATUS, BAYI, DAN ANAK	140
<i>Andi Ade Wijaya Ramlan</i>	
BAB 13 FARMAKOLOGI OBAT ANESTESI INTRAVENA	154
<i>Hasanul Arifin, Cut Meliza Zainumi</i>	

BAB 14	FARMAKOLOGI ANALGETIK <i>Heri Dwi Purnomo, Aida Rosita Tantri</i>	165
BAB 15	FARMAKOLOGI OBAT ANESTESI INHALASI <i>Doddy Tavianto, Gezy Weita Giwangkencana</i>	180
BAB 16	FARMAKOLOGI OBAT ANESTETIK LOKAL <i>Widya Istanto Nurcahyo, Raden Besthadi Sukmono</i>	188
BAB 17	FARMAKOLOGI OBAT PELUMPUH OTOT <i>Aswoko Andyk Asmoro, Rudy Vitraluldyono</i>	193
BAB 18	FARMAKOLOGI OBAT AJUVAN ANESTESI <i>Mohammad Sofyan Harahap, Tatag Istanto</i>	201
BAGIAN 3: PRINSIP KEDOKTERAN PERIOPERATIF		215
BAB 19	PUASA PRABEDAH <i>Haizah Nurdin, Syafruddin Gaus</i>	216
BAB 20	ANESTESI PADA PASIEN DENGAN KOMORBID SISTEM PERNAPASAN <i>Djudjuk Rahmad Basuki, Taufiq Agus Siswagama</i>	219
BAB 21	ANESTESI PADA PASIEN DENGAN KOMORBID SISTEM KARDIOVASKULAR <i>Widya Istanto Nurcahyo, Bondan Irtani Cahyadi</i>	229
BAB 22	ANESTESI PADA PASIEN DENGAN KOMORBID GANGGUAN HATI <i>Hamzah</i>	241
BAB 23	ANESTESI PADA PASIEN DENGAN KOMORBID GANGGUAN GINJAL <i>Rudi Kurniadi Kadarsah, Iwan Abdul Rachman</i>	247
BAB 24	ANESTESI PADA PASIEN DENGAN KOMORBID GANGGUAN SISTEM ENDOKRIN <i>Hisbullah Amin, Faisal Muchtar</i>	258
BAB 25	ANESTESI PADA STROKE AKUT <i>Yunita Widyastuti, Akhmad Yun Jufan</i>	271
BAB 26	ANESTESI PADA PASIEN DENGAN OBESITAS <i>Hamzah</i>	279
BAB 27	ANESTESI PADA PASIEN DENGAN INTOLERANSI OPIOID <i>Aida Rosita Tantri</i>	283
BAB 28	ANESTESI PADA PASIEN DENGAN SINDROM MARFAN <i>Reza Widiyanto Sujud, Indriasari</i>	288
BAB 29	ANESTESI PADA PASIEN DENGAN MYASTHENIA GRAVIS <i>Bambang Pujo Semedi</i>	292
BAB 30	ANESTESI PADA PASIEN DENGAN HIPERTERMI MALIGNA <i>Ratna Farida Soenarto, Andi Ade Wijaya Ramlan</i>	295
BAB 31	ANESTESI PADA PASIEN DENGAN FEOKROMOSITOMA <i>Djayanti Sari, Calcarina Fitriani Retno Wisudarti</i>	302
BAB 32	ANESTESI PADA PENYAKIT JANTUNG BAWAAN SIANOTIK <i>Cindy Elfira Boom, I Made Adi Parmana</i>	309
BAB 33	ANESTESI PADA PASIEN DENGAN PENYAKIT JANTUNG BAWAAN ASIANOTIK <i>Heri Dwi Jatmiko, Tatag Istanto</i>	317
BAB 34	ANESTESI PADA PASIEN DENGAN THALASEMIA DAN GANGGUAN PEMBEKUAN LAINNYA <i>Diana Christine Lalenoh, Hermanus Jacobus Lalenoh</i>	324
BAB 35	PEMANTAUAN DALAM ANESTESI <i>Ezra Oktaliansah, Ardi Zulfariansyah</i>	329
BAB 36	POST-ANESTHESIA CARE <i>Yunita Widyastuti, Juni Kurniawaty</i>	343

BAGIAN 4: CAIRAN, ELEKTROLIT, DAN ASAM BASA	359
BAB 37 TERAPI CAIRAN	360
Amir Sjarifuddin Madjid, Sidharta Kusuma Manggala	
BAB 38 GANGGUAN KESEIMBANGAN ELEKTROLIT	370
Zulkifli, Fredi Heru Irwanto	
BAB 39 KESEIMBANGAN ASAM BASA	379
Zulkifli, Agustina Haloho	
BAGIAN 5: ANESTESI UMUM	389
BAB 40 ANESTESI UMUM	390
I Putu Agus Surya Panji, Marilaeta Cindryani	
BAB 41 ANESTESI BALANS	397
Iwan Fuadi, Dedi Fitri Yadi	
BAB 42 MESIN ANESTESI	405
Aldy Heriwardito	
BAB 43 KOMPLIKASI ANESTESI UMUM	415
Ruli Herman Sitanggang, Osmond Muftilov	
BAGIAN 6: ANESTESI REGIONAL	425
BAB 44 BLOK NEURAKSIAL	426
Aida Rosita Tantri, Raden Besthadi Sukmono	
BAB 45 BLOK PERIFER DASAR	444
Darto Satoto, Aida Rosita Tantri	
BAB 46 BLOK TRUNKAL	466
Pryambodho, Rahendra	
BAGIAN 7: ANESTESI BERDASARKAN TIPE PEMBEDAHAN	477
BAB 47 ANESTESI PADA PASIEN OSA	478
Purwoko, Septian Adi Permana	
BAB 48 ANESTESI PADA BEDAH TELINGA	491
Purwoko, Septian Adi Permana	
BAB 49 ANESTESI PADA BEDAH JALAN NAPAS ATAS	502
Purwoko, Ardana Tri Nugroho	
BAB 50 ANESTESI PADA BEDAH TONSIL	509
Purwoko, Heri Dwi Purnomo	
BAB 51 ANESTESI PADA BEDAH ORTOPEDI	517
Rizal Zainal, Mayang Indah Lestari	
BAB 52 ANESTESI PADA BEDAH LAPARASKOPI	525
Muhammad Ramli Ahmad, Haizah Nurdin	
BAB 53 ANESTESI PADA BEDAH MATA	534
Susilo Chandra, Rahendra	
BAB 54 ANESTESI PADA BEDAH UROLOGI	542
I Putu Pramana Suarjaya, I Gusti Ngurah Mahaalit Arimbawa	
BAB 55 ANESTESI PADA BEDAH RAWAT JALAN	563
Arif Hari Martono Marsaban, I Gusti Ngurah Mahaalit Arimbawa	
BAB 56 ANESTESI DI LUAR KAMAR BEDAH	572
M. Ruswan Dahlan, Anggara G. Dwiputra	
BAB 57 ANESTESI PADA BEDAH ONKOLOGI	580
Zafrullah Khany Jasa	

BAB 58	ANESTESI PADA BEDAH PLASTIK <i>Akhyar H. Nasution, Tasrif Hamdi</i>	588
BAGIAN 8: ANESTESI PADA BEDAH OBSTETRI		595
BAB 59	ANATOMI DAN FISILOGI PADA KEHAMILAN <i>Bambang Suryono Suwondo, Yusmein Uyun</i>	596
BAB 60	ANALGESIA PADA PERSALINAN <i>Alfan Mahdi Nugroho</i>	608
BAB 61	ANESTESI BEDAH OBSTETRI <i>Achsanuddin Hanafie, Dadik Wahyu Wijaya</i>	616
BAB 61	MANAJEMEN ANESTESI PADA PASIEN OBSTETRI RISIKO TINGGI <i>Isngadi, Ruddi Hartono</i>	621
BAB 63	ANESTESI PADA KEHAMILAN UNTUK PEMBEDAHAN NON-OBSTETRI <i>Bambang Suryono Suwondo, Yusmein Uyun</i>	634
BAGIAN 9: ANESTESI PADA BEDAH SARAF		641
BAB 64	FISILOGI ALIRAN DARAH OTAK DAN TEKANAN INTRAKRANIAL <i>Rose Mafiana</i>	642
BAB 65	METABOLISME SEREBRAL <i>Rose Mafiana</i>	647
BAB 66	PEMANTAUAN NEUROFISILOGI DAN NEUROFARMAKOLOGI <i>Riyadh Firdaus</i>	651
BAB 67	PENGARUH OBAT ANESTESI PADA SISTEM SARAF PUSAT (SSP) <i>Riyadh Firdaus</i>	658
BAB 68	TEKNIK PENGENDALIAN TEKANAN INTRAKRANIAL <i>Dewi Yulianti Bisri, Diana Christine Lalenoh</i>	662
BAB 69	ANESTESI PADA BEDAH SARAF <i>Dewi Yulianti Bisri, Agus Baratha Suyasa</i>	669
BAB 70	CEDERA TULANG SERVIKAL <i>Dewi Yulianti Bisri, Muhammad Dwi Satriyanto</i>	680
BAGIAN 10: ANESTESI PADA BEDAH KARDIOTORASIK		689
BAB 71	SIRKULASI SISTEMIK DAN PULMONAL <i>Aries Perdana, Fildza Sasri Peddyandhari</i>	690
BAB 72	GANGGUAN VENTILASI DAN PERFUSI SELAMA BEDAH KARDIOTORAKS <i>Hari Hendriarto Satoto, Taufik Eko Nugroho</i>	703
BAB 73	ANESTESI PADA GANGGUAN SISTEM JANTUNG, PARU, DAN MEDIASTINUM <i>Heru Dwi Jatmiko, Satrio Adi Wicaksono</i>	708
BAB 74	VENTILASI SATU PARU <i>Anas Alatas</i>	724
BAB 75	PEMANTAUAN HEMODINAMIK INVASIF PADA BEDAH KARDIOTORASIK <i>Jefferson K. Hidayat, Fildza Sasri Peddyandhari</i>	734
BAB 76	ANESTESI PADA BEDAH JANTUNG DEWASA <i>I Ketut Wibawa Nada</i>	744
BAB 77	ANESTESI PADA BEDAH JANTUNG ANAK <i>Philia Setiawan, Fajar Perdhana</i>	755
BAB 78	ANESTESI PADA BEDAH TORAKS <i>Yutu Solihat, Akhyar H. Nasution</i>	774

BAGIAN 11: ANESTESI PEDIATRI	781
BAB 79 ANATOMI DAN FISILOGI PASIEN PEDIATRI <i>Elizeus Hanindito</i>	782
BAB 80 FARMAKOLOGI OBAT ANESTESI PADA PASIEN PEDIATRI <i>Elizeus Hanindito</i>	785
BAB 81 TERAPI CAIRAN DAN ELEKTROLIT PADA PASIEN PEDIATRI <i>Arie Utariani, Bambang Pujo Semedi</i>	789
BAB 82 MANAJEMEN DAN PEMANTAUAN INTRAOPERATIF PADA PASIEN PEDIATRI <i>Arie Utariani, Lucky Andriyanto</i>	801
BAB 83 KOMPLIKASI ANESTESI PEDIATRI <i>Djayanti Sari, Juni Kurniawaty</i>	806
BAB 84 ANESTESI REGIONAL PADA PASIEN PEDIATRI <i>Rahendra</i>	820
BAB 85 TATA LAKSANA NYERI PASCABEDAH PADA PASIEN PEDIATRI <i>Andi Ade Wijaya Ramlan</i>	842
BAGIAN 12: ANESTESI GERIATRI	853
BAB 86 PERUBAHAN ANATOMI DAN FISILOGI PADA GERIATRI <i>Nancy Margarita Rehatta, Djayanti Sari</i>	854
BAB 87 PERUBAHAN FARMAKOLOGI PADA PASIEN GERIATRI <i>Nancy Margarita Rehatta, Susilo Chandra</i>	865
BAB 88 TATA LAKSANA ANESTESI PADA PASIEN GERIATRI <i>Susilo Chandra, Bintang Pramodana</i>	871
BAB 89 TATA LAKSANA NYERI PASCABEDAH PADA PASIEN GERIATRI <i>Susilo Chandra, Bintang Pramodana</i>	878
BAGIAN 13: TERAPI INTENSIF	881
BAB 90 ILMU DASAR TERAPI INTENSIF <i>Sidharta Kusuma Manggala</i>	882
BAB 91 PENCEGAHAN KOMPLIKASI PERAWATAN INTENSIF <i>Erwin Pradian, Nurita Dian Kestriani Saragih Sitio</i>	892
BAB 92 AKSES VASKULAR <i>Haizah Nurdin, Syafri K. Arif</i>	901
BAB 93 VENTILASI MEKANIK <i>Faisal Mukhtar, Hisbullah</i>	915
BAB 94 SISTEM PENOPANG ORGAN <i>Zulkifli, Mayang Indah Lestari</i>	932
BAB 95 PEMERIKSAAN PENUNJANG PADA PASIEN SAKIT KRITIS <i>Achsanuddin Hanafie, Rommy F. Nadeak</i>	941
BAB 96 GANGGUAN RESPIRASI <i>Ike Sri Redjeki</i>	953
BAB 97 GANGGUAN HEMODINAMIK <i>Dita Aditianingsih, Sidharta Kusuma Manggala</i>	964
BAB 98 GANGGUAN SISTEM SARAF PUSAT <i>Achsanuddin Hanafie, Bastian Lubis</i>	987
BAB 99 GANGGUAN FUNGSI ORGAN LAINNYA <i>Syafri K. Arif, Ari Santri Palinrungi</i>	996
BAB 100 INFLAMASI DAN INFEKSI SISTEM ORGAN <i>Zulkifli, Andi Miarta</i>	1007

BAB 101	TERAPI NUTRISI DAN METABOLISME	1022
	<i>Tinni Trihartini Maskoen, Dani Budi Pratama</i>	
BAB 102	ANTIBIOTIK	1030
	<i>Yusni Puspita, Ibnu Umar</i>	
BAB 103	TERAPI PALIATIF	1038
	<i>Rudyanto Sedono, Adhrie Sugiarto</i>	
BAB 104	END OF LIFE CARE	1043
	<i>Made Wiryana, I Made Agus Kresna Sucandra</i>	
BAGIAN 14: TRAUMATOLOGI DAN ANESTESI BEDAH DARURAT		1051
BAB 105	PENILAIAN AWAL, RESUSITASI, DAN STABILISASI	1052
	<i>Mayang Indah Lestari, Andi Miarta</i>	
BAB 106	CARDIOPULMONARY RESUSCITATION	1062
	<i>April Poerwanto Basoeki, Aida Rosita Tantri</i>	
BAB 107	PERAWATAN PASCAHENTI JANTUNG	1069
	<i>April Poerwanto Basoeki, Mayang Indah Lestari</i>	
BAB 108	SEDASI DAN ANALGESIA DI RUANG EMERGENSI	1084
	<i>Yusni Puspita, Aida Rosita Tantri</i>	
BAB 109	ANESTESI BEDAH DARURAT	1090
	<i>Riyadh Firdaus</i>	
BAB 110	KEDOKTERAN EMERGENSI	1104
	<i>Aino Nindya Auerkari</i>	
BAGIAN 15: PENGELOLAAN NYERI		1113
BAB 111	DEFINISI, MEKANISME, DAN KLASIFIKASI NYERI	1114
	<i>A. Husni Tanra, Andi M. Takdir Musba</i>	
BAB 112	TATA LAKSANA NYERI PASCABEDAH	1124
	<i>Tjokorda Gde Agung Senapathi, Christopher Ryalino</i>	
BAB 113	TATA LAKSANA NYERI KRONIS	1134
	<i>Andi M. Takdir Musba, Ristiawan M. Laksono</i>	
BAB 114	TATA LAKSANA NYERI PALIATIF	1147
	<i>Nancy Margarita Rehatta, Syafruddin Gaus</i>	
BAGIAN 16: TRANSPLANTASI ORGAN		1157
BAB 115	ANESTESI PADA TRANSPLANTASI GINJAL	1158
	<i>Dita Aditianingsih</i>	
BAB 116	ANESTESI PADA TRANSPLANTASI HATI	1171
	<i>Christopher Kapuangan</i>	
BAGIAN 17: KOMUNIKASI DAN PROFESIONALISME		1179
BAB 117	KOMUNIKASI DAN PROFESIONALISME	1180
	<i>Arif H. M. Marsaban, Tjokorda Gde Agung Senapathi, dan Christopher Ryalino</i>	

BAB 51

ANESTESI PADA BEDAH ORTOPEDI

Rizal Zainal, Mayang Indah Lestari

EVALUASI DAN PERSIAPAN PRABEDAH

Evaluasi dan persiapan prabedah pada pasien yang akan menjalani pembedahan ortopedi merupakan komponen penting dalam penatalaksanaan pasien. Riwayat penyakit komorbid harus diidentifikasi dan dievaluasi, termasuk potensi kesulitan jalan napas, serta hubungannya dengan mobilisasi dan posisi intraoperatif. Gangguan kardiopulmonal dan toleransi terhadap latihan dapat sulit dilakukan pada populasi ini karena keterbatasan mobilitas. Usia tua merupakan faktor risiko morbiditas dan mortalitas pada pembedahan ortopedi. Pasien geriatri yang menjalani pembedahan ortopedi sering memiliki keadaan komorbid multipel yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan anestesi perioperatif.^{1,2}

Terhadap semua pasien harus dilakukan pemeriksaan laboratorium dan penunjang lain yang sesuai dengan riwayat penyakit dan prosedur yang telah direncanakan. Pasien dengan *rheumatoid arthritis* (RA) yang membutuhkan pembedahan ortopedi perlu mendapat perhatian khusus. Selain RA dapat memengaruhi sistem pulmonal, kardiak, dan muskuloskeletal, terdapat kemungkinan kesulitan dalam manajemen jalan napas. RA yang melibatkan sendi servikal dan temporomandibular menyebabkan terbatasnya gerakan leher dan buka mulut. Serak atau stridor inspirasi merupakan tanda penyempitan glotis akibat artritis krikoidaritenoid dan dapat menyebabkan obstruksi jalan napas pascaekstubasi.^{1,2}

Semua riwayat pemakaian obat-obatan harus dievaluasi saat kunjungan prabedah dan diinstruksikan dihentikan atau dilanjutkan sampai pembedahan. Pasien yang telah mendapat opioid lebih dari 4 bulan sering mengalami toleransi dan *opioid-induced* hiperalgesia. Penyapihan penggunaan opioid kronis sebelum pembedahan elektif dapat bermanfaat. Antihipertensi yang tidak mempunyai efek *rebound* yang signifikan dapat dihentikan pada hari pembedahan jika dipertimbangkan akan terjadi hipotensi yang berlebihan intraoperatif atau cedera ginjal yang berhubungan dengan *angiotensin-converting enzyme inhibitor* atau *angiotensin receptor blocker*. Penggunaan antikoagulan seperti heparin, *warfarin inhibitor* faktor Xa, dan antiplatelet harus disepakati bersama oleh tim medis dan bedah, dan dikomunikasikan dengan jelas kepada pasien. Pemilihan teknik anestesi harus mempertimbangkan status antikoagulan pasien. Pasien dengan RA atau osteoarthritis sering mendapat obat antiinflamasi non-steroid untuk manajemen nyeri, yang dapat menyebabkan perdarahan gastrointestinal, toksisitas ginjal, dan disfungsi trombosit.^{2,3,4}

Evaluasi lokasi pungsi jarum untuk anestesi regional untuk kemungkinan adanya infeksi dan abnormalitas anatomi. Pemeriksaan neurologis menyeluruh prabedah diperlukan bila terdapat riwayat defisit neurologis. Kesulitan untuk memosisikan pasien akibat bentuk tubuh, nyeri, instabilitas sendi, fraktur, dan/atau fusi harus diperhatikan. Edukasi prabedah mengenai prosedur pembedahan, pilihan anestesi/analgesia, perawatan pascabedah yang sesuai dan rencana rehabilitasi pascabedah harus diberikan.

Tabel 51.1 Panduan American Society of Regional Anesthesia (ASRA) untuk anestesi neuraksial dan antitrombolitik

Agen	Panduan ASRA untuk Anestesi Neuraksial
Warfarin	Hentikan 4-5 hari sebelum blok neuraksial, konfirmasi normalisasi INR sebelum insersi jarum. Kateter harus dilepas dengan INR <1,5. Pelepasan kateter dengan INR 1,5-3,0 memerlukan neuromonitoring. Dosis warfarin harus dihentikan pada INR >3,0
Antiplatelet	
Aspirin	Tidak ada kontraindikasi.
Clopidogrel	Hentikan 7 hari sebelum blok neuraksial. Jika blok neuraksial dilakukan antara 5-7 hari, pemulihan fungsi trombosit harus dikonfirmasi.
Prasugrel	Hentikan 7-10 hari sebelum blok neuraksial. Tunggu selama 9 jam setelah blok neuraksial atau pelepasan kateter sebelum pemberian obat.
Ticagrelor	Hentikan 5-7 hari sebelum blok neuraksial. Tunggu selama 10 jam setelah blok neuraksial atau pelepasan kateter sebelum pemberian obat.
Ticlopidine	Hentikan 14 hari sebelum blok neuraksial.
Heparin	
LMWH	Prabedah: tunggu 10-12 jam setelah dosis profilaksis, 24 jam setelah dosis terapeutik. Pascabedah: kateter harus dilepas minimal 2 jam sebelum memulai dosis 2 kali sehari. Untuk LMWH dosis tunggal, kateter dapat dipertahankan, tetapi harus dilepas setelah 10-12 jam dari dosis terakhir.
Subkutan	10.000 unit per hari atau kurang: tidak ada kontraindikasi; >10.000 unit per hari, gunakan dengan hati-hati. Periksa jumlah trombosit jika mendapat heparin > 4 hari.
Intravena	Hentikan 2-4 jam sebelum pelepasan kateter. Tunggu 1 jam setelah blok neuraksial atau pelepasan kateter sebelum pemberian obat.
Trombin dan inhibitor Xa	
Dabigatran	Hentikan 5 hari sebelum blok neuraksial. Tunggu 6 jam setelah blok neuraksial atau pelepasan kateter sebelum pemberian obat.
Apixaban	Hentikan 3 hari sebelum blok neuraksial. Tunggu 7 jam setelah blok neuraksial atau pelepasan kateter sebelum pemberian obat.
Rivaroxaban	Hentikan 3 hari sebelum blok neuraksial. Tunggu 8 jam setelah blok neuraksial atau pelepasan kateter sebelum pemberian obat.
Trombolitik/fibrinolitik/inhibitor trombin	Teknik neuraksial merupakan kontraindikasi kecuali pada keadaan tertentu.

INR, *international normalized ratio*; LMWH, *low-molecular-weight heparin*
Tabel diadaptasi dari Barash PG, et al., 2017.²

PEMILIHAN TEKNIK ANESTESI

Teknik anestesi regional dapat digunakan karena prosedur ortopedi umumnya terlokalisir dan pada ekstremitas, kecuali bila terdapat kontraindikasi. Teknik anestesi regional lebih baik dibanding

anestesi umum, karena mempercepat rehabilitasi dan pemulihan pasien, memberikan analgesia pascabedah yang baik, mengurangi insiden mual dan muntah, depresi respirasi dan kardiak lebih minimal, meningkatkan perfusi melalui blok simpatis, mengurangi perdarahan, dan mengurangi risiko tromboemboli.² Anestesi regional tidak membutuhkan manipulasi jalan napas, dan pasien yang sadar dapat diposisikan lebih aman dan nyaman untuk

pembedahan.⁵ Pemilihan teknik regional dan jenis anestetik lokal tergantung pada durasi pembedahan, durasi analgesia pascabedah, derajat blok motorik/sensorik yang diperlukan untuk rehabilitasi/ambulansi, dan perlu tidaknya simpatektomi pascabedah.

PNEUMATIC TOURNIQUET

Tourniquet digunakan pada intraoperatif untuk mengurangi perdarahan sehingga lapangan operasi lebih jelas terlihat. Penggunaan *tourniquet* dapat menimbulkan ketidakstabilan hemodinamik, nyeri, hromboemboli dan emboli paru.⁵ Inflasi dari *tourniquet* biasanya diatur kurang lebih 100 mmHg lebih tinggi dari tekanan darah sistolik pasien. Pemakaian *tourniquet* lebih dari 2 jam akan menyebabkan iskemik pada otot, rhabdomyolisis, atau kerusakan permanen saraf perifer.⁹

Nyeri akibat penggunaan *tourniquet* akan dirasakan dalam waktu beberapa menit saja setelah pasien diberikan tekanan inflasi 100 mmHg di atas tekanan darah sistolik. Pada kasus anestesi regional, nyeri akibat penggunaan *tourniquet* akan berangsur-angsur dirasakan menjadi berat sehingga terkadang memerlukan tambahan analgetik intravena. Pada saat tindakan bedah, dapat ditemukan kondisi hipertensi, takikardi dan diaphoresis intraoperatif.¹⁰

Faktor-faktor yang memengaruhi nyeri *tourniquet* dan terjadinya hipertensi pada pemakaian *tourniquet*:

- Teknik anestesi (anestesi regional atau umum)
- Luas blok anestesi regional, tergantung dermatom penyebaran anestetik lokal dan saraf perifer yang terblok
- Densitas blok (pilihan obat dan dosis)
- Obat ajuvan yang diberikan, baik intravena atau kombinasi dengan anestetik lokal

Pengempisan manset *tourniquet* dapat disertai dengan penurunan signifikan tekanan vena sentral dan tekanan darah arterial. Denyut jantung meningkat dan suhu tubuh menurun. Pembersihan sisa metabolik yang terakumulasi pada ekstremitas yang iskemik dapat PaCO_2 , ETCO_2 , kadar laktat serum, dan kalium serum. Perubahan metabolik ini dapat menyebabkan peningkatan ventilasi per menit pasien yang bernapas spontan dan dapat mencetuskan aritmia. Iskemia akibat pemasangan *tourniquet* pada ekstremitas bawah dapat menyebabkan pembentukan trombosis vena. *Tourniquet* dapat digunakan dengan aman pada pasien dengan tetap mempertahankan pasien dalam keadaan oksigenasi yang baik, normokarbia atau hipokarbia, hidrasi, dan normotermi^{6,11-15}.

MANAJEMEN ANESTESI UNTUK PEMBEDAHAN TULANG BELAKANG

Pembedahan tulang belakang yang paling sering dilakukan pada keadaan kompresi akar atau batang saraf, baik akibat trauma ataupun proses degenerasi. Kelainan kesejajaran tulang juga merupakan kasus yang sering dilakukan pada bedah tulang belakang.²³

1. Trauma tulang belakang

Cedera tulang belakang sering berkaitan dengan cedera medula spinalis akut yang membutuhkan pembedahan untuk tindakan stabilisasi kolumna spinalis dan mencegah kecacatan. Cedera servikal merupakan cedera yang paling sering karena merupakan bagian yang paling dinamis. Cedera servikal akan lebih berdampak pada fungsi sensori, motorik, dan otonom dibanding cedera pada level yang lebih rendah. Selain itu, fungsi otot pernapasan dapat terpengaruh bila lesi mengenai level di atas C5.^{6,24}

Cedera pada level torakal dapat menyebabkan gangguan fungsi saraf akselerator jantung sehingga timbul bradikardia dan hipotensi. Kontrol pengaturan suhu akan hilang pada cedera spinal karena hilangnya fungsi berkeringat dan vasodilatasi pembuluh darah kulit akibat hilangnya fungsi simpatik.⁶

Kunci utama adalah resusitasi segera dan stabilisasi fungsi organ vital, cegah cedera saraf, cegah pergeseran lanjut cedera spinal dan iskemia, tata laksana bedah dan strategi neuroprotektif untuk mencegah cedera medula spinalis sekunder.⁵ Pengamanan jalan napas pada cedera servikal dilakukan sambil menjaga stabilisasi *inline* dengan menggunakan alat bantu intubasi seperti laringoskopi video dan bronkoskopi fiberoptik. Foto servikal dapat membantu identifikasi lokasi cedera tulang, tetapi tidak sensitif terhadap cedera jaringan lunak. Cedera di atas servikal C3 dapat mengakibatkan hilangnya fungsi diafragma dan membahayakan pasien sehingga pasien harus segera diintubasi. Succinylcholine dapat digunakan pada 24 jam pertama setelah cedera. *The 2010 American Heart Association Guidelines and Emergency Cardiovascular Care* menyatakan bahwa penggunaan manuver Sellick untuk pengamanan jalan napas tidak lagi direkomendasikan.²⁵

Hipotensi dan anemia harus dihindari karena dapat menyebabkan cedera sekunder pada medula spinalis. Pemantauan tekanan darah invasif dan

infus ukuran besar (bila perlu kateter vena sentral) direkomendasikan. MAP harus dijaga di atas 85 mmHg untuk memastikan perfusi medula spinalis yang adekuat selama 7 hari pascabedah.²⁵

Kortikosteroid dapat diberikan meskipun mekanisme kortikosteroid sebagai neuroprotektif belum jelas, tetapi diduga kortikosteroid dapat mengurangi edema vasogenik, meningkatkan perfusi medula spinalis, bersifat anti inflamasi dan melawan radikal bebas. Steroid dapat menimbulkan efek samping gangguan regulasi glukosa dan dapat mempermudah terjadinya infeksi. Saat ini, *American Association of Neurological Surgeons* dan *Congress of Neurological Surgeons* tidak merekomendasikan penggunaan steroid dosis tinggi pada pasien cedera spinal.²⁴

Prinsip utama anestesi pada trauma tulang belakang adalah menjaga tekanan darah adekuat dan monitor fungsi saraf intraoperatif. Kesulitan dalam pembedahan tulang belakang meliputi adanya tindakan osteotomi, fusi beberapa level, kemungkinan terjadinya perdarahan pembedahan dan kebutuhan penggunaan ventilator pascabedah. Pasien mungkin membutuhkan fiksasi kepala Mayfield. Koagulopati dan anemia sering terjadi sehingga pemantauan terhadap gas darah arteri, parameter koagulasi, konsentrasi hemoglobin, jumlah trombosit perlu dilakukan. Penggunaan antifibrinolitik dapat menurunkan risiko perdarahan, tetapi dapat juga meningkatkan risiko komplikasi trombotik.²⁴

2. Degenerasi tulang belakang

Kompresi akibat proses degeneratif dapat terjadi akibat protrusi diskus intervertebralis atau osteofit (spondilosis) ke dalam kanal medularis atau foramen intervertebralis. Prolaps biasa terjadi pada lumbar L4 atau L5 atau pada servikal C5 atau C6.²⁴

Traksi atau bidai dapat memengaruhi penilaian jalan napas. Defisit neurologis harus didokumentasikan. Pasien dengan kondisi servikal yang tidak stabil dapat diintubasi sadar dengan menggunakan laringoskopi video, bronkoskopi fiberoptik atau teknik tidur dengan napas spontan dan stabilisasi *inline*.^{24,26}

Bedah tulang belakang sebagian besar berada pada posisi telungkup, sehingga harus dipertimbangkan akibat perubahan posisi pada pasien. Pertimbangan lain meliputi perdarahan, distraksi luas selama instrumentasi spinal (*Harrington rod* atau fiksasi *pedicle screw*) dapat menambah cedera medula spinalis. Ventilasi satu paru mungkin diperlukan

pada pembedahan transtoraks. Instrumentasi tulang belakang membutuhkan pengawasan cedera tulang medula spinalis intraoperatif. Teknik *intraoperative wake-up* dapat dilakukan guna menilai fungsi motorik. Monitoring fungsi saraf intraoperatif (somatosensorik atau *motor evoked potential*) diperlukan. Begitu fungsi motorik telah dinilai, maka anestesi dapat didalamkan kembali. Penggunaan pelumpuh otot harus dipertimbangkan bila menggunakan teknik ini.

3. Bedah koreksi

Bedah koreksi meliputi koreksi skoliosis, kifosis, kifoskoliosis, dan bedah revisi pada pasien dengan fusi torakolumbar sebelumnya. Skoliosis toraks mengakibatkan pemendekan rongga dada sehingga COMPLIANS dinding dada berkurang dan terjadi restriktif paru. The Scoliosis Research Society membuat standardisasi metode untuk menilai keparahan skoliosis, yaitu dengan menggunakan *Cobb's angle*. *Cobb's angle* yang melebihi 65° akan mengakibatkan penurunan volume paru secara bermakna. Berkurangnya kapasitas paru melebihi 40% merupakan indikasi keperluan ventilasi pascabedah.²⁴ Selain permasalahan paru, perlu dilakukan evaluasi neurologik karena defisit neurologi yang sebelumnya telah ada akan meningkatkan risiko terjadinya cedera medula spinalis selama pembedahan.

Pembedahan koreksi deformitas tulang belakang berkaitan dengan perdarahan. Berbagai faktor yang memengaruhi perdarahan antara lain teknik pembedahan, durasi pembedahan, jumlah perdarahan yang difusi, tekanan arteri rerata, abnormalitas trombosit, koagulopati dilusi, dan fibrinolisis primer.²⁴ Perdarahan dapat dikurangi dengan posisi pasien yang tepat sehingga tekanan intra-abdomen tidak meningkat, hemostasis pembedahan yang baik, teknik hipotensi kendali, pemberian *blood salvage*, hemodilusi volume normal intraoperatif, pemberian obat-obat yang mempercepat pembentukan bekuan darah, dan melaksanakan donor autolog prabedah.²⁷

Keberhasilan pemulihan pasien tergantung pada ambulasi segera, tata laksana nyeri yang adekuat, dan mual muntah yang minimal. Nyeri pascabedah dan masa pemulihan merupakan dua hal yang paling dikhawatirkan pasien yang menjalani pembedahan ortopedi. Pembedahan ortopedik dengan prostetik merupakan salah satu pembedahan yang paling nyeri. Prinsip tata laksana nyeri pascabedah adalah menggunakan kombinasi agen analgesia untuk

Tabel 51.2 Analgesia multimodal untuk pembedahan ortopedi

Agen	Mekanisme Kerja	Efek Samping	Konsiderasi lain
Parasetamol/ asetaminofen	Inhibisi COX (dominan COX-2)	Hepatotoksik	Hindari pada penyakit hati dan alkoholisme
NSAID			
Ketorolac, meloxicam, ibuprofen	Inhibisi COX 1/2	Nefrotoksik Gastritis Dapat mengganggu penyembuhan tulang	Hindari pada gangguan ginjal dan/atau <i>inflammatory bowel disease</i>
Celecoxib	Selektif inhibisi COX-2	Nefrotoksik Gastritis	Hindari pada gangguan ginjal dan penyakit arteri koroner Hindari pada pasien dengan alergi sulfa
Antikonvulsan			
Gabapentin, pregabalin	Mengikat kanal Ca ²⁺	Mengantuk, pusing, edema perifer	Penyesuaian dosis untuk gangguan ginjal
Opioid			
Nontradisional			
Metadon	Agonis opioid, antagonis NMDA reseptor, menghambat <i>reuptake</i> NE	Mengantuk, sedasi, konstipasi, pusing, mual/muntah	Memerlukan agen promotilitas usus
Tramadol, tapentadol	Agonis lemah opioid- μ , menghambat <i>reuptake</i> NE		Tramadol juga memblokir <i>reuptake</i> 5-HT; afinitas ikatan terhadap reseptor opioid 6000x lebih rendah dibanding morfin
Lain-lain			
Ketamin	Antagonis reseptor NMDA	Takikardi, disforia	Hindari pada peningkatan TIK, asma
Lidokain	Blok kanal Na ⁺ sehingga memblok konduksi saraf	Disfungsi hepatic	<i>Patch</i> transdermal atau infus
Dexmedetomidin	Agonis adreno reseptor α -2	Bradikardi Hipotensi	Hanya melalui infus

COX, *cyclooxygenase*; NSAID, *nonsteroid anti-inflammation drug*; NMDA, *N-methyl-D-aspartate*; NE, norepinefrin; TIK, tekanan intrakranial

Tabel diadaptasi dari Barash PG, et al., 2017.²

mengoptimalkan keseimbangan antara efisiensi dan efek samping (teknik multimodal).²⁴

PERAWATAN PASCABEDAH PADA PASIEN DENGAN PEMBEDAHAN TULANG BELAKANG

Sebagian besar pasien dapat diekstubasi segera pascabedah tulang belakang, jika tidak terjadi komplikasi selama prosedur dan nilai kapasitas vital prabedah cukup baik. Ventilasi mekanik

pascabedah diperlukan pada pasien dengan kelainan neuromuskular, restriktif paru berat dengan prediksi kapasitas vital prabedah kurang dari 35%, gagal jantung kanan, obesitas, atau *sleep apnea*. Pada pascaproedur lama, dengan invasi ke rongga toraks, atau kehilangan darah lebih dari 30 ml/kg mungkin diperlukan ventilasi mekanik pascabedah. Resusitasi agresif intraoperasi akibat kehilangan darah banyak, dengan pasien dalam posisi telungkup, dapat menyebabkan edema fasial dan laringeal sehingga patensi jalan napas pascabedah dapat terganggu. Dalam keadaan ini ekstubasi segera pascabedah tidak

disarankan. Adanya sisa efek opioid dan pelumpuh otot pascabedah dapat menyebabkan terjadinya hipoventilasi dan apnea, terutama pada pasien dengan penyakit neuromuskular. Status neurologis dimonitor ketat untuk menentukan kesiapan ekstubasi²⁴.

Ventilasi mekanik pascabedah dapat diteruskan selama beberapa jam, dengan elevasi kepala, sampai hipotermia dan gangguan metabolik telah dikoreksi serta edema fasial dan jalan napas membaik. Spirometri intensif mungkin diperlukan untuk mencegah atelektasis dan pneumonia pascaekstubasi. Tekanan darah sistemik, produksi urine, dan drain dipantau untuk memastikan resusitasi adekuat dan tidak adanya perdarahan pascabedah yang signifikan.

Analgesia pascabedah pada pembedahan tulang belakang biasanya menggunakan opioid sistemik. Pemberian opioid yang adekuat dan aman dapat dicapai dengan alat *patient-controlled analgesia*. Efek samping opioid yang dapat dijumpai di antaranya depresi respirasi, sedasi, dan ileus. Analgesia multimodal menjadi standar baku untuk penatalaksanaan nyeri pascabedah dan sangat bermanfaat setelah pembedahan tulang belakang. Kombinasi infiltrasi luka dengan anestesi lokal dan injeksi morfin intratekal memberikan analgesia yang efektif dan berkurangnya efek samping pascabedah. Penambahan analgetik nonopioid, di antaranya OAINS, kortikosteroid, asetaminofen, atau antikonvulsan, dapat mengurangi penggunaan opioid, meningkatkan analgesia, dan mengurangi efek samping penggunaan opioid.

KOMPLIKASI PERIOPERATIF

BONE CEMENT SYNDROME

Bone cement adalah suatu senyawa *polymethylmethacrylate* yang biasa digunakan pada operasi arthroplasti. *Bone cement* merupakan penggabungan dari cairan monomer inisiator dan penstabil *methylmethacrylate* (MMA) dengan bubuk MMA. Campuran ini akan menimbulkan reaksi eksotermik yang akhirnya mengeras dan menyatukan komponen prostetik dengan tulang. Reaksi eksotermik ini akan menyebabkan tekanan intramedular meningkat (hipertensi intermedular >500 mmHg) yang dapat menyebabkan terjadinya emboli lemak, sumsum tulang, dan udara pada pembuluh darah vena.

Emboli ini akan menyebabkan emboli pada paru, MMA monomer yang terserap ke dalam sirkulasi akan menyebabkan vasodilatasi dan menurunkan resistensi vaskular sistemik.^{6,7} Manifestasi klinis *bone cement syndrome* adalah:

- Hipotensi
- Hipoksia (peningkatan pirau pulmoner), sesak napas
- Aritmia (blok dan *sinus arrest*), takikardi
- Penurunan kesadaran
- Hipertensi pulmonal (akibat peningkatan resistensi vaskular paru)
- Gagal jantung kanan

Tata laksana intraoperatif pada pasien yang mendapat *bone cement*:

- Meningkatkan konsentrasi oksigen inspirasi sebelum *bone cement* dimasukkan⁸
- Menjaga pasien dalam keadaan euvolemik⁸
- Operator membuat lubang ventilasi di bagian distal femur untuk mengurangi tekanan intramedular
- Operator membersihkan tulang femoral dengan pembersih bertekanan tinggi untuk membersihkan debris (potensi mikroemboli).

SINDROM EMBOLI LEMAK

Sindrom emboli lemak secara klasik timbul dalam 72 jam setelah fraktur tulang panjang atau pelvis, dengan trias yang terdiri dari sesak napas, delirium, dan petekiae. Sindrom ini juga dapat terjadi pada pascaresusitasi kardiopulmonari, nutrisi parenteral dengan infus lemak, dan penyedotan lemak. Terdapat dua teori terjadinya sindrom emboli lemak. Teori yang paling dikenal adalah globulus lemak dilepaskan akibat penghancuran sel lemak di tulang yang mengalami fraktur. Globulus lemak kemudian masuk ke dalam sirkulasi melalui sobekan pada pembuluh darah medular. Teori lain menyatakan bahwa globulus lemak merupakan kilomikron yang berasal dari agregasi asam lemak bebas di sirkulasi, yang terjadi akibat perubahan metabolisme asam lemak. Apa pun sumbernya, peningkatan kadar asam lemak bebas dapat menimbulkan efek toksik pada membran kapiler alveolar, menyebabkan pelepasan amin-amin vasoaktif dan prostaglandin, serta timbulnya distress pernapasan^{6,15}.

Manifestasi klinis (agitasi, delirium, sopor, atau koma) menunjukkan kerusakan kapiler pada sirkulasi serebral, edema serebral, dan hipoksia. Diagnosis sindrom emboli lemak ditunjukkan dengan adanya:¹⁶

- Petekiae pada dada, ekstremitas atas, aksila, dan konjungtiva
- Globulus lemak pada retina, urine, atau sputum
- Gangguan koagulasi seperti trombositopenia dan masa pembekuan yang memanjang
- Hipoksia ringan dan radiografi dada normal sampai hipoksia berat dan foto torak menunjukkan bercak infiltrat pulmoner.

Sebagian besar tanda dan gejala klasik dari sindrom emboli lemak terjadi 1–3 hari setelah peristiwa awal. Selama anestesi umum dapat dijumpai gejala penurunan $ETCO_2$, saturasi oksigen arterial atau peningkatan tekanan arteri pulmonar. Elektrokardiografi dapat menunjukkan gejala iskemik dengan perubahan segmen ST dan *strain* pada jantung kanan.

Terapi terdiri dari dua tahap: profilaksis dan suportif. Stabilisasi dini fraktur dapat mengurangi insiden sindrom emboli. Terapi suportif terdiri dari terapi oksigen dengan ventilasi positif. Kortikosteroid dosis tinggi dapat bermanfaat, khususnya bila ada edema serebral.¹⁷

DVT (DEEP VEIN THROMBOSIS)

Trombosis vena dalam (DVT) dan emboli paru (PE) menjadi penyebab utama morbiditas dan mortalitas operasi ortopedik pelvis dan ekstremitas bawah. Faktor-faktor risiko DVT meliputi:¹⁸

- obesitas
- usia >60 tahun
- prosedur yang berlangsung >30 menit
- penggunaan *tourniquet*
- fraktur ekstremitas bawah
- imobilisasi lebih dari 4 hari

Pasien yang memiliki risiko tinggi adalah pasien bedah panggul dan rekonstruksi lutut. Insiden emboli paru yang signifikan secara klinis setelah pembedahan panggul dilaporkan mencapai 20%, sementara emboli paru yang fatal sebanyak 1–3%. Patofisiologis utama meliputi stasis vena dan keadaan hiperkoagulasi akibat respons inflamasi terlokalisasi dan sistemik pembedahan. Pencegahan DVT adalah dengan pemberian antikoagulan profilaksis seperti heparin dosis rendah, warfarin, LMWH, dan penggunaan kompresi *pneumatic* intermitten.^{6,19}

Anestesi neuraksial dengan atau tanpa anestesi umum dapat mengurangi komplikasi tromboemboli,

akibat peningkatan aliran darah vena ekstremitas bawah, efek antiinflamasi sistemik anestetik lokal, penurunan reaktivitas trombosit, penekanan peningkatan faktor VIII dan faktor von Willebrand pascabedah, penekanan reaksi penurunan antitrombin III pascabedah, dan penekanan respons stres. Lidokain intravena terbukti dapat mencegah trombosis, meningkatkan fibrinolisis, dan menurunkan agregasi trombosit.¹⁹ Terapi antikoagulan atau fibrinolitik (misal, urokinase) meningkatkan risiko hematoma spinal atau epidural pada anestesi neuraksial, tetapi bahaya pemberian antikoagulan dosis rendah prabedah masih kontroversial.^{21–23}

KOMPLIKASI PEMBEDAHAN TULANG BELAKANG

Venous air embolism (VAE) merupakan komplikasi yang dapat terjadi, terutama pada laminektomi, karena banyak tulang yang terpapar dan lokasi pembedahan di atas posisi jantung. VAE ditandai dengan hipotensi tiba-tiba dengan peningkatan konsentrasi nitrogen *end-tidal*. Diagnosis dan tata laksana yang tepat dapat menyelamatkan pasien. Pencegahan VAE adalah ekspansi volume intravaskular, posisikan pasien dengan hati-hati, pemberian PEEP, dan kompresi vena jugular. Penatalaksanaan VAE di antaranya membanjiri area pembedahan dengan saline, mengontrol area pembedahan tempat masuknya udara, memosisikan pasien dengan area pembedahan di bawah atrium kanan, aspirasi udara dari kateter vena sentral, menghentikan inhalasi nitrit oksida, dan resusitasi dengan oksigen, cairan intravena, serta agen inotropik. Pada pasien dengan emboli masif, resusitasi jantung paru dilakukan dalam posisi telentang.²⁴

Kebutaan merupakan komplikasi nonfatal yang jarang terjadi setelah pembedahan tulang belakang. Kebutaan dapat disebabkan karena optik neuropati, oklusi arteri retina, atau iskemia serebral. Sebagian besar kasus berhubungan dengan hipotensi intraoperatif yang signifikan, anemia, perdarahan masif intraoperatif, dan waktu pembedahan yang memanjang. Faktor risiko iskemik optik neuropati setelah pembedahan tulang belakang di antaranya jenis kelamin laki-laki, penggunaan *Wilson frame*, durasi anestesi yang lama, perdarahan yang banyak, dan penggunaan cairan nonkoloid.

REFERENSI

1. Miller RD, Cohen NH, Eriksson LI, Fleisher LA, Wiener-Kronish JP, Young WL. Miller's Anesthesia. Edisi kedelapan. Philadelphia: Elsevier; 2015
2. Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK, Calahan MK, Stock MC, Ortega R dkk. Clinical Anesthesia. Edisi kedelapan. Philadelphia: Wolters Kluwer. 2017.
3. Cappelleri G, Fanelli A. Use of direct oral anticoagulants with regional anesthesia in orthopedic patients. *J Clin Anesth* 2016 08; 32: 224–35.
4. Checketts, Matthew R. Regional anaesthesia in patients taking anticoagulant drugs. *Anaesthesia and intensive care medicine* 2018; 19: 11: 611–4.
5. Sophie E Regional anaesthesia for orthopaedic procedures. *Anaesthesia and intensive care medicine* 2018; 19: 4: 164–170.
6. Butterworth IV JF, Mackey DC, Wasnick JD. Morgan & Mikhail's Clinical Anesthesiology. Edisi ke-6. New York: McGraw-Hill Education; 2018.
7. Singh V, Bhakta P, Zietak E, Hussain A. Bone cement implantation syndrome: a delayed postoperative presentation. *J Clin Anesth* 2016 06; 31: 274–7.
8. Kaufmann KB, Baar W, Rexer J, Loeffler T, Heinrich S, Konstantinidis L, et al. Evaluation of hemodynamic goal-directed therapy to reduce the incidence of bone cement implantation syndrome in patients undergoing cemented hip arthroplasty—a randomized parallel-arm trial. *BMC Anesthesiology* 2018; 18.
9. Mohler LR, Pedowitz RA, Myers RR, Ohara WM, Lopez MA, Gershunni DH. Intermittent reperfusion fails to prevent post tourniquet neurapraxia. *J Hand Surg Am* 1999; 24: 687–93.
10. Sharma J, Salhotra R. Tourniquets in orthopedic surgery. *Indian Journal of Orthopaedics* 2012 07; 46(4): 377–83.
11. Granger DN, Benoit JN, Suzuki M, Grisham MB. Leukocyte adherence to venular endothelium during ischemia reperfusion. *Am J Physiol* 1989; 257: G683–8.
12. Hernandez LA, Grisham MB, Twohig B, Arfors KE, Harlan JM, Granger DN. Role of neutrophils in ischemia reperfusion-induced micro vascular injury. *Am J Physiol* 1987; 253: H699–703.
13. Stokes KY, Abdih HK, Kelly CJ, Redmond HP, Bouchier-Hayes DJ. Thermo tolerance attenuates ischemia reperfusion induced renal injury and increased expression of ICAM-1. *Transplantation* 1996; 62: 1143–9.
14. Wakai A, Wang JH, Winter DC, Street JT, O'Sullivan RG, Redmond HP. Tourniquet induced systemic inflammatory response in extremity surgery. *J Trauma* 2001; 51: 922–6.
15. Akhtar S. Fat Embolism. *Anesthesiology clinics* 2009; 27:3: 533–550.
16. Aviloglu K, Yanar H. Fat embolism syndrome. *Surg Today* 2007; 37: pp. 5–8
17. Heinrich H, Kremer P, Winter H, et al. Transesophageal 2-dimensional echocardiography in hip endoprostheses. *Anaesthesist* 1985; 34: pp. 118–23.
18. Büyükyılmaz F. Risk level analysis for deep vein thrombosis (DVT): A study of Turkish patients undergoing major orthopedic surgery. *Journal of vascular nursing* 2015; 33: 3: 100–5.
19. Kulshrestha V. DVT Prophylaxis After TKA: Routine Anticoagulation Vs Risk Screening Approach—A Randomized Study. *The Journal of arthroplasty* 2013; 28: 10: 1868–73.
20. Brueckner S, Reinke U, Roth-Isigkeit A, Eleftheriadis S, Schmucker P, Siemens HG. Comparison of general and spinal anesthesia and their influence on hemostatic markers in patients undergoing total hip arthroplasty. *J Clin Anesth* 2003; 15(6): 433–40.
21. Skilton RW. Epidural haematoma following anticoagulant treatment in a patient with an indwelling epidural catheter. *Anaesthesia* 1998; 53: 7: 691.
22. Prasanthi M, Walker B, Fisahn C, Page J, Diaz V, Zwillman ME, et al. Subdural Thoracolumbar Spine Hematoma after Spinal Anesthesia: A Rare Occurrence and Literature Review of Spinal Hematomas after Spinal Anesthesia. *Cureus* 2017; 9(2).
23. Wang J. Delayed Spinal Epidural Hematoma After Epidural Catheter Removal With Reinitiation of Warfarin. *Journal of cardiothoracic and vascular anesthesia* 2014; 28:6: 1566–9.
24. Farag E. Anesthesia For Spine Surgery. UK: Cambridge University Press. 2012.
25. Scher CS. Anesthesia for Trauma. New York: Springer. 2014.
26. Wetsch WA. Comparison of different video laryngoscopes for emergency intubation in a standardized airway manikin with immobilized cervical spine by experienced anaesthetists. A randomized, controlled crossover trial. *Resuscitation journal* 2011; 83: 6: 740–5.
27. Ridgeway S, Tai C, Alton P, Barnardo P, Harrison DJ. Predonated autologous blood transfusion in scoliosis surgery. *J Bone Joint Surg Br* 2003; 85: 1032–6.

Anestesiologi dan Terapi Intensif

“Dokter spesialis Anestesiologi dan Terapi Intensif di Indonesia membutuhkan peningkatan kompetensi secara berkesinambungan dengan latar belakang pengetahuan dan keterampilan yang mumpuni untuk memenuhi pelayanan yang optimal. Pendidikan menjadi salah satu pilar penting dalam pembentukan dokter spesialis Anestesiologi dan Terapi Intensif yang kompeten. Buku ini diharapkan dapat mendukung pendidikan dokter spesialis dan subspecialis anestesiologi dan terapi intensif yang nantinya diharapkan memiliki bekal keilmuan yang cukup untuk memberikan pelayanan berkualitas, optimal, dan profesional di bidang anestesi dan terapi intensif.”

—**dr. Andi Wahyuningsih Attas, Sp.An, KIC, MARS**
Ketua PP PERDATIN

“Anestesiologi dan Terapi Intensif adalah ilmu yang berkembang dengan sangat pesat dalam dekade terakhir. Menyadari luasnya cakupan bidang ilmu tersebut, kami mengajak seluruh program studi pendidikan dokter spesialis anestesiologi dan terapi intensif serta keseminatan yang ada di Indonesia untuk terlibat dalam penyusunan buku ini. Kami berharap buku teks *Anestesiologi dan Terapi Intensif* ini dapat berguna tidak hanya bagi mahasiswa dan peserta didik program pendidikan dokter spesialis anestesiologi, tetapi juga bagi pengembangan keprofesian dokter spesialis dan subspecialis anestesiologi di Indonesia.”

—**Prof. Dr. dr. Nancy Margarita Rehatta, Sp.An, KNA, KMN**
Ketua Tim Editor Anestesiologi dan Terapi Intensif: Buku Teks KATI-PERDATIN,
Ketua Kolegium Anestesiologi dan Terapi Intensif

Anestesiologi dan Terapi Intensif; Buku Teks KATI-PERDATIN:

- Terdiri dari 17 bagian dan 117 bab;
- Mengulas tentang fisiologi dan farmakologi yang berhubungan dengan anestesi dan terapi intensif, juga tentang praktik manajemen anestesi, penanggulangan nyeri, kegawatdaruratan, serta terapi intensif pada berbagai prosedur dan komorbid pasien;
- Disajikan secara holistik, komprehensif, dan sesuai dengan pedoman terkini;
- Ditulis oleh para spesialis dan subspecialis anestesiologi dari berbagai institusi pendidikan di Indonesia.

Penerbit
PT Gramedia Pustaka Utama
Kompas Gramedia Building
Blok I Lantai 5
Jl. Palmerah Barat 29–37
Jakarta 10270
www.gpu.id

