

LAPORAN KASUS

MANAJEMEN HEMODINAMIK MENGGUNAKAN *ELECTRICAL CARDIOMETRY* (EC) DENGAN MEMPERTIMBANGKAN PARAMETER MAKROSIRKULASI DAN MIKROSIRKULASI

Sudadi, Mahmud, Hajar Rafika Rani*

Konsultan Anestesi dan Terapi Intensif FKMK UGM/ RSUP Dr Sardjito Yogyakarta

* Peserta PPDS I Anestesiologi dan Terapi Intensif FKMK UGM/ RSUP Dr Sardjito Yogyakarta

ABSTRAK

Dilaporkan Seorang wanita usia 62 tahun dengan peritonitis kecurigaan perforasi usus yang dilakukan laparotomi eksplorasi. Pasien status fisik ASA 2 dengan geriatri, leukositosis, hipokalemia, hypoalbuminemia. Pasien dilakukan pembiusan dengan anestesi umum dengan analgesia epidural. Operasi berjalan selama 5 jam. Pasca operasi pasien ditransfer ke post anesthesia care unit (PACU) dan dilakukan pengukuran EC sebelum dan sesudah manajemen hemodinamik pasca operasi. Perubahan curah jantung yang terlihat dengan pengukuran EC dengan mempertimbangkan nilai laktat sebagai parameter mikrosirkulasi dapat digunakan untuk memprediksi respon hemodinamik terhadap cairan.

Kata kunci: Monitoring non invasif, electric cardiometry, makrosirkulasi, mikrosirkulasi, laparotomi

ABSTRACT

A 62-year-old woman with peritonitis suspected of intestinal perforation who underwent exploratory laparotomy. Patients with ASA 2 physical status with geriatrics, leukocytosis, hypokalemia, hypoalbuminemia. The patient was under general anesthesia with epidural analgesia. The surgery runs for 5 hours. Postoperative patients were transferred to post-anesthesia care unit (PACU) and EC measurements were carried out before and after postoperative hemodynamic management. Changes in cardiac output seen by EC measurements by considering lactate values as microcirculation parameters can be used to predict hemodynamic responses to fluids.

Keywords: Non-invasive monitoring, electric cardiometry, macrocirculation, microcirculation, laparotomy.

PENDAHULUAN

Pembedahan kolorektal dilakukan atas indikasi kanker kolorektal, kolitis ulseratif, penyakit Crohn, obstruksi usus mekanik, divertikulitis obstruksi dan berulang sehingga membutuhkan rekonstruksi mayor pada traktus gastrointestinal.¹ Terapi cairan pada pasien yang menjalani pembedahan kolorektal dapat menjadi tantangan seperti pada keadaan hipovolemik dan syok sepsis. Sepsis abdomen dapat

menjadi komplikasi serius dan dapat didiagnosis selama, sebelum dan sesudah operasi. Sangat penting untuk dilakukan pengenalan awal pada komplikasi medis yang terjadi.²

Pada pasien kritis, resusitasi cairan merupakan komponen penting pada manajemen pasien, terlalu sedikit atau terlalu banyak cairan dapat berakibat fatal. Balans kumulatif positif pada hari keempat masuk unit intensif berhubungan dengan

peningkatan morbiditas. Pengambilan keputusan dalam hal manajemen cairan dapat diambil dengan bantuan parameter makrosirkulasi dan mikrosirkulasi.³

Respons makrosirkulasi terhadap pemberian cairan intravena berdasar pada prinsip hukum Frank-Starling jantung. Aliran balik vena (*Venous return*) selalu berbanding lurus dengan *cardiac output*. Komponen makrosirkulasi tercermin dalam tekanan darah, denyut jantung dan tekanan vena sentral (*central venous pressure* atau CVP).³

Respons pemberian cairan terhadap mikrosirkulasi mencakup peningkatan *flow* pada tingkat kapiler.³ Metode tak langsung dalam mengukur mikrosirkulasi diantaranya adalah dengan pengukuran laktat.⁴

Hingga saat ini, manajemen hemodinamik berkelanjutan membutuhkan monitoring hemodinamik invasif (*arterial catheter, central venous catheter, pulmonary artery catheter*). Saat ini tersedia teknologi monitoring yang berbeda dengan variable hemodinamik lanjut untuk memperkirakan parameter hemodinamik secara non invasif. Monitoring non invasif memiliki keuntungan diantaranya dapat memperkirakan *cardiac output* dan variable hemodinamik lanjut lain tanpa harus memasang jalur arteri maupun vena, penggunaannya relatif mudah dan tidak membutuhkan pelatihan khusus.⁵

Kardiometri elektrik atau *Electrical Cardiometry* (EC) merupakan pengukuran non invasif dalam menentukan *stroke volume* (SV) dan *cardiac output* (CO) dan parameter hemodinamik lain yang dapat diaplikasikan untuk pasien dewasa, anak dan neonatus. Alat EC telah terbukti dapat diandalkan untuk pengukuran hemodinamik dibandingkan dengan metode *gold standart* sebelumnya seperti termodilusi.⁶ Alat EC juga telah terbukti dapat mengukur *cardiac output* dalam berbagai situasi seperti pada pasien dengan penyakit kritis, pasien intraoperatif dan kateterisasi jantung pada anak dengan penyakit jantung kongenital.

Masih sedikit studi yang meneliti manajemen hemodinamik menggunakan teknologi noninvasif dengan mempertimbangkan kegunaan klinis dan efek terhadap keluaran pasien.⁵ Hal tersebut menjadi pertimbangan penulis untuk menilai hemodinamik

dengan EC dan melakukan perbandingan sebelum dan setelah manajemen hemodinamik secara individual pada pasien pasca reseksi usus halus pada kasus kanker usus dengan mempertimbangkan parameter makrosirkulasi dan mikrosirkulasi.

LAPORAN KASUS

Seorang wanita usia 62 tahun mengeluh nyeri seluruh lapang perut, demam (+), batuk (+), muntah (-), buang air besar dalam batas normal. Pasien dirawat selama 4 hari oleh dokter penyakit dalam namun keluhan nyeri perut tidak membaik, pasien juga mengeluhkan sesak napas. Pasien berobat ke RS swasta, mengeluh perut semakin kembung sehingga dilakukan pemeriksaan foto abdomen 3 posisi. Pasien dirujuk ke dengan peritonitis kecurigaan perforasi usus.

Pasien kemudian dirujuk ke IGD RSUP Dr. Sardjito dan dilakukan laparotomi eksplorasi.

Pasien mengaku sering melakukan pemeriksaan kesehatan di fasilitas kesehatan dan tidak terdapat riwayat darah tinggi, sakit gula, sesak, mengi, tidak ada riwayat operasi sebelumnya. Riwayat obat-obatan disangkal. Sebelum sakit pasien dapat melakukan aktifitas sehari-hari dengan baik, pasien merupakan seorang ibu rumah tangga. Berat badan pasien 60 kg, tinggi badan pasien 152 cm. indeks massa tubuh (IMT) sebesar 25.9 kg/m².

Pemeriksaan fisik saat masuk IGD meliputi : Keadaan umum lemah. *Airway clear. Breathing* RR 24x/menit, SpO₂ 94% on room air. *Circulation* N 102 x/menit TD 110/70 mmHg. *Disability* GCS E4V5M6 tanpa lateralisasi. *Extremity* 36.0 °C. Elektrokardiogram Normal sinus rhytm, 73 x/m, normoaksis. Foto thoraks Cor dan Pulmo dalam batas normal. Hasil Pemeriksaan Laboratorium saat pasien masuk ruang resusitasi IGD terlihat pada tabel 1.

Pasien didiagnosis sebagai peritonitis *et causa* perforasi organ berongga yang rencananya akan dilakukan tindakan laparotomi eksplorasi. Menurut *American Society of Anesthesiology* (ASA) pasien termasuk dalam status fisik ASA 2 dengan sepsis, geriatri, hipokalemia, hipoalbuminemia.

Pasien dilakukan pembiusan dengan anestesi umum dikombinasi dengan analgesia epidural.

Sebelum dilakukan pembiusan umum pasien dilakukan pemasangan epidural posisi duduk, pendekatan median, target ketinggian blok mulai T6 sampai S2, titik *puncture* di L3-4, ujung kateter di T12-L1, agen yang digunakan bupivakain isobarik 0.5% sebanyak 10 cc.

Obat yang dipakai untuk anestesi umum meliputi pemberian analgesik preemtif berupa fentanyl 125 mcg (2 mcg x berat badan), induksi dengan propofol 80 mg secara titrasi (1.3 mg x berat badan), relaksan otot menggunakan rocuronium 50 mg (0.8 mg x berat badan). Pasien dilakukan *maintenance* pembiusan umum menggunakan sevoflurane 2%, oksigen 2 lpm, air 2 lpm, bupivakain 0.25% via kateter epidural secara intermitten.

Operasi berjalan selama 5 jam, dimulai dari pukul 15.45 WIB sampai 17.45 WIB. Setelah dilakukan eksplorasi ternyata ditemukan divertikulitis perforasi multipel sehingga dilakukan reseksi luas sepanjang 50 cm. Perdarahan berkisar 500 cc dengan *urin output* sebesar 2.27 cc/BB/jam.

Pasca operasi pasien ditransfer ke PACU, pasien tiba di PACU pada pukul 22.30 WIB dalam keadaan tersedasi, terintubasi dengan *endotracheal tube* (ETT) dengan bantuan oksigen melalui *bag valve mask*. Pasien dilakukan pemasangan monitoring hemodinamik berupa manset tekanan darah, electrode, pulse oksimetri, pengukuran suhu dilakukan manual secara berkala. Pasien dipasang infus pump dan syringe pump untuk obat titrasi. Dilakukan perencanaan pengukuran hemodinamik tiap jam dan pengukuran keluaran urin dan balans cairan tiap 2 jam. Pemeriksaan darah lengkap dan analisis gas darah juga dilakukan segera setelah pasien masuk PACU. Pemeriksaan tambahan lain untuk memperkuat pertimbangan rencana terapi dilakukan dengan cara non invasif menggunakan EC, dilakukan pemeriksaan sebelum manajemen hemodinamik dan sesudah manajemen hemodinamik saat di PACU.

Teknik melakukan pengukuran dengan EC adalah dengan memposisikan pasien secara *supine*, empat sensor elektroda, pertama : direkatkan 5 cm diatas dasar leher kiri, kedua : direkatkan pada dasar leher kiri, ketiga : direkatkan pada toraks kiri bawah pada level sifoid dan yang keempat : dibawah

toraks kiri kira-kira 5 cm di bawah elektroda ketiga pada level garis aksila anterior. [7] Hasil Pengukuran *Electrical Cardiometri* tampak pada gambar 1 dan 2.

Mode ventilator saat pasien di PACU adalah PSIMV dengan PS 24 mmHg, FiO₂ 60%, RR 24 x/ menit, PEEP 6 mmHg, *Flow trigger* 2 L/menit, keluar tidal volum ekspirasi sebesar 385 ml dengan volume semenit 9 liter/menit.

Saat masuk *Post Anesthesia Care Unit* (PACU), hasil pemeriksaan tekanan darah (TD) 108/65 mmHg, nadi 120 x/menit. Dilakukan *warming up* dengan *forced warming device* dengan suhu inisial 38-40 derajat pada menit pertama diikuti dengan suhu pemeliharaan sebesar 37-38 derajat celcius. Dilakukan pemeliharaan cairan dengan widabes : Ringer Laktat (RL) dengan kecepatan 100 cc/BB. Sedasi menggunakan midazolam 5 mg/jam (0.1 mg/ BB/jam), fentanyl *continuous* juga diberikan dengan kecepatan 4 cc/jam untuk analgetik sekaligus sedasi dengan tetap mempertahankan stabilitas hemodinamik bila dikombinasikan dengan epidural. Analgetik menggunakan ropivakain 0.125% dengan fentanyl 12.5 mcg via epidural dikombinasikan dengan ketorolac 30 mg tiap 8 jam sampai 3 hari pasca operasi, paracetamol 1gram tiap 6 sampai 8 jam bila demam. Antibiotik berupa ceftriaxone 1 g/12 intravena jam dan metronidazole 500 mg/8 jam intravena dilanjutkan. Proteksi lambung dilakukan dengan pemberian omeprazole 40 mg tiap 24 jam iv. Pasien mendapatkan asam tranexamat 500 mg tiap 8 jam intravena sampai 3 hari pasca operasi. Pasien sudah terpasang *nasogastric tube* (NGT) dari IGD, saat di PACU NGT dialirkan. Sesuai intruksi dari dokter Bedah, pasien sementara dipuaskan 48 jam pertama. Hasil pemeriksaan laboratorium di PACU ditunjukkan pada tabel 1 dan 2.

DISKUSI

Problem aktual pada pasien ini adalah pasien pasca reseksi luas perforasi usus divertikulitis dengan problem potensial status hipovolemi karena perpindahan cairan menuju ruang ketiga sehingga dapat terjadi hipotensi sampai dengan syok distributif, selain itu pasien dapat jatuh dalam sepsis dan asidosis metabolik karena sebelumnya mengalami peritonitis. Beberapa hal tersebut

berpotensi menyebabkan gangguan perfusi yang jika terjadi terus menerus dapat menyebabkan kerusakan sampai kegagalan fungsi organ.

Pasien memiliki kadar prokalsitonin tinggi. Prokalsitonin (PCT) digunakan sebagai biomarker sepsis, sepsis berat, atau syok sepsis, sehingga pada pasien ini diperlukan antibiotik empiris. PCT akan terdeteksi (*lag-time*) 2 sampai 4 jam setelah onset sepsis sedangkan puncak peningkatan kadar PCT terjadi 24 sampai 48 jam setelah onset sepsis.⁸

Hiperglikemia, dengan kadar glukosa sebesar 351 pada pasien ini dapat terjadi karena *stress induced hyperglycaemia* yang terjadi karena peningkatan aktivitas simpatis dan pelepasan hormon kontraindikasi dan sitokin proinflamasi yang menyebabkan terjadinya glukoneogenesis dan glikogenolisis serta menyebabkan resistensi insulin.⁹

Pasien mengalami hipoalbuminemia hingga 1.61 g/L. Albumin merupakan faktor risiko *independent* terjadinya morbiditas pasca operasi. Hipoalbuminemia pada pasien sepsis terjadi karena hambatan transkripsi mRNA albumin sehingga menurunkan sintesis albumin.²⁰

Monitoring tanda vital sangat penting dilakukan untuk mencegah jatuhnya status hemodinamik. Pada kasus ini selain menilai klinis pasien, dilakukan monitoring hemodinamik menggunakan monitor tekanan darah, nadi, *pulse oximetry*, pengukuran urin output dan dengan menggunakan EC yang dinilai sebelum manajemen hemodinamik dan pasca manajemen hemodinamik.

Alat *electrical cardiometry* (EC) berprinsip seperti *electrical bioimpedance*. Alat tersebut menggunakan stimulasi arus listrik untuk mengenali beberapa variasi resistensi (impedansi) toraks atau tubuh yang disebabkan oleh perubahan siklik aliran darah saat sistolik maupun diastolik. Semakin tinggi volume darah intratorakal maka semakin rendah resistensi yang dihasilkan. Pengukuran tersebut kemudian digunakan untuk memperkirakan *cardiac output*, sedangkan *stroke volume* didapatkan dari hasil suatu pengukuran algoritma. Namun, kelemahan dari alat ini adalah keakuratan menjadi terganggu oleh penggunaan kawat listrik, pergerakan pasien (pada pasien yang tidak mendapatkan sedasi atau tidak teranestesi),

hemodinamik yang tidak stabil dan aritmia.^{11,12,13}

Cara kerja alat ini meliputi adanya aliran listrik dengan amplitudo yang tetap dan frekuensi tinggi melewati antar elektroda yang ditempatkan pada sisi dinding toraks (gambar 3) secara berlawanan. Voltase yang melewati elektroda beserta resistensi (impedansi) dapat dihitung. Impedansi bervariasi sesuai dengan faktor yang mempengaruhi seperti volume darah intratorakal. Jika komponen pulsatile dapat dianalisa, *stroke volume* dan *cardiac output* dapat diukur. Komponen pulsatile merupakan sebuah bagian kecil dari seluruh deteksi sinyal dan dapat dikaburkan oleh faktor-faktor yang menyebabkan *noise* sehingga deteksi yang akurat merupakan hal yang sulit didapatkan.^{12,13}

Pada pasien ini dilakukan pengukuran *cardiac output* sebelum dan sesudah dilakukan manajemen hemodinamik. Target manajemen dibagi menjadi dua, target manajemen makrosirkulasi dan mikrosirkulasi. Target makrosirkulasi berupa MAP > 65 mmHg, tekanan darah kembali ke nilai normal harian pasien dengan menghindari perubahan melebihi 20% dari MAP yaitu dengan kisaran tekanan darah sistolik (TDS) 80-120 mmHg, tekanan darah diastolik (TDD) 50-72 mmHg, target kisaran nadi 50-110 x/menit, saturasi perifer > 94%, urin output > 1 cc/BB/jam. Mikrosirkulasi melalui pemeriksaan AGD laktat. Gangguan perfusi ditandai dengan asidosis metabolik dan peningkatan metabolisme anaerob sehingga terjadi peningkatan kadar laktat. Pada pasien ini, terjadi asidosis metabolik yang ditandai dengan penurunan pH, penurunan *base excess* (-12), penurunan HCO₃ (15), dan peningkatan kadar laktat serum (3.25). Asidosis metabolik pada pasien ini terjadi karena proses penurunan distribusi cairan intravaskular yang disebabkan oleh vasodilatasi sistemik pada tingkat arteriol yang terjadi karena infeksi dan juga karena perpindahan cairan menuju intersisial.

Target manajemen hemodinamik pada pasien ini adalah mengembalikan perfusi yang baik dengan cara memperbaiki *flow* intravaskuler ke jaringan perifer yang akan didapatkan dengan memperbaiki *status* volume intravaskuler, MAP, resistensi perifer dan viskositas (hematokrit), sehingga memperbaiki perfusi yang akan ditandai dengan perbaikan *urin*

output dan penurunan laktat. Target secara rinci dijabarkan sebagai berikut :

1. Makrosirkulasi
 - a. Tekanan darah (menggunakan tensimeter) : perubahan tidak melebihi 20%
 - b. Denyut jantung (menggunakan monitor) : perubahan tidak melebihi 20%
 - c. Urin output 1-2 cc/BB/jam
 - d. *Cardiac output* (menggunakan EC) : 3.8-6.3
 - e. *Stroke volume variation* atau SVV (menggunakan EC) : 5-15
2. Mikrosirkulasi
 - a. Laktat serum (menggunakan pemeriksaan darah arteri) : < 2
 - b. Analisa gas darah (menggunakan pemeriksaan darah arteri) :
 - c. *Systemic vascular resistance* (SVR) : 1039-1731
 - d. *Oxygen Delivery* (menggunakan EC) : 682-1136

Makrosirkulasi secara umum digunakan sebagai petunjuk resusitasi cairan, walaupun target utamanya normalisasi mikrosirkulasi dan mempertahankan perfusi *end organ*. Komponen makrosirkulasi diantaranya adalah tekanan darah. Tekanan darah tergantung pada *cardiac output* dan *heart rate*. Respon sistemik terjadi untuk merubah faktor makrosirkulasi sebagai kompensasi bila terjadi hipovolemia, hipoksia atau insufisiensi pengiriman nutrisi dan untuk memastikan pembuangan zat sisa metabolisme.³ Kardiometri elektrik atau *Electrical Cardiometry* (EC) dapat menentukan *stroke volume* (SV) dan *cardiac output* (CO) dan parameter hemodinamik lain.⁶

Manajemen hemodinamik yang dilakukan pada pasien ini berupa pemberian cairan, kontrol nyeri, sedasi yang adekuat, kontrol ventilasi. Setelah diberikan manajemen hemodinamik terjadi perubahan pada komponen-komponen EC. Hasil EC sebelum dan sesudah manajemen hemodinamik pada pasien ini tertulis dalam tabel 4.

Pada EC pasien ini terdapat parameter-parameter pengukuran diantaranya adalah :

1. *Blood Flow*

Faktor *Flow* sangat berperan terhadap mikrosirkulasi. Peningkatan pengisian akibat

fluid responsiveness dapat meningkatkan perfusi mikrosirkulasi dengan cara terjadi peningkatan *pressure* pada level kapiler.³

Untuk memperbaiki *flow* pada pasien ini, diberikan kecukupan cairan dan mempertahankan MAP > 65 mmHg. Efek sekunder pemberian cairan adalah menurunkan viskositas darah karena terjadi proses hemodilusi. Penurunan viskositas dapat meningkatkan *flow*. Hemodilusi dapat menurunkan *oxygen carriage* dan menyebabkan *shunting* pada level mikrosirkulasi sehingga pada pasien ini level Hb juga dipertahankan pada nilai lebih atau sama dengan 10 g/dL.

Dengan bantuan EC, *flow* dapat diperkirakan dengan melihat komponen SV/SI dan CO/CI. [6] Pada pasien ini secara matematis terlihat bahwa nilai *stroke volume/index* dan *cardiac output/index* sebelum manajemen hemodinamik adalah kurang dari normal sehingga diasumsikan bahwa *flow* ke mikrosirkulasi juga berkurang. Hal ini sesuai dengan hasil laktat darah yang tinggi, sebagai usaha tubuh dalam mempertahankan perfusi perifer maka terjadi kompensasi berupa peningkatan denyut jantung untuk penyeimbang karena terjadi penurunan *stroke volume/index* untuk mempertahankan *cardiac output/index* tetap normal. Mekanisme kompensasi yang terjadi harus segera dikoreksi, bila tetap dibiarkan maka terjadi dekompensasi yang menyebabkan kegagalan sirkulasi. *Stroke volume/index* pada pasien ini diperbaiki dengan menambahkan volume intravaskular .

2. Sistem vaskular

SVR /SVRI berdasarkan input dari tekanan darah dan nilai *Central Venous Pressure* (CVP).⁶ Pada pasien sepsis, terjadi penurunan SVR. Perbaikan sepsis ditunjukkan dengan perbaikan nilai SVR ke normal. Dalam hal ini SVR dapat dikategorikan sebagai komponen mikrosirkulasi.

Pada pasien ini, menurut tabel 4, nilai SVR sebelum dilakukan manajemen hemodinamik didapatkan hasil yang rendah (SVR = 995) yang menandakan terjadi penurunan SVR. Manajemen yang dilakukan selain pemberian cairan juga diberikan infus titrasi norepinefrin untuk meningkatkan SVR. Antibiotik juga diberikan

untuk memutus infeksi yang merupakan penyebab reaksi inflamasi sistemik. Untuk penatalaksanaan sumber infeksi telah dilakukan laparotomi eksplorasi oleh bagian Bedah Digesti. Kontrol nyeri penting dilakukan untuk mencegah terlepasnya respon stres sistemik sehingga diberikan penatalaksanaan nyeri dengan menggunakan balans analgesia menggunakan epidural dan opioid dosis rendah agar tercapai stabilitas hemodinamik. Setelah dilakukan manajemen diatas, terjadi respons berupa kembalinya nilai SVR menjadi normal (SVR = 1228)

Mikrosirkulasi berperan penting dalam mempertahankan homeostasis dan mengatur perfusi *end organ* serta berperan dalam termoregulasi dengan cara mengatur aliran darah kulit. Mekanisme lokal yang mengatur tonus pembuluh darah/vaskuler diperankan oleh otot polos pembuluh darah. Otot polos berespons terhadap stimuli fisik yang terjadi pada mikrosirkulasi seperti vasokonstriksi arteriol. Fungsi mikrosirkulasi juga diatur oleh permeabilitas vaskuler, struktur, gradien osmotik dan difusi antar membran serta sistem transport pada dinding pembuluh darah. Adanya syok, inflamasi dan infeksi dapat mengganggu mekanisme kontrol homeostasis mikrosirkulasi.³

3. Kontraktilitas

Index of Contractility (ICON) pada pasien ini masih normal dan belum terjadi gangguan.

4. Status Cairan

SVV pada pasien ini menunjukkan bahwa masih ada tempat untuk pemberian cairan. FTC pada pasien ini masih dalam rentang normal, artinya belum terlalu banyak cairan ekstrasvasasi ke ruang interstisial.

Keputusan pemberian cairan seharusnya berdasarkan pada pertimbangan peningkatan *cardiac output* yang membaik karena *loading* cairan atau karena membaiknya perfusi jaringan. Pada pasien yang menunjukkan respons terhadap pemberian cairan, pemberian cairan secara efektif akan menghasilkan peningkatan signifikan (> 10%) dari *stroke volume* dan *cardiac output*. Bila perbaikan makrosirkulasi juga mengakibatkan perbaikan terhadap mikrosirkulasi maka hal itu disebut suatu

koherensi hemodinamik. Koherensi hemodinamik pada umumnya terjadi pada individu yang sehat.³

Pada pasien ini pada awalnya terjadi hipotensi yang disertai dengan peningkatan denyut jantung pasca operasi, dan *urin output* kurang dari 1 cc/BB/jam. Makrosirkulasi dikontrol oleh sistem saraf simpatis via aksis simpatoadrenomedular. Respon sistemik terjadi untuk merubah faktor makrosirkulasi sebagai kompensasi bila terjadi hipovolemia. [3] Pada pasien ini kecurigaan penyebab pertama kali pada status cairan, sehingga terjadi respon sistemik berupa peningkatan aktivitas simpatis berupa peningkatan denyut jantung. Respon sistemik berupa aktivasi aksis renin angiotensin aldosteron, vasopressor, peptida natriuretik dan adipositokinase yang mengatur volume darah dan tekanan darah, pada akhirnya mempengaruhi suplai mikrosirkulasi dengan cara modulasi fungsi jantung, tonus vaskuler, volume darah serta viskositas dan komposisi darah.³

Seperti yang terlihat pada tabel 5, menurut EC, nilai SVV pada pasien ini adalah 13 (masih ada tempat untuk cairan) dengan nilai TFC sebesar 23 (cairan interstisial masih dalam batas normal). Dilakukan pemberian *loading* cairan, penggantian cairan diputuskan tidak menggunakan kristaloid sebanyak 10 cc/BB/15-30 menit, namun dengan albumin 5% (plasmanax) untuk *maintenance*. Pada pasien ini terdapat hipoalbuminemia sebesar 1.61 gr/dL sehingga dilakukan koreksi dengan menggunakan albumin 20% sebanyak 100 cc selama 4 jam. Alasan diberikan albumin daripada kristaloid merujuk pada peran albumin pada tekanan onkotik. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Caironi et al, tentang pemberian albumin *versus* cairan kristaloid pada pasien dengan sepsis, didapatkan hasil bahwa level albumin secara signifikan lebih tinggi pada kelompok yang mendapatkan albumin dibandingkan kelompok yang mendapatkan kristaloid dari hari pertama sampai hari ke 28 (P,0.001), selama 7 hari pertama, kelompok albumin secara signifikan terjadi penurunan denyut jantung dibandingkan dengan kelompok kristaloid (P = 0.002), terjadi peningkatan *mean arterial pressure* (MAP) secara signifikan pada kelompok albumin dibandingkan kristaloid (P = 0.03).¹⁴

5. Status Oksigen

DO₂ / DO₂I (berdasarkan input dari nilai hemoglobin dan SpO₂) pada pasien ini masih rentang normal.

Pada pasien ini, terlihat bahwa alat EC berkorelasi paralel terhadap parameter mikrosirkulasi yaitu laktat dan analisis gas darah. Terjadi respons positif terhadap pemberian cairan dengan parameter hasil yang didapat berupa MAP lebih atau sama dengan 65 mmHg, membaiknya nilai laktat <4 mmol/L dengan *cardiac output* (CO) normal, diukur dengan menggunakan EC. Pada Tabel 5 menunjukkan perbaikan mikrosirkulasi sejalan dengan membaiknya makrosirkulasi.

Laktat merupakan penanda dari perfusi jaringan secara sistemik dan nilainya akan meningkat bila terjadi hipoperfusi jaringan. Terlambatnya langkah yang diambil dalam menurunkan nilai laktat merupakan indikator prognosis yang buruk. Dalam hal ini, durasi hiperlaktatemia lebih penting dibandingkan dengan nilai dasar laktat. Penurunan nilai laktat ≥10% berhubungan dengan prognosis yang lebih baik pada pasien-pasien dengan penyakit kritis yang dapat menurunkan mortalitas pada pasien sepsis maupun syok sepsis.¹⁵

Pada pasien ini terjadi penurunan kadar laktat setelah 24 jam pertama manajemen hemodinamik di PACU. Hal ini merupakan pertanda terjadi perbaikan *flow* pada *end organ* dan membaiknya perfusi jaringan.

KESIMPULAN

Resusitasi cairan pada pasien kritis merupakan komponen penting pada manajemen pasien. Resusitasi berdasarkan pada nilai akhir makrosirkulasi diharapkan memiliki hasil yang paralel berupa perbaikan pada mikrosirkulasi. Pengambilan keputusan dalam hal manajemen hemodinamik dapat diambil dengan mempertimbangkan parameter makrosirkulasi dan mikrosirkulasi.

Alat EC secara umum mudah dan aman dalam mengetahui *cardiac output* dan *cardiac index* pasien dengan problem hemodinamik. Alat EC memiliki secara individual pada pasien ini memiliki korelasi positif dengan parameter mikrosirkulasi.

Pada pasien ini, menurut hasil pengukuran EC didapatkan hasil berupa perbaikan *heart rate*, peningkatan *stroke volume*, perbaikan SVR. Perbaikan tersebut didapatkan dari hasil terapi cairan, albumin, kontrol nyeri dan kontrol ventilasi. Perbaikan tersebut juga terlihat dari penurunan kadar laktat darah dan analisis gas darah.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kirchhoff, P., Clavien, P., Hahnloser, D., "Complications in colorectal surgery: risk factors and preventive strategies," *Pssjournal*, 2010.
2. Patel S., Pachagmula, U., Bansal, S., "Anesthesia and perioperative management of colorectal surgical patients – specific issues (part 2)," *Journal of Anesthesiology Clinical Pharmacology*, vol. 28, no. 3, September 2012.
3. Bennett, V., Vidouris, A., Cecconi, M., "Effects of Fluids on the Macro- and Microcirculations," *Critical Care*, 2018.
4. Charlton, M., Sims, M., Coats, T., et al., "The microcirculation and its measurement in sepsis," *Journal of the Intensive Care Society*, 2016.
5. Nicklas, J., Saugel, B., "Non Invasive Hemodynamic Monitoring for Hemodynamic Management in Perioperative Medicine," *Frontier in Medicine*, 2017.
6. Osypka Cardiotronic, Electrical Cardiometry Technology (EC). 2008. [Online]. Available: <https://www.osypkamed.com/electrical-cardiometry-technology-ec>. [Accessed 19 March 2019].
7. Soliman, R., "Prediction of fluid status and survival by electrical cardiometry in septic patient with acute circulatory failure," *The Egyptian Journal of Critical Care Medicine*, March 2017.
8. Meisner, M., "Update on Procalcitonin Measurement," July 2014. [Online]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4071182/>. [Accessed 27 March 2019].
9. Simona, O. Butler, Imad, F., et al., "Relationship Between Hyperglycemia and Infection in Critically Ill Patients," *Pharmacotherapy*, pp. 963-74, 2005.
10. Sun, J., Sun, F., Wang, X., et al., "Risk factors and prognosis of hypoalbuminemia in surgical septic patients," *PeerJ*, 2015.

11. Benish, B., "Flow Directed Therapy," in *Duke's Anesthesia Secret Fifth Edition*, Colorado, Elseviers, 2016, p. 165.
12. Aston, D., Rivers, A., Dharmadasa, A., "Other cardiac output monitors," in *Equipment of Anesthesia and Critical Care. A complete guide for the FRCA*, Buckinghamshire, Scion Publishing, 2014.
13. Radcliff, N., "Cardiac output method to measure," in *The 5-Minute Consult*, Philadelphia, Lippincot William Wilkins, 2013.
14. Caironi, P., "Albumin Replacement in Patients with Severe Sepsis or Septic Shock," *The New England Journal of Medicine*, 2014.
15. Assumcao, M., Correa, T., Bravim, B., et al., "How to choose the therapeutic goals to improve tissue perfusion in septic shock," *Am J Respir Crit Care Med*, 2014.
16. Urman, R., *Moderate and Deep Sedation in Clinical Practice*, New York: Cambridge University, 2012.

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil pemeriksaan laboratorium saat masuk ruang resusitasi IGD RSUP Dr. Sardjito

| Komponen | Nilai | Komponen | Nilai | Komponen | Nilai |
|-----------|-------|-----------------|-----------|-----------|-------------|
| Leukosit | 16.4 | PPT/Kontrol | 16.5/13.7 | BUN | 77 |
| Eritrosit | 4.85 | APTT/Kontrol | 13.7/29.4 | Creatinin | 1.03 |
| Hb | 13.6 | Bilirubin Total | 0.33 | HBsAg | Non reaktif |
| Hct | 40 | Bilirubin Direk | 0.29 | Na | 134 |
| Trombosit | 453 | Albumin | 3.1 | K | 3.08 |
| Neutrofil | 73% | SGOT | 23 | Cl | 94 |
| GDS | 103 | SGPT | 14 | | |

Tabel 2. Hasil pemeriksaan laboratorium saat di PACU hari ke o

| Komponen | Nilai |
|-----------------|----------|
| GDS | 351 g/dL |
| Pro Calcitonin | 7.24 |
| Bilirubin Total | 0.59 |
| Bilirubin Direk | 0.46 |
| Mg | 1.6 |
| Albumin | 1.61 |
| Ca | 1.89 |

Tabel 3. Evaluasi berkelanjutan analisa gas darah (AGD) pasca operasi

| AGD | 13/02 | 14/02 | 14/02 | 14/02 |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| Waktu | 23:29 | 01:36 | 04:51 | 06:59 |
| FiO2 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |
| Temp | 36 | 37 | 37 | 37 |
| pH | 7.232 | 7.301 | 7.290 | 7.373 |
| pO2 | 139 | 131 | 125 | 117 |

| AGD | 13/02 | 14/02 | 14/02 | 14/02 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|
| pCO ₂ | 36.8 | 26.8 | 27.8 | 22.7 |
| SO ₂ | 99 | 99 | 98 | 99 |
| BE | -12 | -13 | -13 | -12 |
| HCO ₃ | 15.5 | 13.2 | 13.4 | 13.2 |
| Laktat | 3.25 | 2.11 | 1.29 | 1.22 |

Tabel 4. Perbandingan EC sebelum dan sesudah dilakukan manajemen hemodinamik

| No | Parameter | Deskripsi | Nilai Normal | Sebelum Resusitasi | Sesudah Resusitasi |
|----|-------------------|------------------------------|--------------|--------------------|--------------------|
| 1 | HR | Heart rate | 54-90 | 125 | 80 |
| 2 | SV | Stroke volume | 52-87 | 48 | 65 |
| 3 | SI | Stroke volum index | 33-56 | 31 | 41 |
| 4 | CO | Cardiac output | 3.8-6.3 | 6.1 | 5.8 |
| 5 | CI | Cardiac index | 2.4-4.0 | 3.9 | 3.7 |
| 6 | ICON | Index of contractility | 37.5-62.6 | 43.3 | 53.8 |
| 7 | SVV | Stroke volume varian | 5-15 | 13 | 10 |
| 8 | CFT | Corrected flow time | 300-500 | 280 | 345 |
| 9 | FTC | Fluid thoracic content | 25-35 | 23 | 25 |
| 10 | SVR | Systemic vascular resistency | 1039-1731 | 995 | 1228 |
| 11 | SVRI | SVR Index | 1631-2719 | 1563 | 1925 |
| 12 | STR | Systolic time rate | 0.30-0.50 | 0.35 | 0.26 |
| 13 | PEP | Pre ejection period | 56-122 | 59 | 74 |
| 14 | LVET | Left ventricle ejection time | 264-342 | 200 | 281 |
| 15 | CPI | Cardiac power index | 0.48-0.79 | 0.67 | 0.73 |
| 16 | CACO ₂ | Arterial oxygen content | 13.6-22.6 | 13.3 | 13.4 |
| 17 | DO ₂ | Oxygen delivery | 682-1136 | 610 | 772 |
| 18 | DO ₂ l | Oxygen delivery index | 432-724 | 516 | 492 |

Tabel 5. Perbandingan hemodinamik sebelum dan sesudah manajemen inisial dan follow up

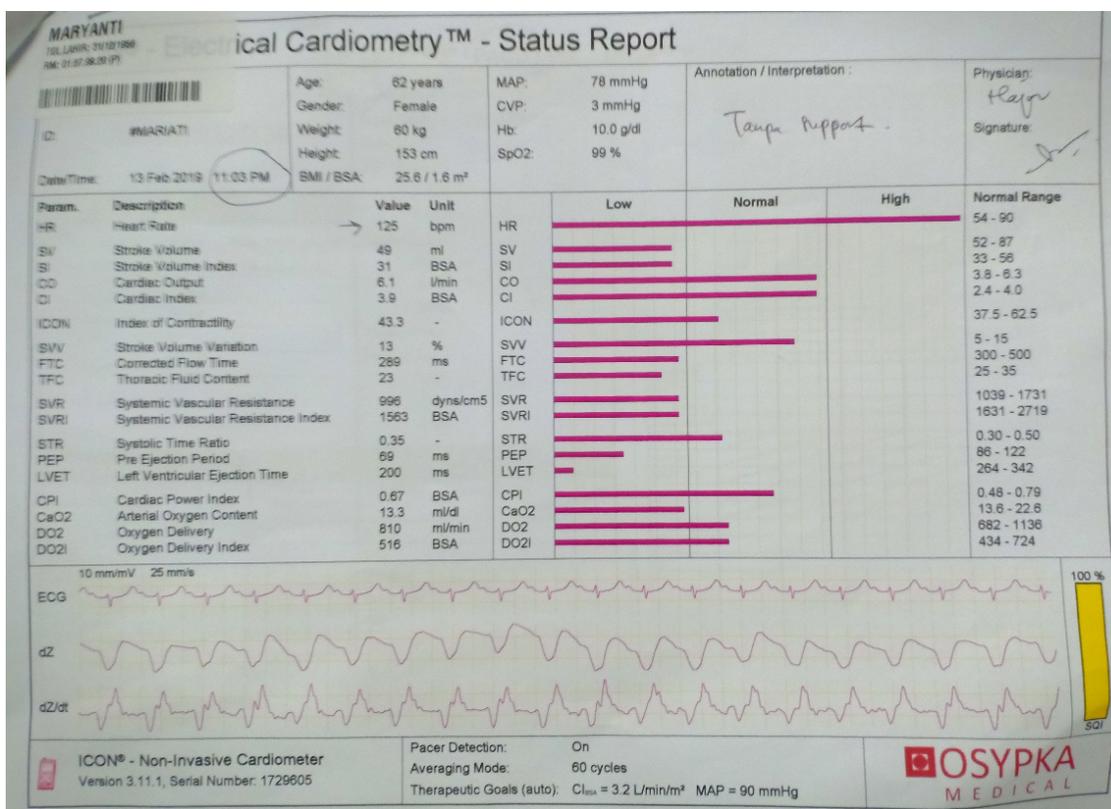
| Parameter hemodinamik | | Inisial | Follow up |
|-----------------------|-----------------------|-----------|-----------|
| Makrosirkulasi | Tekanan darah | Hipotensi | Normal |
| | Denyut jantung | Meningkat | Normal |
| | Urin output cc/BB/jam | < 1 | > 1 |
| | Cardiac output (EC) | Normal | Normal |

| | Parameter hemodinamik | Inisial | Follow up |
|----------------|-----------------------|--------------------|-----------|
| | SVV (EC) | Normal | Normal |
| Mikrosirkulasi | Laktat serum | > 2 | < 2 |
| | Analisa gas darah | Asidosis metabolik | Normal |
| | SVR (EC) | Rendah | Normal |
| | Oxygen Delivery (EC) | Rendah | Normal |

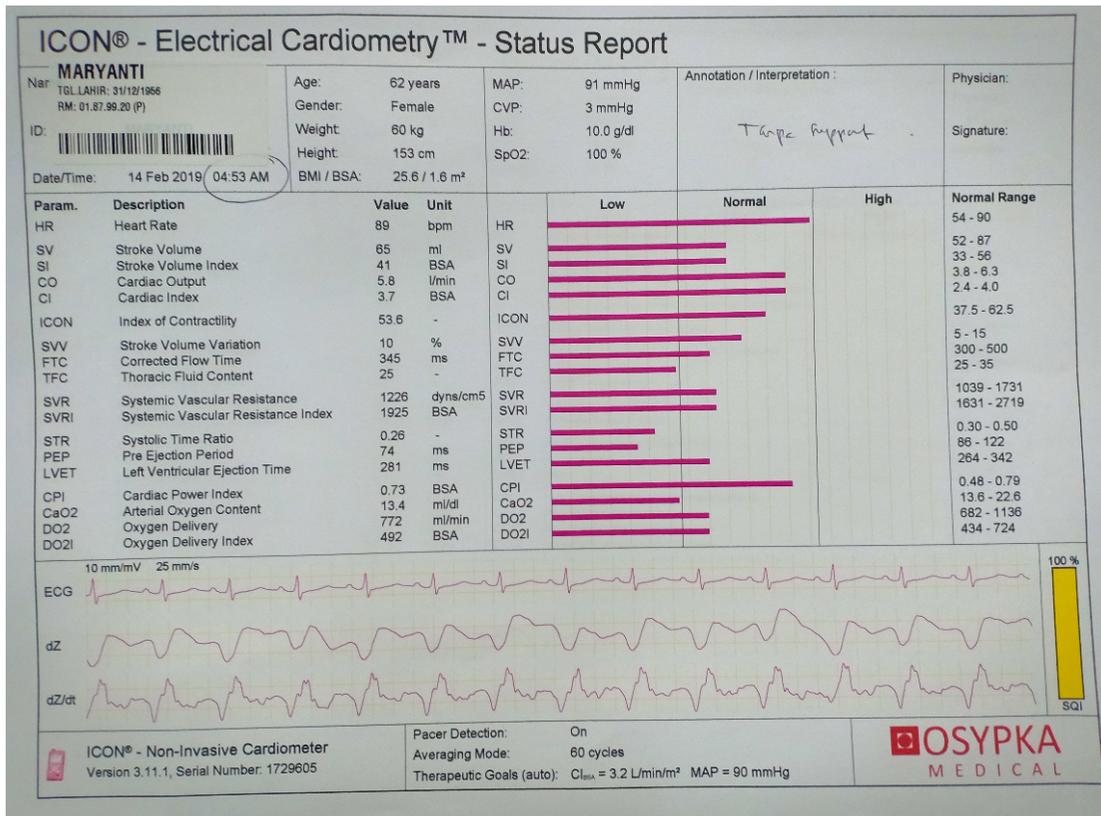
Keterangan

EC : Menggunakan alat electric cardiometry

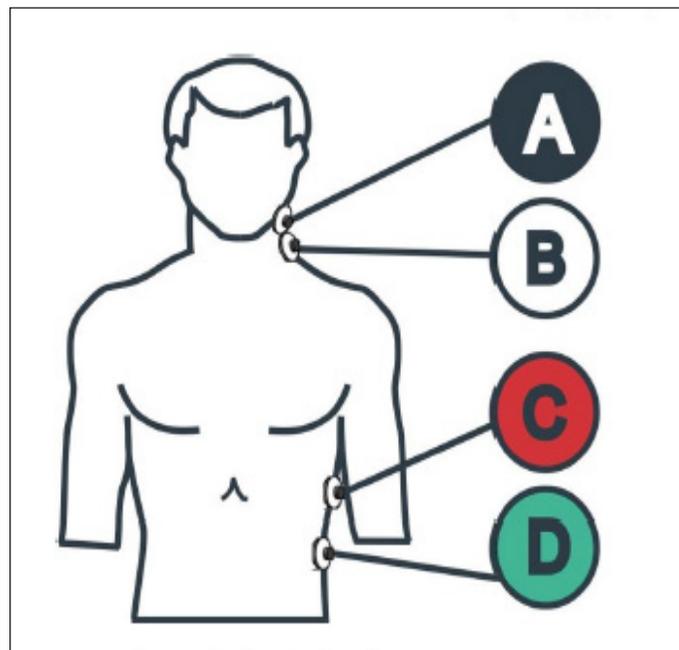
DAFTAR GAMBAR



Gambar 1. Pengukuran EC sebelum dilakukan manajemen hemodinamik



Gambar 2. Pengukuran EC setelah dilakukan manajemen hemodinamik



Gambar 3. Sensor elektroda pada EC