

TESIS

**PERBANDINGAN CLEVELAND CLINIC SCORE, SIMPLIFIED RENAL
INDEKS DAN MEHTA TOOL DALAM MEMPREDIKSI PENGGUNAAN
TERAPI PENGGANTI GINJAL PADA PASIEN POST OPERASI CABG**

*Comparison of Cleveland Clinic Score, Simplified Renal Index, and Mehta
Tool in Predicting Renal Replacement Therapy in Post CABG Patients*

Gian Christian Kasim



**PROGRAM STUDI ANESTESIOLOGI DAN TERAPI INTENSIF
PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS UNIVERSITAS**

HASANUDDIN

MAKASSAR

2024



**PERBANDINGAN CLEVELAND CLINIC SCORE, SIMPLIFIED RENAL
INDEKS DAN MEHTA TOOL DALAM MEMPREDIKSI PENGGUNAAN
TERAPI PENGGANTI GINJAL PADA PASIEN POST OPERASI CABG**

Karya Akhir
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Spesialis-1 (Sp.1)

Program Studi
Anestesiologi dan Terapi Intensif

Disusun dan diajukan oleh:

Gian Christian Kasim

**PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS 1
PROGRAM STUDI ILMU ANESTESI, TERAPI INTENSIF DAN MANAJEMEN
NYERI
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**



LEMBAR PENGESAHAN (TESIS)

PERBANDINGAN CLEVELAND CLINIC SCORE, SIMPLIFIED RENAL INDEKS DAN MEHTA TOOL DALAM MEMPREDIKSI PENGGUNAAN TERAPI PENGGANTI GINJAL PADA PASIEN POST OPERASI CABG

Disusun dan diajukan oleh:

dr. Gian Christian Kasim
Nomor Pokok : C135192007

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Pendidikan Dokter Spesialis Anestesiologi dan
Terapi Intensif Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 23 April 2024

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui :

Pembimbing Utama,



dr. Muhammad Rum, M.Kes, Sp.An-TI, Subsp.T.I.(K)
NIP. 19750918 200411 1 001

Pembimbing Pendamping,



dr. Andi Adil, M.Kes, Sp.An-TI, Subsp.An.Kv.(K)
NIP. 19810404 201503 1 003

Pymt. Ketua Program Studi
Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran
Universitas Hasanuddin



Dr. dr. Haizah Nurdin, M.Kes, Sp.An-TI, Subsp.T.I.(K)
NIP. 19810411 201404 2 001

Dekan Fakultas Kedokteran
Universitas Hasanuddin



Prof. Dr. dr. Haerani Rasvid, M.Kes, Sp.PD-KGH, Sp.GK
NIP. 19680530 199603 2 001



PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis yang berjudul “Perbandingan *Cleveland Clinic Score*, *Simplified Renal Index* dan *Mehta Tool* Dalam Memprediksi Penggunaan Terapi Pengganti Ginjal Pada Pasien Post Operasi CABG” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dr. Muhammad Rum, M. Kes, Sp.An-TI., Subsp. T.I.(K), selaku Pembimbing Utama, dr. Andi Adil, M.Kes, Sp.An-TI, Subsp. An.Kv.(K) selaku Pembimbing Pendamping. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 24 April 2024



Gian Christian Kasim

C135192007



PRAKATA

Puji Tuhan atas segala rahmat, berkat, dan kasih karunia-Nya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

Saya menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada keluarga dan orang-orang terdekat saya yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan doa agar saya dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik.

Saya juga berterima kasih kepada dosen pembimbing dr. Muhammad Rum, M.Kes, Sp.An- TI, Subsp.TI (K) dan dr. Andi Adil, M.Kes, Sp.An-TI, Subsp.An. Kv (K), yang telah meluangkan waktu dan selalu memberikan arahan, masukan, dan bimbingan selama proses penelitian. Terima kasih atas kesabaran, dedikasi dan dukungannya.

Saya mengucapkan terima kasih kepada seluruh staf pengajar Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif atas segala dukungan dan bimbingan yang diberikan selama proses pendidikan. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh staf administrasi Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif atas segala bantuan yang diberikan selama proses pendidikan. Tidak lupa, saya mengucapkan terima kasih kepada teman sejawat PPDS Anestesiologi dan Terapi Intensif, yang senantiasa memberikan semangat dalam menjalani pendidikan. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan praktik medis di masa depan.

Makassar, 24 April 2024



Gian Christian Kasim



ABSTRAK

Latar Belakang: Tujuan penelitian untuk mengetahui perbandingan cleveland clinic score, simplified renal indeks dan mehta tool dalam memprediksi penggunaan terapi pengganti ginjal pada pasien post operasi *Coronary Artery Bypass Graft* (CABG) di Makassar.

Metode: Studi ini menggunakan metodologi obeservasional analitik dengan pendekatan retrospektif. Data rekam medis pada periode Januari 2019-Desember 2023 di Pusat jantung Terpadu RSUP Wahidin Sudirohusodo makassar.

Pasien dan partisipan: Pasien yang menjalani prosedur pembedahan CABG

Intervensi: Tidak ada.

Hasil: The data collected includes demographic data (age, gender, BMI, ASA PS), prevalensi terapi pergantian ginjal dan pengujian diagnostik Cleveland clinic score, Simplified renal indeks, dan Mehta tool dengan kurva AUC. Cleveland clinic score, Simplified renal indeks, dan Mehta tool mempunyai diskriminasi yang baik dalam memprediksi terapi pergantian ginjal post CABG dalam memprediksi terapi pergantian ginjal post CABG dimna diskriminasi paling baik yaitu Cleveland clinic score. Mehta tool memperoleh akurasi yang paling baik mencapai 85,95%.

Kesimpulan: Cleveland clinic score, simplified renal indeks dan mehta tool dapat digunakan sebagai alat untuk memprediksi kebutuhan terapi pergantian ginjal post operasi CABG.

Kata Kunci: *Coronary Artery Bypass Graft*, Cleveland clinic score, Mehta tool, Simplified renal indeks, Terapi pergantian ginjal,



ABSTRACT

Objective: The study aimed to determine the comparison of the Cleveland Clinic Score, Simplified Renal Index, and Mehta Tool in predicting the need of renal replacement therapy in post-coronary Artery Bypass Graft (CABG) patients in Makassar.

Design: This study employs an analytical observational methodology, utilizing a retrospective approach.

Setting: Medical record data for the period January 2019-December 2023 at the Integrated Heart Center of Wahidin Sudirohusodo Hospital, Makassar.

Patient and participants: Patients undergoing CABG surgical procedures

Interventions: None.

Measurement and results: The data collected includes demographic data (age, gender, BMI, ASA PS), the prevalence of renal replacement therapy and diagnostic testing, Cleveland clinic score, Simplified renal index, and the Mehta tool with AUC curve. Cleveland Clinic score, Simplified renal index, and Mehta tool have good discrimination in predicting post-CABG kidney replacement therapy in predicting post-CABG kidney replacement therapy where the best discrimination is the Cleveland Clinic score. Mehta tool obtained the best accuracy, reaching 85.95%.

Conclusions: Cleveland Clinic Score, Simplified Renal Index, and Mehta Tool can be used as tools to predict the need for kidney replacement therapy post-CABG. Cleveland Clinic Score had the best discrimination, while the Mehta Tool had the best diagnostic accuracy.

Keywords: *Coronary Artery Bypass Graft, Cleveland clinic score, Mehta tool, Simplified renal index, Renal replacement therapy.*



DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan	iii
Lembar Pernyataan Keaslian Tesis	iv
PRAKATA.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.3.1 Tujuan Umum	3
1.3.2 Tujuan Khusus	3
1.4 Hipotesis	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.5.1 Manfaat Ilmiah.....	4
1.5.2 Manfaat Praktis	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Coronary Artery Bypass Graft (CABG)</i>	5
2.1.1 Definisi CABG.....	5
2.1.2 Prosedur CABG	5
2.1.3 Indikasi dan Kontraindikasi CABG	9
2.1.4 Komplikasi CABG.....	9
2.2 Gangguan Ginjal Akut.....	11
2.2.1 Pengertian gangguan ginjal akut.....	11
2.2.2 Faktor risiko gangguan ginjal akut post CABG.....	11
2.2.3 Mekanisme gangguan ginjal akut pasca CABG	13
2.2.4 Diagnosis gangguan ginjal akut	15
2.2.5 Tatalaksana gangguan ginjal akut.....	16
2.3 Terapi pergantian ginjal.....	18



2.3.1 Terapi pergantian ginjal pada gangguan ginjal akut	18
2.3.2 Prediksi terapi pergantian ginjal	19
2.4 Cleveland Clinic Score	21
2.5 Simplified Renal Indeks	22
2.6 Mehta tool.....	23
BAB III KERANGKA TEORI	25
BAB IV KERANGKA KONSEP.....	26
BAB V METODOLOGI PENELITIAN.....	27
5.1 Desain Penelitian	27
5.2 Tempat dan Waktu Penelitian	27
5.2.1 Tempat Penelitian	27
5.2.2 Waktu Penelitian	27
5.3 Populasi dan Sampel Penelitian.....	27
5.3.1 Populasi Penelitian	27
5.3.2 Sampel Penelitian	27
5.4 Perkiraan Besar Sampel.....	27
5.5 Kriteria Inklusi, Eksklusi Dan Drop Out	28
5.5.1 Kriteria Inklusi.....	28
5.5.2 Kriteria Eksklusi.....	28
5.6 Kriteria Drop Out	28
5.7 Metode Kerja.....	29
5.7.1 Alokasi sampel	29
5.7.2 Cara kerja.....	29
5.8 Identifikasi dan Klasifikasi Variabel	29
5.8.1 Identifikasi Variabel	29
5.8.2. Klasifikasi variabel.....	30
5.9 Definisi Operasional	30
5.10 Pengolahan dan Analisis Data	33
5.11 Jadwal Penelitian	33
5.12 Personalia Penelitian	34
5.13 Alur Penelitian.....	35
HASIL PENELITIAN	36
6.1 Karakteristik Sampel	36



6.2	Prevalensi terapi pergantian ginjal dan kejadian gangguan ginjal akut post operasi CABG	36
6.3	Perbandingan hasil uji diagnostik cleveland clinic score, simplified renal indeks dan mehta tool dalam memprediksi penggunaan terapi pengganti ginjal pada pasien post operasi CABG	37
6.4	Perbandingan akurasi antara skor cleveland clinic score, simplified renal indeks dan mehta tool dalam memprediksi terapi pengganti ginjal	40
BAB VII PEMBAHASAN		41
7.1	Karakteristik Sampel	41
7.2	Prevalensi gangguan ginjal akut post operasi CABG dan terapi pergantian ginjal	41
7.3	Perbandingan hasil uji diagnostik antara skor cleveland clinic score, simplified renal indeks dan mehta tool dalam memprediksi terapi pengganti ginjal	43
7.4	Perbandingan akurasi antara skor cleveland clinic score, simplified renal indeks dan mehta tool dalam memprediksi terapi pengganti ginjal	45
7.5	Keterbatasan Penelitian	46
BAB VIII KESIMPULAN DAN SARAN		47
8.1	Kesimpulan	47
8.2	Saran	47
DAFTAR PUSTAKA		48



DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Faktor risiko gangguan ginjal akut post CABG	12
Tabel 2.	Stadium gangguan ginjal akut	16
Tabel 3.	Model prediksi risiko gangguan ginjal akut setelah operasi jantung....	19
Tabel 4.	Model penilaian risiko Cleveland untuk prediksi kejadian dialisis ginjal setelah operasi jantung.....	21
Tabel 5.	Komponen Simplified Renal Indeks.....	22
Tabel 6.	Model penilaian risiko Mehta untuk prediksi kejadian dialisis ginjal setelah operasi jantung.....	24
Tabel 7.	Karakteristik sampel	36
Tabel 8.	Prevalensi terapi pergantian ginjal dan gangguan ginjal akut post operasi CABG	37
Tabel 9.	Ringkasan perbandingan hasil uji diagnostik antara cleveland clinic score, simplified renal indeks dan mehta tool	39
Tabel 10.	Hubungan antara skor cleveland clinic score, simplified renal indeks dan mehta tool dengan terapi pengganti ginjal.....	40



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Coronary Artery Bypass Graft	6
Gambar 2. Patofisiologi cedera ginjal akut setelah operasi jantung	14
Gambar 3. Teori patofisiologi cedera ginjal akut setelah operasi jantung	15
Gambar 4. Kerangka Teori.....	25
Gambar 5. Kerangka konsep	26
Gambar 6. Alur Penelitian.....	35
Gambar 7. Kurva AUC cleveland clinic score dan terapi pergantian ginjal	37
Gambar 8. Kurva AUC simplified renal indeks dan terapi pergantian ginjal	38
Gambar 9. Kurva AUC mehta tool dan terapi pergantian ginjal.....	38



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Coronary Artery Bypass Graft (CABG) merupakan tatalaksana bedah yang penyumbatan arteri koroner dan arteri yang mengalami stenosis dengan cangkok vena dari vena saphena. Perawatan bedah merupakan salah satu pengobatan yang dapat menurunkan angka kematian.¹ Tujuan utama dari operasi CABG adalah untuk meningkatkan kelangsungan hidup dan kualitas hidup.² Namun dilaporkan terdapat berbagai komplikasi pada CABG, salah satunya adalah gangguan ginjal akut.¹

Gangguan ginjal akut menjadi salah satu komplikasi paling umum pasca CABG dengan angka kejadian antara 20-42%.³ Gangguan ginjal akut pasca CABG yang parah secara independen berhubungan dengan angka kematian perioperatif 3–8 kali lipat lebih tinggi, lama rawat inap di unit perawatan intensif (ICU) dan rumah sakit yang lebih lama, dan peningkatan biaya perawatan dibandingkan pasien tanpa gangguan ginjal akut.⁴ Risiko kematian juga meningkat dengan sedikit peningkatan kreatinin serum, lebih dari 50% kasus yang memerlukan hemodialisis. Selain itu, gangguan ginjal akut mempunyai dampak penting terhadap morbiditas non-ginjal, karena setelah operasi jantung dikaitkan dengan tingkat insufisiensi pernapasan, infeksi, sepsis, dan perdarahan gastrointestinal yang lebih tinggi.⁵

Pada pasien pasca CABG, beberapa mekanisme patofisiologi terlibat dalam perkembangan gangguan ginjal akut.¹ Patofisiologi gangguan ginjal akut post CABG meliputi inflamasi perioperatif, hemolisis, perubahan perfusi ginjal, stres oksidatif, dan cedera iskemia-reperfusi.⁶ Faktor-faktor ini menyebabkan kerusakan glomerulus dan nekrosis yang mengakibatkan penurunan laju filtrasi glomerulus (GFR). Pengukuran kadar kreatinin serum (SCr) merupakan standar emas saat ini untuk diagnosis perubahan GFR dan gangguan ginjal akut, meskipun kadar SCr hanya meningkat setelah hilangnya lebih dari 50% fungsi glomerulus. Hal ini

menyebabkan tertundanya diagnosis dan terapi gangguan ginjal akut.⁶

Untuk pasien dengan gangguan ginjal akut setelah operasi jantung, terapi pengganti ginjal harus dilakukan sedini mungkin untuk mencapai hasil yang



menjanjikan.⁷ Terdapat bukti bahwa terapi dini sangat penting untuk pemulihan fungsi ginjal.⁶ Oleh karena itu, mengidentifikasi pasien yang berisiko tinggi terkena gangguan ginjal akut post CABG sebelum operasi dan mendeteksi kerusakan glomerulus pada tahap awal sangat diperlukan.⁶ Pasien dengan risiko gangguan ginjal akut tinggi dapat diidentifikasi sebelum operasi jantung. Pengobatan gangguan ginjal akut terbaik adalah pencegahan, karena penatalaksanaannya bersifat suportif, dengan terapi pengganti ginjal menjadi pengobatan utama untuk gangguan ginjal berat.⁵ Diagnosis gangguan ginjal akut yang cepat memberikan dokter kesempatan untuk menerapkan beberapa strategi yang dapat meningkatkan fungsi ginjal pascaoperasi.³

Prediksi gangguan ginjal akut yang akurat memberikan peluang bagi dokter untuk mengoptimalkan pasien berisiko tinggi, meningkatkan pemantauan, melakukan uji klinis, dan memulai perawatan pencegahan dan terapeutik.⁸ Skor prediksi klinis dikembangkan untuk mengukur risiko gangguan ginjal akut pasca operasi sebelum operasi. Skor prediksi gangguan ginjal kronis pasca operasi yang memerlukan terapi penggantian ginjal banyak dikembangkan.⁶ Namun belum ada pedoman yang merekomendasikan penggunaan model prediksi spesifik.

Cleveland clinic score, Mehta tool dan Simplified renal indeks (SRI) telah digunakan untuk memprediksi kebutuhan inisiasi dialisis.⁹ Validasi cleveland clinic score, Mehta tool dan Simplified renal indeks dalam memprediksi terapi pergantian ginjal pasca CABG berbeda-beda pada populasi yang berbeda. Pada penelitian sebelumnya pada populasi di Spanyol dilaporkan bahwa Cleveland clinical score memiliki kekuatan diskriminatif terbaik dibandingkan dengan Mehta dan mirip dengan SRI.¹⁰ Penelitian lain melaporkan bahwa skor Cleveland dan skor Mehta secara konsisten menunjukkan diskriminasi yang jauh lebih baik dibandingkan dengan skor SRI pada populasi di Rochester New York.¹¹ Perbandingan cleveland clinic score, Mehta tool dan Simplified renal indeks dalam memprediksi terapi pergantian ginjal pasca CABG pada populasi di Indonesia secara umum dan

secara khusus belum pernah dilakukan sebelumnya. Oleh karena itu, ini menarik dilakukan untuk mengetahui perbandingan cleveland clinic



score, simplified renal indeks dan mehta tool dalam memprediksi penggunaan terapi pengganti ginjal pada pasien post operasi CABG di Makassar.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini yaitu Bagaimana perbandingan cleveland clinic score, simplified renal indeks dan mehta tool dalam memprediksi penggunaan terapi pengganti ginjal pada pasien pascaoperasi CABG di Makassar?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan cleveland clinic score, simplified renal indeks dan mehta tool dalam memprediksi penggunaan terapi pengganti ginjal pada pasien post operasi CABG di Makassar.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Untuk mengetahui angka kejadian gangguan ginjal akut pada pasien post operasi CABG.
2. Untuk membandingkan nilai *area under curve* (AUC), sensitivitas, spesifisitas, cut-off, PPV, NPV, LRP dan LRN antara cleveland clinic score, simplified renal indeks dan mehta tool dalam memprediksi penggunaan terapi pengganti ginjal pada pasien post operasi CABG.
3. Untuk membandingkan akurasi diagnostik antara cleveland clinic score, simplified renal indeks dan mehta tool dalam memprediksi penggunaan terapi pengganti ginjal pada pasien post operasi CABG.

1.4 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini yaitu ada perbedaan penggunaan cleveland clinic score, simplified renal indeks dan mehta tool dalam memprediksi penggunaan terapi pengganti ginjal pada pasien pascaoperasi CABG.



1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat Ilmiah

Menjadi sumbangan data ilmiah pada keilmuan mengenai penggunaan cleveland clinic score, simplified renal indeks dan mehta tool dalam memprediksi penggunaan terapi pengganti ginjal pada pasien pascaoperasi CABG.

1.5.2 Manfaat Praktis

Penelitian ini dapat diperoleh informasi mengenai alat yang lebih akurat dalam memprediksi terapi pengganti ginjal pada pasien post operasi CABG untuk memberikan kemajuan pelayanan anestesi di masa yang akan datang, terutama pada pelayanan operasi CABG di Makassar.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Coronary Artery Bypass Graft (CABG)

2.1.1 Definisi CABG

Coronary Artery Bypass Graft (CABG) merupakan operasi bedah besar di mana penyumbatan ateromatosa pada arteri koroner diambil. Kemudian dilakukan bypass yang mengembalikan aliran darah ke miokardium iskemik yang mengembalikan fungsi, kelangsungan hidup, dan mengurangi gejala angina.¹² CABG diperkenalkan oleh Alexis Carrel pada awal abad ke-20 ketika bereksperimen dengan pencangkokan pada model anjing. Idenya dihidupkan kembali pada awal 1960-an oleh Konstantinov, yang menjadi orang pertama yang berhasil melakukan bypass arteri koroner pada manusia. CABG dipopulerkan oleh Favaloro, yang pada tahun 1967 mempublikasikan hasil operasinya yang sukses pada 15 pasien.¹³

CABG menjadi salah satu operasi penting dalam sejarah operasi jantung yang menyelamatkan jutaan orang yang menderita penyakit arteri koroner.¹⁴ CABG telah diakui sebagai salah satu terapi utama untuk memperpanjang kelangsungan hidup dan meningkatkan kualitas hidup pasien yang menderita penyakit arteri koroner. Penelitian yang berbeda telah menunjukkan CABG menjadi metode pengobatan yang paling unggul untuk penyakit jantung koroner, terutama pada pasien berisiko tinggi. Dibandingkan dengan terapi medis (mengonsumsi obat-obatan seperti Beta blocker, nitrat dll), CABG telah terbukti secara statistik meningkatkan kelangsungan hidup pada pasien berisiko tinggi.¹³

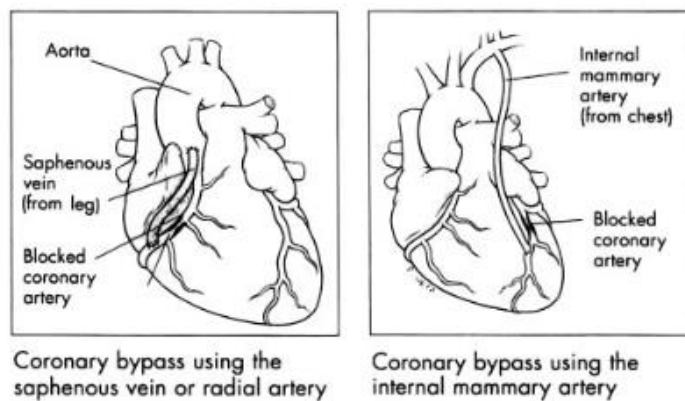
2.1.2 Prosedur CABG

Prosedur CABG pada dasarnya bertujuan untuk mengembalikan perfusi ke miokardium. Ada beberapa pendekatan yang berbeda untuk mencapai tujuan ini. Faktor pertama yang dipertimbangkan adalah penggunaan bypass kardiopulmoner *ump* dan *off pump*.¹⁵ Secara umum, *on pump* dan *off pump* merupakan 2 prosedur bedah CABG dengan perbedaannya adalah penggunaan sirkuit kardiopulmoner dan jantung yang ditahan untuk beroperasi selama CABG



on pump. Saluran yang digunakan sebagai cangkok bypass biasanya adalah arteri mamaria interna kiri (LIMA) dan cangkok vena saphena (SVG) dari ekstremitas bawah. Saluran lain yang dapat dicangkokkan termasuk arteri mammaria interna kanan (RIMA), arteri radialis, dan arteri gastroepiploika. Jenis dan lokasi cangkok bergantung pada anatomi pasien dan lokasi arteri yang tersumbat. Biasanya, LIMA dicangkokkan ke arteri desenden anterior kiri (LAD), dan saluran lainnya digunakan untuk arteri oklusi lainnya.¹²

Alasan penggunaan CABG adalah adanya penyakit 3-pembuluh darah (semua 3 arteri utama ke jantung tersumbat), penyakit arteri koroner utama kiri (arteri utama itu sendiri menyempit secara kritis), dan penyakit 3-pembuluh darah pada penderita diabetes. CABG juga digunakan untuk pasien dengan fungsi jantung yang sangat tertekan dan untuk pasien yang membutuhkan pembedahan untuk kondisi jantung selain penyakit arteri koroner (seperti penggantian katup atau rekonstruksi otot jantung). CABG melibatkan penempatan cangkok bypass yang strategis yang akan memberikan rute alternatif bagi darah untuk mengalir di sekitar penyumbatan (Gambar 1).¹⁴



Gambar 1. *Coronary Artery Bypass Graft*

Dikutip dari: Shekar PS. On-pump and off-pump coronary artery bypass grafting. *Circulation*. 2006;113(4):51–2.

Cangkok bypass ini terdiri dari arteri dan vena lain dari tubuh pasien yang banyak jika jumlahnya banyak di lokasinya atau fungsinya di lokasi utama diambil alih dengan aman dan efektif oleh vena atau arteri lain di sampingnya. ini dijahit ke sumber suplai darah, paling sering aorta (pembuluh besar



yang muncul dari jantung), dan kemudian pada arteri koroner di lokasi di luar penyumbatan. Lokasi yang tepat dari perlekatan cangkok pada arteri koroner tidak harus tepat karena darah akan mengalir dua arah. Kebanyakan cangkok bypass dijahit dengan tangan menggunakan jahitan halus pada jarum halus.¹⁴

Dua cara dasar untuk melakukan CABG yaitu CABG *on pump* dan CABG *off pump* dijelaskan sebagai berikut. Kedua cara tersebut dilakukan dengan mulai dengan ahli bedah yang mengambil pembuluh darah dari kaki, dada atau lengan. Ahli bedah mendapatkan akses ke jantung menggunakan sternotomi. Pada CABG *on pump*, jantung dihentikan dengan suplai darah tubuh dipertahankan oleh mesin cardiopulmonary bypass (CPB). Sementara jantung dihentikan, ahli bedah melakukan prosedur cangkok dengan menjahit salah satu ujung bagian pembuluh darah di atas lubang kecil yang dibuat di aorta dan ujung lainnya di atas lubang kecil yang dibuat di pembuluh koroner yang tersumbat, distal dari penyumbatannya. Dengan pencangkokan selesai, tubuh dikeluarkan dari mesin bypass cardiopulmonary dan jantung dihidupkan kembali. Pada CABG *off pump*, area di sekitar arteri koroner yang tersumbat distabilkan sementara ahli bedah mencangkokkan pembuluh darah pada jantung yang memompa.¹³

CABG *off pump* merupakan prosedur yang relatif lebih baru dibandingkan CABG *on pump* dan tidak memerlukan penggunaan mesin bypass cardiopulmonary. Bypass arteri koroner on pump (ONCAB) merupakan metode yang lebih tradisional untuk melakukan operasi bypass. Namun efek inflamasi yang dihasilkan menyebabkan disfungsi ginjal, gangguan pencernaan dan kelainan jantung yang memaksa ahli bedah untuk mencari alternatif untuk prosedur. Bypass arteri koroner off pump (OFCAB) telah ada sejak zaman Kolesov, namun mendapatkan popularitas sebagai varian dari bypass arteri koroner *on pump*, karena efek yang baru-baru ini ditemukan menyebabkan peradangan yang lebih sedikit, lebih sedikit morbiditas dan lebih hemat biaya.¹³

Keuntungan penggunaan CABG *on pump* yaitu menyebabkan arisasi yang lebih lengkap, menyebabkan peningkatan pembentukan stent distal, merupakan pilihan yang lebih baik dalam situasi darurat, dan lebih besar ahli bedah akrab dengan bentuk CABG tersebut. CABG *off pump*



adalah penurunan angka kesakitan dan kematian, terkait dengan penurunan kadar sitokin inflamasi post operasi CABG, mengurangi terjadinya mikroemboli serebral pascaoperasi, pilihan yang lebih disukai pada pasien berisiko tinggi dan mereka dengan penyakit aorta aterosklerotik yang parah, dan pilihan yang lebih disukai pada pasien yang lebih tua (yaitu > 75 tahun). Dengan demikian, morbiditas dan mortalitas jangka pendek lebih rendah pada pasien yang sangat berisiko tinggi dengan *off pump* karena prosedurnya lebih pendek. Semakin pendek prosedurnya, semakin baik, terutama untuk pasien yang lebih tua dan lebih sakit. Panjang prosedur secara signifikan lebih pendek dengan *off pump* dari pada *on pump*.^{13,14} Meskipun demikian, pilihan prosedur harus bergantung pada tingkat kenyamanan ahli bedah yang melakukan prosedur pada pasien tertentu.¹⁴

Prosedur CABG dimulai setelah pasien berada di ruang operasi dan dipasang pada monitor standar. Seorang ahli anestesi mungkin memasang jalur arteri untuk pemantauan invasif terhadap tekanan darah pasien sebelum induksi anestesi umum. Setelah anestesi umum diinduksi dan pasien diintubasi, jalur sentral untuk akses vena dan kateter arteri pulmonalis dapat dipasang diikuti dengan penyisipan transduser ekokardiografi transesofageal. Pasien dipersiapkan dan dibungkus secara steril, dan time-out dilakukan sebelum sayatan bedah. Sternotomi median dilakukan oleh ahli bedah untuk persiapan pelepasan LIMA untuk digunakan sebagai saluran. Seorang asisten terlatih, biasanya asisten dokter, asisten pertama perawat, atau ahli bedah lainnya, secara bersamaan mengangkat vena saphena dari satu atau kedua kaki menggunakan teknik terbuka atau dengan bantuan video. Setelah saluran yang sesuai diperoleh, ahli bedah memerintahkan antikoagulasi, paling sering heparin, diberikan sebagai persiapan untuk cardiopulmonary bypass (CPB). Aorta dan jantung pasien dikanulasi secara terpusat, dan selang dipasang ke sirkuit bypass kardiopulmoner. Setelah memulai CPB, jantung ditahan menggunakan kardioplegia yang mengandung kalium tinggi sehingga ahli bedah dapat melakukan anastomosis saluran yang diambil ke arteri

di bagian distal penyumbatan. Setelah ahli bedah melakukan anastomosis bagian distal, saluran tersebut dilekatkan pada ostia baru yang dibuat di aorta. Kemudian kardioplegia dibersihkan, jantung mulai berkontraksi, dan



ahli bedah dapat memeriksa aliran darah dan kompetensi cangkokan serta memeriksa pendarahan dari lokasi anastomosis. Setelah itu, dada ditutup menggunakan kabel sternum, dan pasien dipindahkan ke unit perawatan intensif untuk pemantauan stabilitas hemodinamik dan ekstubasi.¹²

2.1.3 Indikasi dan Kontraindikasi CABG

CABG tetap menjadi pengobatan standar emas untuk penyakit arteri koroner multi-pembuluh darah, terutama untuk penyakit arteri koroner utama tiga pembuluh darah atau kiri.¹⁶ CABG umumnya direkomendasikan ketika ada penyumbatan tingkat tinggi di salah satu arteri koroner utama dan / atau intervensi koroner perkutan (PCI) telah gagal untuk mengatasi penyumbatan. Rekomendasi Kelas 1 dari pedoman ACCF/AHA 2011 adalah sebagai berikut:¹²

1. Penyakit utama kiri lebih dari 50%
2. Penyakit arteri koroner tiga pembuluh darah lebih besar dari 70% dengan atau tanpa keterlibatan *left anterior decedence* (LAD) proksimal
3. Penyakit dua pembuluh darah: LAD ditambah satu arteri utama lainnya
4. Satu atau lebih stenosis signifikan lebih besar dari 70% pada pasien dengan gejala angina signifikan meskipun terapi medis maksimal
5. Penyakit satu pembuluh darah lebih besar dari 70% pada pasien yang selamat dari kematian jantung mendadak dengan takikardia ventrikel terkait iskemia

Kontraindikasi CABG meliputi penolakan pasien, arteri koroner yang tidak sesuai dengan pencangkokan, dan tidak adanya miokardium yang layak untuk dicangkok.¹²

2.1.4 Komplikasi CABG

Komplikasi pascaoperasi CABG dapat mengakibatkan morbiditas dan mortalitas yang signifikan.³ Komplikasi CABG meliputi stroke, infeksi luka, kegagalan cangkok, gagal ginjal, fibrilasi atrium pascaoperasi, dan mortalitas.¹²

Komplikasi yang paling serius adalah mortalitas, stroke, perdarahan yang signifikan, dan kebutuhan akan pembedahan lebih lanjut, infark miokard perioperatif, aritmia jantung, infeksi luka dalam sternum.¹⁷ Beberapa komplikasi pasca CABG dijelaskan berikut:²



1. resternotomi (akibat perdarahan atau low-out put syndrome),
2. mediastinitis (infeksi luka dalam pada tulang dada yang memerlukan debridemen),
3. infeksi luka pada lokasi pengambilan tulang dada atau graft (kumpulan nanah atau dehiscence yang menunjukkan gejala luka yang memerlukan debridemen),
4. komplikasi saluran cerna (kolesistitis, pankreatitis, ileus, atau iskemia mesenterium akut yang terverifikasi secara radiologis dan klinis),
5. stroke (terverifikasi secara klinis dan radiologis oleh ahli saraf berpengalaman),
6. gangguan ginjal akut (memerlukan dialisis atau peningkatan kadar kreatinin serum lebih dari 2 kali lipat dari nilai awal),
7. pneumonia (menyebabkan gejala klinis dan terverifikasi secara radiologis),
8. emboli paru (terverifikasi secara radiologis),
9. dukungan ventilasi berkepanjangan (> 36 jam),
10. pleura efusi (diverifikasi secara radiologis dan memerlukan pengobatan),
11. gagal napas (membutuhkan intubasi atau dukungan ventilasi mekanis),
12. fibrilasi atrium (baru didiagnosis melalui EKG yang memerlukan kardioversi atau antikoagulasi permanen),
13. takikardia ventrikel atau bradiaritmia (memerlukan perawatan intensif unit (ICU) atau unit perawatan jantung (CCU) tinggal),
14. sindrom output rendah (memerlukan penggunaan balon intra aorta atau kebutuhan obat inotropik yang berkepanjangan),
15. infark miokard perioperatif (termasuk gelombang Q baru pada elektrokardiogram dan a tingkat puncak CK-MB lebih dari 150 mol/l),
16. sindrom pascaperikardiotomi (termasuk demam, efusi perikardial dan pleura yang baru atau memburuk) dan
17. delirium (kemerosotan status neuropsikologis yang memerlukan pengobatan).

Tingkat stroke CABG telah dilaporkan pada 1% sampai 2% tergantung pada status pasien dan faktor risiko stroke termasuk usia lanjut, stroke sebelumnya, aterosklerosis aorta, penyakit arteri perifer, fibrilasi atrium perioperatif, dan diabetes. Tingkat infeksi luka sternum sekitar 1% dan tergantung



pada faktor risiko seperti obesitas, diabetes, penyakit paru obstruktif kronik (PPOK), dan durasi operasi yang lama. Kegagalan cangkok vena saphena (SVG) paling sering terjadi dalam 30 hari operasi dan tergantung pada beberapa faktor termasuk ukuran dan panjang vena yang berlebihan, limpasan distal dan aliran yang lambat, serta hiperkoagulabilitas dan trombosis. Tingkat kegagalan SVG hingga 25% telah terlihat dengan angiografi berulang setelah CABG. Sebagai alternatif, cangkok arteri seperti arteri mammary internal kiri (LIMA) dan cangkok arteri radial tetap paten lebih lama dan memiliki tingkat patensi melebihi 90% pada 10 tahun. Fibrilasi atrium dalam 5 hari pertama setelah CABG relatif umum dengan tingkat 20% hingga 50% dan dikaitkan dengan peningkatan morbiditas dengan risiko stroke embolik pasca operasi yang lebih tinggi serta peningkatan mortalitas. Pengobatan praoperasi dengan beta-blocker dan mungkin amiodarone telah terbukti menjadi cara yang paling efektif untuk mengurangi kejadian fibrilasi atrium pasca operasi.¹² Tingkat disfungsi ginjal pasca operasi setelah CABG berkisar dari 5% hingga 30%.⁵

2.2 Gangguan Ginjal Akut

2.2.1 Pengertian gangguan ginjal akut

Gangguan ginjal akut adalah komplikasi serius setelah operasi jantung yang terjadi antara 5% hingga 42% pasien.^{3,5} Gangguan ginjal akut merupakan komplikasi serius dari pembedahan jantung dan merupakan kontributor penting terhadap kematian jangka pendek dan jangka panjang.³ Cedera ginjal akut setelah operasi jantung terjadi akibat penurunan fungsi ginjal secara cepat setelah operasi jantung yang dinyatakan sebagai penurunan laju filtrasi glomerulus (GFR) yang signifikan.⁹

2.2.2 Faktor risiko gangguan ginjal akut post CABG

Ada beberapa kondisi yang mempengaruhi gangguan ginjal pasca operasi. Faktor risiko ini termasuk disfungsi ginjal yang sudah ada sebelumnya, penurunan fungsi jantung, seperti pada gangguan jantung kongestif atau syok, diabetes mellitus, kebutuhan insulin, dan penyakit arteri perifer yang terjadi bersamaan. Usia lanjut, riwayat hipertensi, jenis kelamin perempuan, dan kebutuhan akan intervensi bedah atau



dukungan balon intraaortik pra operasi semuanya telah terlibat dalam meningkatkan risiko disfungsi ginjal akut.¹⁵

Tabel 1. Faktor risiko gangguan ginjal akut post CABG

Preoperatif	Intraoperatif	Postoperatif
Usia lanjut	Operasi kompleks	Paparan vasopresor
Perempuan	Durasi CPB	Paparan inotrope
Hipertensi	Perlu kembali ke CPB	Paparan diuretik
Hiperlipidemia	Hematokrit rendah selama	Transfusi darah
Penyakit ginjal kronis	CPB	Anemia
Penyakit hati	Waktu penjepit silang aorta	Hipovolemia
Penyakit pembuluh darah perifer	Hipoperfusi	Kongesti vena Serangan jantung
Stroke sebelumnya	Hipovolemia	
Riwayat merokok	Kongesti vena	
Diabetes	Emboli (kolesterol dan	
Anemia	lainnya)	
	Paparan inotrope	

Dikutip dari: O'Neal JB, Shaw AD, Billings FT. Acute kidney injury following cardiac surgery: Current understanding and future directions. Crit Care. 2016;20(1):1–9.

Faktor-faktor yang mendasari gangguan ginjal akut post CABG meliputi iskemia, toksisitas dari antibiotik, agen anestesi, media kontras, diuretik, mioglobin, dan kejadian emboli.³ Faktor risiko lainnya berupa riwayat gangguan jantung, dan/atau penurunan fraksi ejeksi ventrikel kiri (LVEF), waktu bypass kardiopulmoner (CPB) yang berkepanjangan dan pemberian agen nefrotoksik. Faktor yang berkontribusi terhadap gangguan ginjal akut setelah operasi jantung meliputi perubahan hemodinamik dan metabolik, inflamasi, toksin eksogen, pelepasan vasokonstriktor, dan interaksi antara komponen darah dan membran buatan. Semuanya berkontribusi terhadap vasokonstriksi ginjal dan iskemia.

Demikian, karakteristik unik dari bedah jantung yang menggunakan CPB dapat meningkatkan risiko gangguan ginjal akut bila dibandingkan dengan bedah klinis dan bedah lainnya, terutama disebabkan oleh penjepitan silang



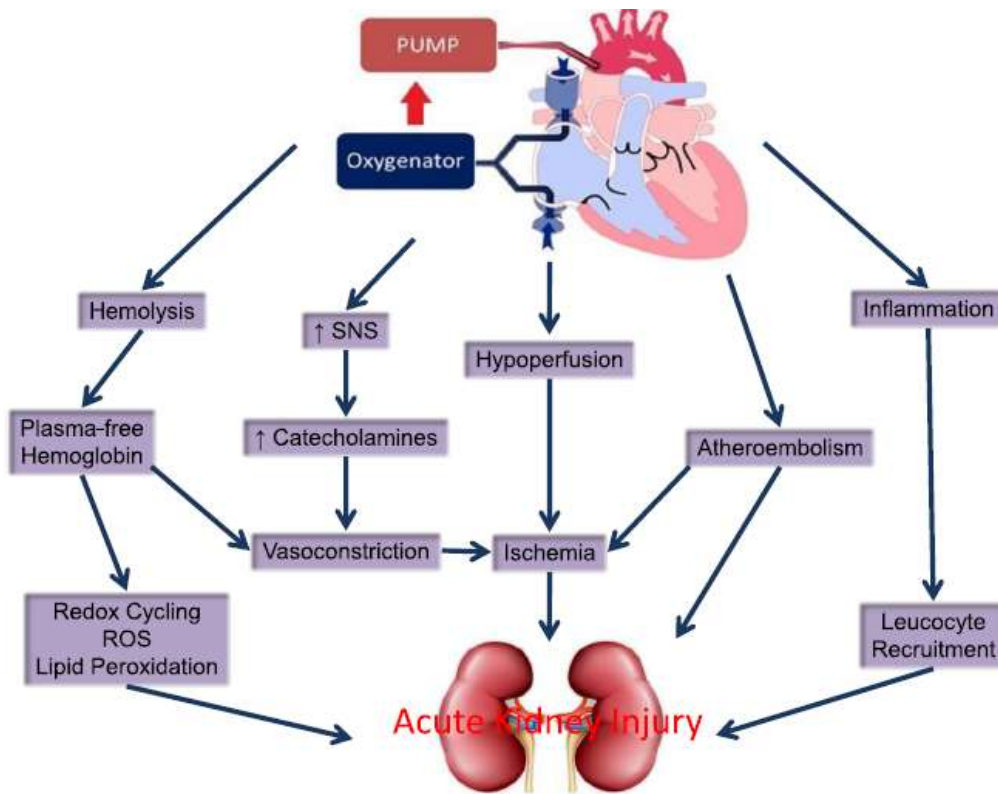
aorta dan transfusi produk darah eksogen serta vasopresor.⁵ Faktor risiko gangguan ginjal akut yang terjadi pada pasien yang menjalani operasi jantung disajikan pada Tabel 1.

Identifikasi faktor risiko gangguan ginjal akut post CABG berguna karena beberapa alasan. Pertama, menyarankan mekanisme cedera yang penting untuk penelitian lebih lanjut. Kedua, identifikasi faktor risiko dapat digunakan untuk pengembangan skor risiko yang dapat diterapkan secara klinis. Setidaknya secara teori, stratifikasi risiko dari skor tersebut dapat berguna untuk diskusi risiko sebelum operasi dengan pasien dan keluarga, untuk membantu perencanaan kebutuhan sumber daya, dan untuk pengayaan kohort dalam uji klinis. Ketiga, identifikasi faktor risiko yang dapat dimodifikasi menawarkan target terapi potensial untuk mengurangi risiko cedera ginjal perioperatif.¹⁸

2.2.3 Mekanisme gangguan ginjal akut pasca CABG

Etiologi dan mekanisme gangguan ginjal akut setelah operasi jantung masih kurang dipahami dan hampir pasti bersifat multifaktorial.¹⁸ Mekanisme cedera berkaitan dengan mikroembolisasi, aktivasi neurohormonal, toksin eksogen dan endogen, faktor metabolik serta hemodinamik dan inflamasi, cedera iskemia-reperfusi, dan stres oksidatif.⁹ Mekanisme gangguan ginjal akut terkait pembedahan jantung meliputi iskemia ginjal perioperatif, cedera reperfusi, hemolisis yang diinduksi CPB dan nefropati pigmen, stres oksidatif, dan inflamasi (Gambar 2). Perfusi ginjal bersifat kompleks dan sangat diatur. Meskipun 20% curah jantung mengalir ke ginjal, sebagian besar darah yang disaring oleh korteks glomeruli dikeluarkan dari vasa rekta. Shunt ini dapat membantu menjaga gradien konsentrasi elektrolit dan air di medula ginjal yang diperlukan untuk reabsorpsi tubulus dan sistem pengumpul, namun menyebabkan medula ginjal dan sambungan kortikomeduler menjadi hipoksia dibandingkan dengan jaringan lain. Hal ini merupakan mekanisme perlindungan terhadap cedera oksidatif namun meningkatkan kerentanan terhadap iskemia.⁸



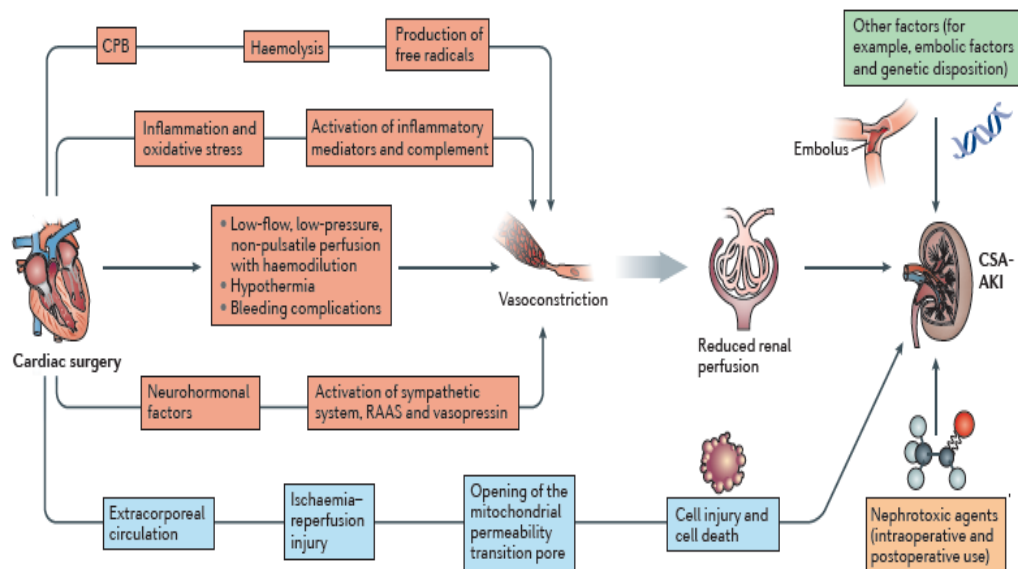


Gambar 2. Patofisiologi cedera ginjal akut setelah operasi jantung
 Dikutip dari: O'Neal JB, Shaw AD, Billings FT. Acute kidney injury following cardiac surgery: Current understanding and future directions. Crit Care. 2016;20(1):1–9.

Selama pembedahan, banyak faktor yang mengubah perfusi ginjal, dan tubulus di persimpangan kortikomedullary dan di medula sering rusak. CPB memberikan aliran darah nonpulsatil dan mungkin mengganggu keseimbangan antara perfusi kortikal dan medula. Paradoksnya, peningkatan perfusi kortikal dapat memicu iskemia kortikomedullary karena peningkatan konsumsi oksigen meduler akibat peningkatan transportasi zat terlarut. Kanulasi aorta dan cross-clamping meningkatkan atheroemboli pada ginjal, sehingga memperburuk iskemia dan menginduksi peradangan. Faktor lain termasuk aktivasi sistem saraf simpatis, pelepasan katekolamin endogen dalam sirkulasi, dan induksi kaskade renin-angiotensin-aldosteron selanjutnya dapat mengganggu oksigenasi ginjal selama

Operasi jantung juga menyebabkan peradangan ginjal dan sistemik. Peningkatan konsentrasi sitokin inflamasi plasma pasca operasi berhubungan dengan diagnosis gangguan ginjal akut.⁸





Gambar 3. Teori patofisiologi cedera ginjal akut setelah operasi jantung
Dikutip dari: Wang⁴

Patofisiologi gangguan ginjal akut setelah operasi jantung menurut penelitian lain diperoleh beberapa jalur cedera utama mungkin terlibat dalam perkembangan gangguan ginjal akut akibat operasi jantung, termasuk hipoperfusi, cedera iskemia-reperfusi, aktivasi neurohumoral, inflamasi, stres oksidatif, nefrotoksin, dan faktor mekanis. Semua jalur cedera ini dapat terjadi sebelum operasi, intraoperatif, dan pascaoperasi, atau pada semua waktu tersebut, dan pada tingkat yang berbeda-beda pada setiap pasien. Cedera ginjal akut terkait operasi jantung dapat disebabkan oleh penurunan perfusi ginjal akibat vasokonstriksi setelah operasi jantung. Sejumlah jalur patofisiologi dapat menyebabkan vasokonstriksi. Gangguan ginjal akut juga dapat disebabkan oleh cedera iskemia-reperfusi yang terjadi pada sirkulasi ekstrakorporeal, yang menyebabkan terbukanya pori-pori transisi permeabilitas mitokondria di ginjal dan menyebabkan cedera sel atau kematian sel. Selain itu, agen nefrotoksik dan faktor lain dapat berkontribusi terhadap gangguan ginjal akut akibat operasi jantung.⁴

2.2.4 Diagnosis gangguan ginjal akut

Diagnosis gangguan ginjal akut biasanya mencakup pengukuran konsentrasi serum dan keluaran urin, dengan pedoman konsensus yang mendukung Penyakit Ginjal: Peningkatan Hasil Global (KDIGO). Kriteria ini



mendefinisikan gangguan ginjal akut dengan salah satu dari berikut ini: peningkatan kreatinin serum sebesar $\geq 0,3$ mg/dL ($>26,5$ mol/L) dalam waktu 48 jam, peningkatan kreatinin serum hingga $\geq 1,5$ kali lipat dari nilai dasar pasien dalam tujuh hari sebelumnya, atau volume urin $<0,5$ mL/kg/jam selama enam jam.³

Semua kriteria konsensus terbaru untuk diagnosis AKI, termasuk RIFLE, AKIN, dan KDIGO, menggunakan perubahan konsentrasi SCr dan keluaran urin. Oliguria sering terjadi setelah operasi jantung dan biasanya terjadi sebelum peningkatan SCr setelah cedera ginjal, namun seringkali merupakan respons yang tepat terhadap hipovolemia intravaskular. Karena alasan ini dan karena dokumentasi keluaran urin per jam yang akurat seringkali buruk, gangguan ginjal akut paling sering didiagnosis oleh dokter menggunakan pengukuran SCr. Namun, perubahan kecil pada SCr mencerminkan proses inflamasi sistemik yang sedang berlangsung dan tidak spesifik pada gangguan ginjal akut. Meskipun demikian, ambang batas 0,3 mg/dl sangat terkait dengan hasil yang buruk.⁸

Stadium gangguan ginjal akut dijelaskan pada Tabel 2.

Tabel 2. Stadium gangguan ginjal akut

Stadium	Serum kreatinin	Output urin
1	Peningkatan kreatinin serum sebesar $\geq 0,3$ mg/dl ($\geq 26,5$ μ mol/l) dalam waktu 48 jam sejak timbulnya penyakit atau setelah operasi jantung, atau peningkatan kreatinin serum sebesar 1,5–1,9 kali lipat dari kadar awal	$<0,5$ ml /kg/jam selama 6–12 jam
2	Peningkatan kreatinin serum 2,0–2,9 kali lipat dari kadar awal	$<0,5$ ml/kg/jam selama ≥ 12 jam
3	Peningkatan kreatinin serum sebesar 3,0 kali lipat dari nilai awal atau peningkatan kreatinin serum hingga $\geq 4,0$ mg/dl ($\geq 353,6$ mol/l) atau inisiasi terapi pengganti ginjal	$<0,3$ ml/kg/jam selama ≥ 24 jam atau anuria selama ≥ 12 jam

Dikutip dari: Wang Y, Bellomo R. Cardiac surgery-associated acute kidney injury: Risk factors, pathophysiology and treatment. *Nat Rev Nephrol.* 2017;13(11):697–711.

Manajemen dan pencegahan gangguan ginjal akut

Pasien dengan risiko tinggi gangguan ginjal akut dapat dengan mudah diidentifikasi sebelum operasi jantung. Pengobatan gangguan ginjal akut terbaik



adalah pencegahan, karena penatalaksanaannya hanya bersifat suportif, dengan terapi pengganti ginjal menjadi pengobatan utama untuk gangguan ginjal berat. Salah satu tindakan pencegahan dengan hidrasi. Ginjal menerima 20% sampai 25% dari total curah jantung dan bagian medula nefronnya sangat rentan terhadap iskemia. Daerah ini dipertahankan pada tekanan oksigen rendah, sedangkan transpor natrium aktifnya berhubungan dengan aktivitas metabolisme dan kebutuhan oksigen yang tinggi. Dengan demikian, volume sirkulasi yang tidak memadai menyebabkan hipoperfusi ginjal dan menimbulkan respons neurohumoral, sehingga menyebabkan vasokonstriksi ginjal lebih lanjut. Di sisi lain, hidrasi yang kuat dapat melawan fenomena merugikan tersebut dengan mengoptimalkan hemodinamik sistemik, meningkatkan aliran ginjal, dan menjaga perfusi meduler.⁵

Pengenalan dini terhadap pasien berisiko gangguan ginjal akut dan resusitasi segera dengan cairan dan obat vasoaktif diperlukan untuk mencegah gangguan ginjal lebih lanjut. Idealnya, larutan kristaloid seimbang harus digunakan, karena saline 0,9% berhubungan dengan asidosis metabolik hiperkloremik, memburuknya keseimbangan asam-basa, dan hasil ginjal yang merugikan. Pada pasien sakit kritis, terutama yang mengalami syok septik, gangguan mikrosirkulasi, vasoreaktivitas, dan autoregulasi aliran darah ginjal menyebabkan gangguan ginjal akut melalui hipoperfusi iskemik. Meskipun data mengenai tekanan arteri rata-rata (MAP) yang optimal untuk mencegah perkembangan dan/atau perkembangan gangguan ginjal akut masih bertentangan, rekomendasi saat ini mengusulkan target MAP ≥ 65 mmHg namun menyatakan bahwa target MAP harus bersifat individual, terutama pada pasien dengan penyakit yang sudah ada sebelumnya. hipertensi kronis.³ Pada pasien dengan gangguan ginjal akut setelah operasi jantung, terapi penggantian ginjal dilakukan sedini mungkin untuk mencapai hasil yang menjanjikan.⁷



2.3 Terapi pergantian ginjal

2.3.1 Terapi pergantian ginjal pada gangguan ginjal akut

Terapi penggantian ginjal harus dilakukan sedini mungkin pada pasien dengan gangguan ginjal akut setelah operasi jantung.⁷ Vena jugularis interna dan vena femoralis merupakan akses vena yang biasa digunakan untuk kanulasi terapi penggantian ginjal. Laju aliran darah dan dialisat dijaga masing-masing pada 100-150 mL/menit dan 1 L/jam. Heparin dengan berat molekul rendah digunakan selama prosedur dan tingkat target waktu koagulasi teraktivasi dipertahankan pada 180-200 detik. Sementara itu, laju ultrafiltrasi disesuaikan antara 35 dan 45 mL/kg/jam. Memulai dialisis sejak dini sangat penting untuk meningkatkan keluaran yang baik. Dialisis dini berarti dialisis dimulai dalam waktu 24 jam setelah operasi jantung, ketika pasien berada dalam status hemodinamik stabil tanpa disfungsi jantung yang tidak disadari; sedangkan dialisis yang terlambat biasanya dimulai 24 jam setelah operasi jantung, ketika pasien berada dalam kondisi hemodinamik yang tidak stabil dengan gangguan fungsi jantung lebih lanjut.⁷

Studi kohort berbasis populasi menunjukkan bahwa gangguan ginjal akut pasca operasi yang memerlukan terapi pergantian ginjal berhubungan dengan angka kematian karena semua penyebab kematian dalam 1 tahun setelah CABG adalah gangguan ginjal akut. Selain itu, hal ini dikaitkan dengan angka kematian 30 hari dan 90 hari yang lebih tinggi, lama rawat inap yang lebih lama, dan angka penyakit ginjal kronis yang lebih tinggi yang memerlukan terapi pergantian ginjal 1 tahun setelah CABG. Gangguan ginjal akut terkait terapi pergantian ginjal setelah CABG berhubungan dengan peningkatan risiko kematian. Oleh karena itu, harus ada intervensi pada pasien ini setelah keluar dari rumah sakit. Terapi penggantian ginjal berkelanjutan telah digunakan untuk mengobati pasien dengan gangguan ginjal akut berat. Insiden gangguan ginjal akut yang memerlukan terapi pergantian ginjal berkelanjutan setelah operasi jantung dilaporkan sebesar 1,0%–2,0%, dan pasien dengan gangguan ginjal akut berat yang memerlukan terapi pergantian ginjal berkelanjutan dilaporkan memiliki angka kematian pasca operasi yang lebih tinggi. Sebelumnya melaporkan angka kematian di rumah sakit sebesar 43,5%



pada pasien yang memerlukan terapi pergantian ginjal berkelanjutan setelah operasi jantung.¹⁹

2.3.2 Prediksi terapi pergantian ginjal

Prediksi terapi pergantian ginjal atau prediksi gagal ginjal akut yang akurat memberikan peluang bagi dokter untuk mengoptimalkan pasien beresiko tinggi, meningkatkan pemantauan, mendaftarkan pasien dalam uji klinis, dan memulai perawatan pencegahan dan terapeutik.⁸

Tabel 3. Model prediksi risiko gangguan ginjal akut setelah operasi jantung

Variabel	Cleveland clinic score	Simplified renal index	Mehta tool
Umur			Bervariasi
Ras			Bukan kulit putih (2)
Jenis kelamin	Perempuan (1)		
Fungsi ginjal pra operasi	sCr 1,2-2,1 (1) sCr > 2,1 (5)	eGFR 31-60 (1) eGFR < 31 (2)	sCr bervariasi
Gangguan jantung kongestif	Ya (1)		
Diabetes		Membutuhkan pengobatan (1)	
Penyakit paru obstruktif kronis	Ya (1)		Ya (3)
Infark miokard (< 21 hari)			Ya (3)
LVEF	< 35% (1)	< 40% (1)	
Riwayat operasi	Ya (1)	Ya (1)	Ya (3)
Riwayat IABP	Ya (2)	Ya (1)	
Serangan jantung			Ya (7)
Waktu operasi	Darurat (1)	Non elektif (1)	
Tipe operasi	CABG (0) valve (1) CABG + valve (2)	Selain CABG terisolasi atau perbaikan ASD (1)	CABG (0) Valve aorta (2) CABG + valve aorta (5) Valve mitral (4) CABG + valve mitral (7)
Skor	0-17	0-8	0-83

Dilansir dari: Vives M, Hernandez A, Parramon F, Estanyol N, Pardina B, Muñoz A, et al. Acute kidney injury after cardiac surgery: Prevalence, impact and management challenges. Int J Nephrol Renovasc Dis. 2019;12:153–66.



Beberapa skor risiko untuk memprediksi gangguan ginjal akut telah dikembangkan, namun belum ada pedoman yang merekomendasikan penggunaan model prediksi spesifik. Cleveland clinic score, Mehta tool, dan Simplified renal index (SRI) telah digunakan untuk memprediksi kebutuhan inisiasi dialisis.⁹ Di antara skor prediksi gangguan ginjal akut yang memerlukan dialisis setelah operasi jantung, skor Cleveland adalah yang paling banyak diuji sejauh ini dan menunjukkan hasil yang diskriminasi yang tinggi di sebagian besar populasi yang diuji. Skor Mehta tidak semudah digunakan dibandingkan skor SRI dan skor Cleveland. Oleh karena itu, mengingat kesederhanaannya, skor SRI dan skor Cleveland adalah yang paling umum digunakan dalam praktik klinis. Selain itu, skor Cleveland menunjukkan kinerja yang baik untuk memprediksi titik akhir gabungan gangguan ginjal akut parah (didefinisikan sebagai peningkatan SCr >2,0 mg/dL atau peningkatan dua kali lipat dari nilai sebelum operasi).⁹ Penelitian lain juga melaporkan bahwa Cleveland clinic score menawarkan diskriminasi terbaik.⁸

Gangguan ginjal akut yang memerlukan terapi penggantian ginjal (RRT) pada pasien yang menjalani operasi jantung sangat berhubungan dengan hasil akhir pasien yang merugikan. Skor Cleveland dan skor Mehta secara konsisten menunjukkan diskriminasi yang jauh lebih baik dibandingkan dengan skor SRI. Meskipun AUROC lebih rendah untuk prediksi AKI parah, skor AUROC Cleveland masih $\geq 0,80$. Skor Mehta hanya berlaku pada subkelompok pasien. Keterbatasan: Studi kohort retrospektif satu pusat. Sistem penilaian Cleveland menawarkan nilai diskriminatif terbaik untuk memprediksi RRT pasca operasi dan mencakup sebagian besar pasien yang menjalani operasi jantung. Hal ini juga dapat digunakan untuk memprediksi titik akhir gabungan dari AKI parah, yang memungkinkan penerapan yang lebih luas pada pasien yang berisiko mengalami disfungsi ginjal pasca operasi. Penelitian lain melaporkan bahwa skor Cleveland dan skor Mehta secara konsisten menunjukkan diskriminasi yang jauh lebih baik dibandingkan dengan skor SRI.¹¹ Sementara penelitian lain melaporkan bahwa

Cleveland clinic score memiliki kekuatan diskriminatif terbaik dibandingkan Mehta, mirip dengan SRI pada populasi Spanyol dengan ROC 0,7.¹⁰



2.4 Cleveland Clinic Score

Model penilaian risiko ginjal Cleveland dimasukkan ke dalam model regresi logistik meliputi: jenis kelamin, gagal jantung kongestif yang didefinisikan sebagai NYHA (klasifikasi New York Heart Association) kelas 3 atau 4 atau fraksi ejeksi ventrikel kiri (LVEF) <35%, penyakit ginjal kronis yang didefinisikan sebagai kreatinin pra operasi >120 mol/L, diabetes melitus yang bergantung pada insulin, penyakit paru obstruktif kronik, riwayat operasi jantung sebelumnya, dan jenis operasi (CABG), prosedur katup atau prosedur bersamaan.²⁰ Penyakit pembuluh darah perifer, penyakit serebrovaskular, gagal jantung kongestif, fungsi ventrikel kiri, penyakit koroner utama kiri, penggunaan pompa balon intra-aorta sebelum operasi, operasi jantung terbuka sebelumnya, dan operasi darurat (Tabel 4).²¹ Skor dari Cleveland Clinic Score antara 0-17.^{22,23}

Tabel 4. Model penilaian risiko Cleveland untuk prediksi kejadian dialisis ginjal setelah operasi jantung

Faktor risiko	Poin
Jenis kelamin perempuan	1
Gagal jantung kongestif	1
LVEF<35%	1
Penggunaan IABP sebelum operasi	2
PPOK	1
Diabetes yang membutuhkan insulin	1
Operasi jantung sebelumnya	1
Operasi darurat	2
Operasi valve saja (referensi CABG)	1
CABG + valve	2
Operasi jantung lainnya	2
Tingkat kreatinin pra operasi 1,2 hingga <2,1 mg/dl (referensi hingga 1,2 mg/dl)	2
Tingkat kreatinin pra operasi <2,1 mg/dl (mengacu pada 1,2 mg/dl)	5

Dikutip dari: A. Kisho M. Prediction of cardiac surgery-associated acute kidney injury using Cleveland and Mehta scores. J Med Sci Res. 2021;4(4):380.

Validasi skor Cleveland secara eksternal pada populasi Asia telah

in diperoleh diskriminasi yang sangat baik, dan telah divalidasi secara di banyak pusat kesehatan. Keuntungannya adalah hanya menggunakan pra operasi, sehingga memungkinkan stratifikasi risiko pasien sebelum



operasi. Semua pasien diberi skor dan dikelompokkan menjadi 4 kelompok risiko berdasarkan model Cleveland. Skor Cleveland berguna dalam membedakan antara pasien dengan risiko lebih tinggi atau lebih rendah gangguan ginjal akut.²⁴ Pada penelitian lain dilaporkan bahwa skor Cleveland clinic mempunyai AUC 0,670 dalam memprediksi gangguan ginjal akut.²⁵

2.5 Simplified Renal Indeks

Simplified Renal Indeks (SRI) dibangun dengan penjumlahan poin (bobot) yang diberikan pada delapan variabel klinis dan laboratorium (Tabel 5). Meningkatnya nilai Simplified Renal Indeks mencerminkan peningkatan risiko terjadinya terapi pengganti ginjal pasca operasi jantung.²⁶

Tabel 5. Komponen Simplified Renal Indeks

Variabel	Poin
Perkiraan laju filtrasi glomerulus 31–60 ml/min/1,73 m ²	1
Perkiraan laju filtrasi glomerulus ≤ 30 ml/min/1,73 m ²	2
Diabetes melitus yang memerlukan pengobatan	1
Fraksi ejeksi ventrikel kiri ≤ 40%	1
Operasi jantung sebelumnya	1
Prosedur selain CABG terisolasi atau perbaikan ASD terisolasi	1
Prosedur non-elektif	1
Pompa balon intra-aorta sebelum operasi	1

Dikutip dari: Knapik P, Rozentryt P, Nadziakiewicz P, Poloński L, Zembala M. Retrospective cross-validation of simplified predictive index for renal replacement therapy after cardiac surgery. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2008;7(6):1101–6.

Pasien dengan Simplified Renal Indeks yang rendah (0–1), sedang (2–3) dan tinggi (4 atau lebih) ditemukan memiliki risiko terapi pengganti ginjal yang semakin tinggi. Simplified Renal Indeks juga mempertahankan kekuatan diskriminatif yang cukup baik dalam analisis statistik. Area di bawah kurva ROC

0,73.²⁶ Penerapan SRI pada populasi Brasil untuk memperkirakan risiko penggantian ginjal pasca operasi, SRI dapat diberi skor dari 0 hingga 8 poin, dikelompokkan menjadi risiko rendah (individu yang mendapat skor ≤ 1 poin) dan



risiko tinggi (individu yang mendapat skor ≥ 4 poin) dengan hasil bahwa peningkatan setiap poin dalam skor SRI meningkatkan risiko pengembangan gangguan ginjal akut yang memerlukan terapi penggantian ginjal sebesar 84%. Pasien berisiko tinggi hampir 6 kali lebih mungkin memerlukan terapi penggantian ginjal bila dibandingkan dengan pasien berisiko rendah.²⁷ Penelitian lain membandingkan SRI dengan indeks prediktif Cleveland clinic score dan Mehta tool yang lebih kompleks dengan hasil bahwa ada peningkatan kemudahan penggunaan, karena jumlah komponen variabel yang lebih sedikit dan sistem penilaian yang lebih sederhana, dengan akurasi prognostik yang serupa pada SRI.²⁸ Pada penelitian lain dilaporkan bahwa AUC skor SRI adalah 0,801.²⁵

2.6 Mehta tool

Mehta memiliki skor tertinggi pada pasien yang tidak memerlukan terapi penggantian ginjal, sedangkan SRI memiliki skor tertinggi pada pasien yang memerlukan terapi penggantian ginjal. Meskipun risiko terapi penggantian ginjal pasca operasi jelas terkait dengan fungsi ginjal sebelum operasi, Mehta tool terutama bergantung pada kreatinin basal (maksimum 40 poin pada skala 83) dan usia (maksimum 10 poin). Kreatinin mempunyai keterbatasan penting sebagai ukuran fungsi ginjal pra operasi, penggunaan persamaan MDRD yang mengintegrasikan kreatinin dengan usia, jenis kelamin dan ras dapat meningkatkan kinerja skor. Mehta tool memberikan terlalu sedikit arti penting terhadap operasi jantung sebelumnya, dan sama sekali mengabaikan operasi yang akan segera dilakukan. SRI menunjukkan skor normalisasi yang lebih tinggi pada pasien yang lebih sehat, mungkin karena semua variabel memiliki bobot yang sama dan hal ini memberikan terlalu banyak kepentingan relatif terhadap diabetes, operasi jantung sebelumnya, jenis operasi dan LVEF yang rendah (tidak selalu dikaitkan dengan curah jantung yang rendah).¹⁰



Tabel 6. Model penilaian risiko Mehta untuk prediksi kejadian dialisis ginjal setelah operasi jantung

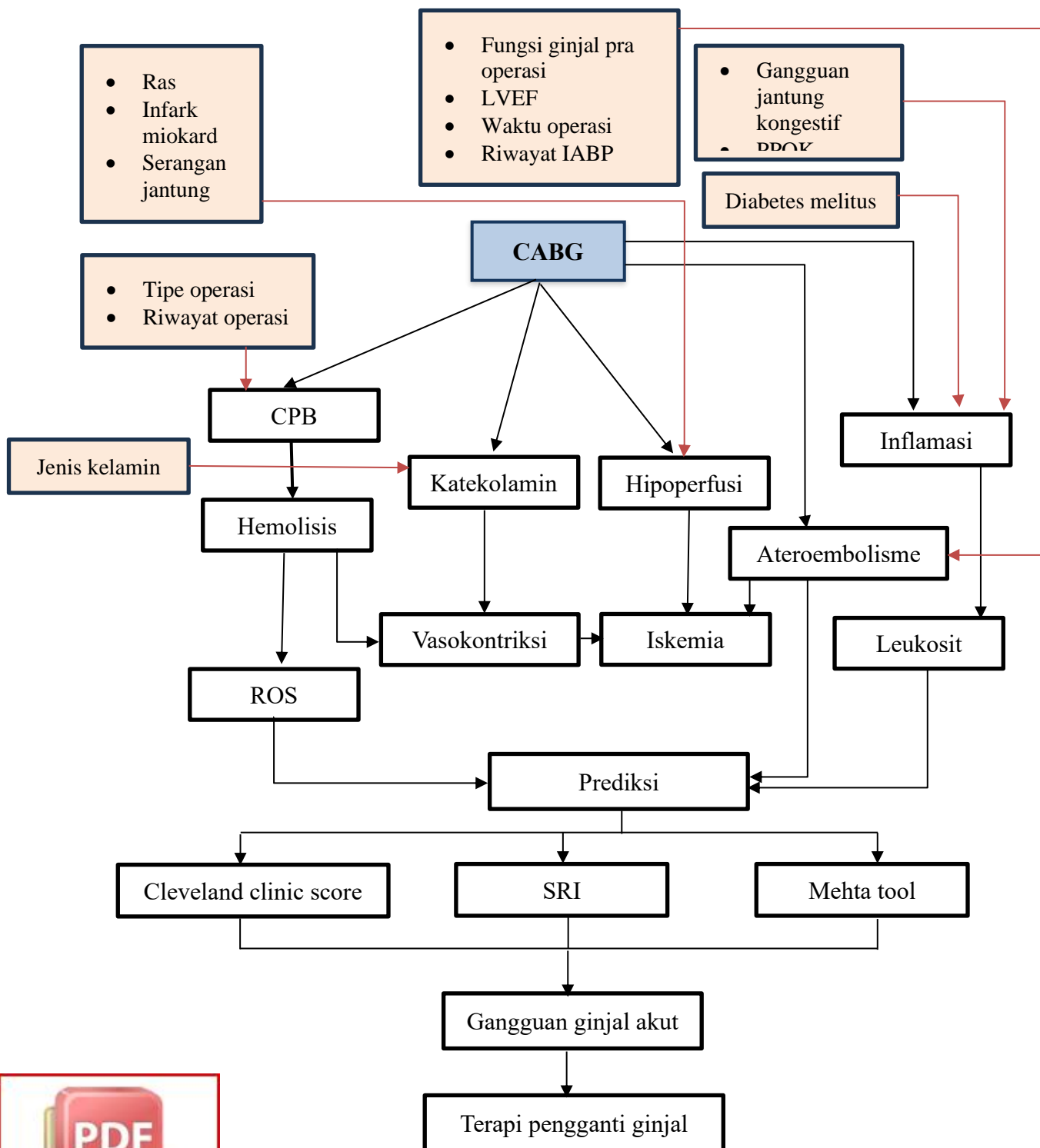
Last creatinine	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4 or high										Score
Points	5	10	15	20	25	30	35	40										
Age	<55	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	90-94	95-99	+100							Score
Points	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
Surgery	CABG		AV only		AV+ CABG		MV				Only MV +CABG							Score
Points	0		2		5		4				7							
Diabetes	No diabetes			Controlled orally					Insulin dependent									Score
Points	0			2					5									
Recent MI	No recent MI						Within last 3 weeks											Score
Points	0						3											
Race	White						Nonwhite											Score
Points	0						2											
Chronic lung disease	No						Yes											Score
Points	0						3											
Reoperation	No prior CV surgery						Prior CABG or CV surgery											Score
Points	0						3											
NYHA class	I, II, III						V											Score
Points	0						3											
Cardiogenic Shock	No						Yes											Score
Points	0						7											
Total score	2-7	8-11	12	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	68+				
Risk of dialysis %	0.1	0.2	0.3	1.1	2.5	5.4	10	16	20	28	40	56	70	80				

Dikutip dari: A. Kisho M. Prediction of cardiac surgery-associated acute kidney injury using Cleveland and Mehta scores. *J Med Sci Res.* 2021;4(4):380.

Keterbatasan skor Mehta adalah skor ini harus diterapkan hanya pada pasien yang menjalani CABG saja, operasi valve mitral atau aorta saja, atau kombinasi CABG dan operasi valve aorta atau mitral. Skor Mehta berisi lebih banyak variabel dibandingkan model risiko lainnya, dan oleh karena itu, metode yang lebih sederhana telah diusulkan. Namun, skor Mehta tidak dapat diterapkan pada pasien yang menjalani operasi jantung jenis lain karena tidak ada bobot dalam model yang diperkirakan.¹¹



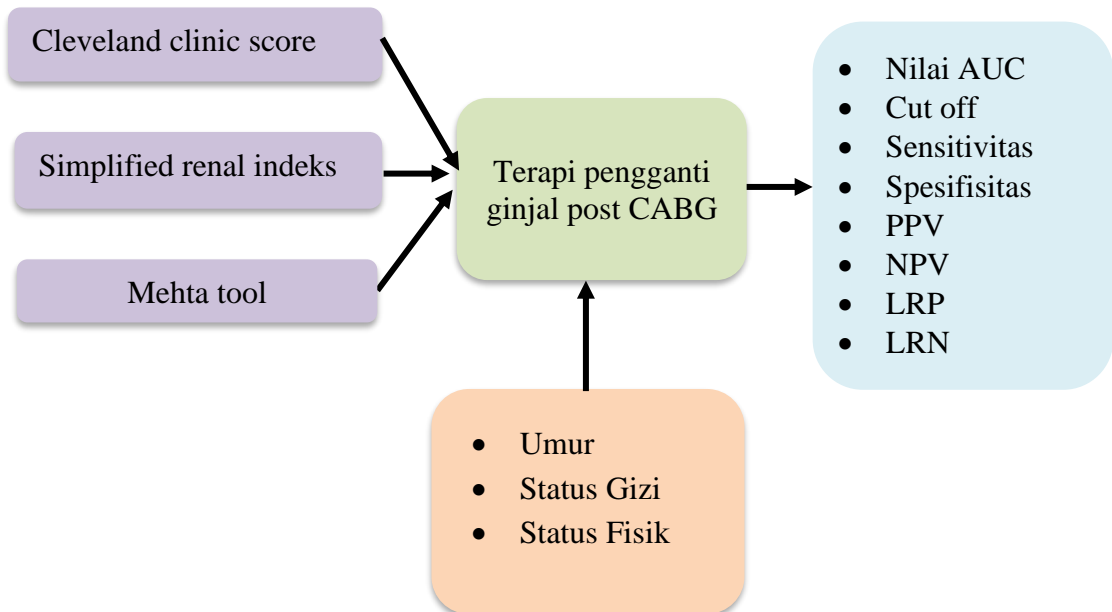
BAB III
KERANGKA TEORI



4. Kerangka Teori



BAB IV
KERANGKA KONSEP



Keterangan:



Gambar 5. Kerangka konsep

