

# EKOKARDIOGRAFI PADA GAGAL JANTUNG

Nia Dyah Rahmianti

Ni Putu Alit Trisna

Departemen Kardiologi dan Kedokteran Vaskular  
RSU. Dr. Soetomo – Universitas Airlangga Surabaya

## PENDAHULUAN

Gagal jantung (*heart failure*) merupakan sindrom klinis kompleks yang ditandai dengan beberapa gejala umum seperti kesulitan bernapas, pembengkakan tungkai, dan rasa lelah yang mungkin disertai dengan peningkatan tekanan vena jugularis, *pulmonary crackles*, serta edema perifer yang dapat terjadi akibat perubahan struktur atau gangguan fungsi jantung yang menyebabkan penurunan *cardiac output* dan atau peningkatan tekanan *intracardiac*. Gagal jantung umumnya memiliki prognosis yang buruk dan biaya perawatan yang relatif besar. Prevalensi gagal jantung berkisar antara 1-3% dari total populasi orang dewasa di negara maju, dan dapat meningkat menjadi lebih dari 10% pada populasi berusia di atas 70 tahun. Di Amerika Serikat, terdapat lebih dari 5,8 juta kasus gagal jantung dan lebih dari 550.000 kasus baru didiagnosis setiap tahunnya.<sup>1,2</sup>

Data dari *Framingham Heart Study* menyebutkan bahwa insiden tahunan gagal jantung pada pria sebesar 0,23% dan pada wanita sebesar 0,14%, kejadian pada pria lebih banyak daripada wanita, dengan usia rata-rata >55 tahun. Data sebuah penelitian lain menyatakan bahwa mortalitas di rumah sakit menurun hingga 9% tetapi tingkat kekambuhan meningkat menjadi 36,2%. Di Indonesia, tercatat tingkat kekambuhan 29% dengan persentase mortalitas sebesar 12%.<sup>3</sup> Modalitas tambahan yang dapat digunakan untuk diagnosis gagal jantung antara lain pemeriksaan laboratorium (NT-proBNP), elektrokardiografi, ekokardiografi, *stress test*, *Multi-slice Computed Tomography* (MSCT), *Magnetic Resonance Imaging* (MRI), *Coronary Angiography*, serta biopsi miokard.<sup>1</sup> Modalitas ekokardiografi berguna dalam penilaian pasien gagal jantung.<sup>4,5</sup> Ekokardiografi juga dapat mengukur banyak parameter klinis jantung yang penting, termasuk status hemodinamik, fraksi ejeksi ventrikel kiri (*left ventricular ejection fraction/LVEF*), volume, serta massa jantung yang penting dievaluasi pada pasien gagal jantung.<sup>6</sup>

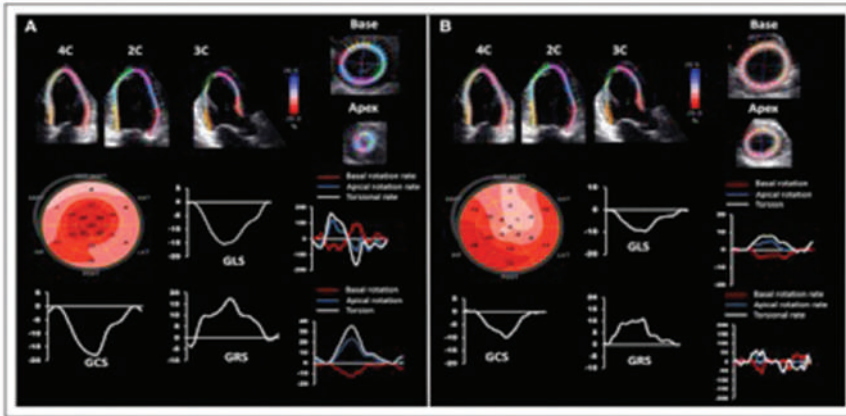
## PEMBAHASAN

### Peran Ekokardiografi dalam Gagal Jantung

Gagal jantung akibat disfungsi sistolik relatif mudah didiagnosis dengan ekokardiografi. Disfungsi diastolik ditunjukkan dengan adanya hipertrofi ventrikel kiri dengan fraksi ejeksi yang masih baik (*preserved*). Penggunaan ekokardiografi 2D memungkinkan penilaian volume ventrikel kiri dan penyakit valvular. Perkembangan ekokardiografi 3D meningkatkan akurasi dan *reliability* dengan adanya pengukuran volume dan fungsi ruang disertai dengan evaluasi mekanis dan regurgitasi. Ekokardiografi 3D juga mengatasi limitasi asumsi geometrik dalam penentuan fraksi ejeksi<sup>4,5</sup>

*Speckle-tracking echocardiography* (STE) diperkenalkan kemudian sebagai teknik pencitraan deformasi miokard. STE tergantung pada sifat akustik anisotropik dari miokardium, yang disebabkan oleh adanya pola miokardium dari interferensi konstruktif-destruktif yang terlihat dalam gambar sebagai *noise* granular titik - titik terang dan gelap disebut *noise speckle*. Bintik-bintik ini adalah penanda akustik yang stabil pada gambar USG jantung yang dapat diidentifikasi baik dalam gambar 2D dan 3D untuk menghasilkan kurva deformasi miokard dalam arah yang berbeda.<sup>7</sup>

Meskipun keuntungan besar yang ditawarkan STE lebih besar dibandingkan pencitraan Doppler, namun STE juga memiliki beberapa keterbatasan. 2D-STE tergantung pada kualitas gambar; memiliki akurasi rendah akibat *through plane motion*; kualitas identifikasi biasanya lebih rendah di bagian distal dibandingkan dengan bintik proksimal; dan *frame rate* yang terlalu tinggi atau terlalu rendah akan menghasilkan identifikasi gambar yang buruk. 3D-STE bebas dari *through plane motion* namun memiliki resolusi temporal yang lebih rendah, kerentanan yang lebih besar terhadap kualitas gambar *greyscale*, dan membutuhkan tenaga ahli yang terlatih.<sup>7</sup>



Gambar 1. *Speckle-tracking echocardiography* pada pasien dengan gagal jantung. Gambar A, contoh pada pasien gagal jantung dengan fungsi fraksi ejeksi yang tetap dengan penyebab hipertensi kronik. Gambar B, contoh pasien gagal jantung dengan nilai fraksi ejeksi yang menurun pada pasien kardiomiopati dilatatif<sup>8</sup>

**Fungsi Sistolik Ventrikel Kiri**

Ekokardiografi merupakan modalitas noninvasif yang sering digunakan untuk menilai fraksi ejeksi ventrikel kiri (*left ventricular ejection fraction/LVEF*). Fungsi sistolik ventrikel kiri merupakan faktor prognostik dari penyakit jantung dan berperan penting dalam menentukan terapi. Meskipun metode M-mode dan 2D dapat digunakan untuk estimasi volume ventrikel kiri (*left ventricle/LV*) dan fraksi ejeksi (*ejection fraction/EF*), tetapi metode *biplane Simpson* adalah metode yang paling direkomendasikan. Teknik M-mode dapat digunakan untuk menilai dimensi LV, pergerakan, ketebalan dinding ventrikel, dan fraksi ejeksi. Ekokardiografi 2D sering digunakan untuk penilaian visual dan fungsi sistolik LV, baik fungsi global maupun fungsi regional. Fraksi ejeksi adalah pengukuran, yang dinyatakan sebagai persentase, jumlah darah yang dipompa ventrikel kiri pada setiap kontraksi. Perhitungan EF secara visual banyak digunakan, dan estimasi visual bermakna secara klinis namun kurang akurat pada pasien dengan *poor echo window* serta terbatas untuk penilaian evaluasi secara serial.<sup>9</sup>

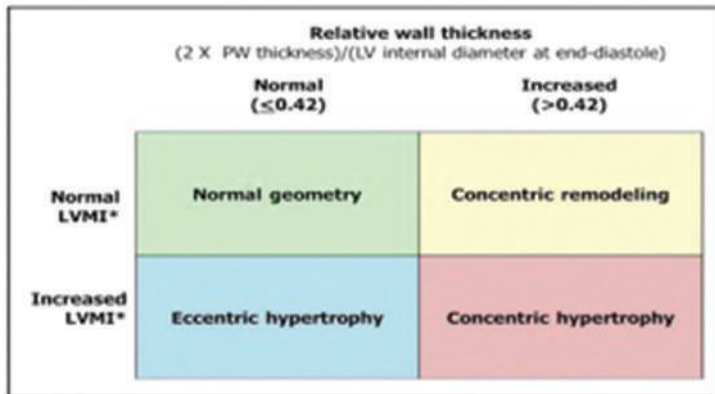
Penurunan LVEF merupakan tanda kegagalan remisi fungsi jantung dan disertai munculnya gejala klinis pada pasien. Nilai LVEF merupakan kriteria utama dalam penentuan terapi seperti pemberian terapi *implantable cardioverter defibrillator (ICD)* dan *cardiac resynchronization therapy (CRT)*.<sup>8,11</sup> LVEF  $\leq 35\%$  merupakan nilai batas yang direkomendasikan untuk CRT pada pasien dengan kompleks QRS yang lebar. Faktor risiko seperti stroke, diabetes melitus, penyakit ginjal, yang disertai dengan *Left Ventricular Hypertrophy (LVH)* dapat memperberat klinis gagal jantung.

**Massa dan Geometri Ventrikel Kiri**

Pada pasien dengan *heart failure with preserved ejection fraction (HFpEF)*, miokardium ventrikel kirinya (*left ventricle/LV*) pada umumnya merespons dengan meningkatkan ketebalan radial otot, disertai dengan peningkatan deposit kolagen ekstraseluler. Hal ini menghasilkan peningkatan ketebalan dinding ventrikel kiri dan massa otot keseluruhan yang disebut sebagai hipertrofi ventrikel kiri konsentris (*concentric left ventricular hypertrophy/LVH*). Akan tetapi dalam beberapa kasus, massa LV absolut tidak meningkat secara signifikan melainkan terjadi peningkatan ketebalan dinding. Ini dikenal sebagai konsentris *remodelling*. Perbedaan antara kedua hal ini penting karena LVH konsentris dikaitkan dengan prognosis yang jauh lebih buruk dibandingkan dengan konsentris *remodelling*. Analisis gabungan dari studi epidemiologi skala besar dan studi klinis menunjukkan bahwa hampir 35% pasien dengan HFpEF memiliki LVH konsentris, sedangkan 30% pasien menunjukkan konsentris *remodelling*. Pada 7-9% pasien mungkin terdapat LVH eksentrik, yang

ditandai dengan peningkatan massa LV tanpa peningkatan ketebalan dinding LV yang proporsional. Geometri LV normal dijumpai pada 30% pasien yang tersisa.<sup>8,12,13</sup>

Pada pasien dengan *heart failure with reduced ejection fraction* (HFrEF) dijumpai miosit jantung panjang tanpa peningkatan massa LV. Didapatkan adanya nekrosis miosit dan degradasi kolagen ekstraseluler karena peningkatan aktivitas matriks *metalloproteinase* dan enzim serupa lainnya. Akibatnya terjadi *remodelling* LV eksentrik dengan peningkatan ukuran rongga LV tanpa peningkatan massa dinding LV, atau bisa didapatkan penipisan dinding LV. Selain itu LV yang membesar cenderung memiliki bentuk sferis (lebih bulat), yang memungkinkan untuk mengakomodasi volume lebih besar untuk panjang miokardium yang sama. Namun, peningkatan sferisitas LV menjadi proses maladaptif karena meningkatkan tekanan dinding, menyebabkan *remodelling* LV lebih lanjut, serta dikaitkan dengan klinis yang buruk.<sup>13</sup>



Gambar 2. Pola hipertrofi dan *remodelling* ventrikel kiri  
(LV, left ventricular; LVMI, left ventricular mass index; PW, posterior wall)<sup>8</sup>

Pengukuran estimasi massa LV pada ekokardiografi dilakukan dengan menggunakan metode luas wilayah. Dengan menggunakan metode 2D, massa LV normal adalah  $\leq 88$  g/m<sup>2</sup> pada wanita dan  $\leq 102$  g/m<sup>2</sup> pada pria. Ketebalan dinding relatif (*relative wall thickness*/RWT) dihitung sebagai  $(2 \times \text{ketebalan dinding posterior}) / (\text{diameter internal LV pada akhir diastol})$ . Nilai RWT  $> 0,42$  menunjukkan adanya *remodelling* konsentris, sedangkan nilai  $\leq 0,42$  menunjukkan *remodelling* eksentrik. Pada pasien dengan *remodelling* eksentrik, sferisitas LV dapat dinilai dengan mengukur indeks sferisitas, yang dihitung dengan membagi panjang LV dengan diameter LV pada bidang *apical 4-chamber*, di mana nilai  $\leq 1,5$  dianggap sebagai nilai abnormal. Beberapa peneliti telah menggunakan rumus terbalik yaitu diameter LV dibagi dengan panjang LV, untuk menghitung indeks sferisitas. Dalam hal ini, nilai  $\geq 0,7$  dianggap abnormal.<sup>8</sup>

**Fungsi Diastolik Ventrikel Kiri**

Pada pasien gagal jantung dapat ditemukan adanya perubahan fungsi diastolik vintrikel kiri (*left ventricle*/LV). Perubahan fungsi diastolik LV dipengaruhi oleh kekakuan dan relaksasi ventrikel saat kontraksi jantung. Pengosongan dari *left atrium* (LA) yang tidak efektif sehingga mengganggu pengisian LV dapat menyebabkan tekanan pulmonal meningkat dan berakibat pada terjadinya kongesti pulmonal. Relaksasi LV dan tekanan pengisian LV (*left-ventricular filling pressure*/LVFP) dapat diperiksa dengan ekokardiografi menggunakan pengukuran rasio kecepatan diastolik awal dan diastolik akhir pada *mitral inflow* (E/A), waktu deselerasi dari gelombang E, kecepatan diastolik awal anulus mitral (e'), dan rasio mitral E/e'.<sup>14</sup>

Guidelines dari *American Society of Echocardiography* merekomendasikan empat variabel dalam menilai fungsi diastolik LV, yaitu rasio E/A mitral, E/e', index volume LA (*indexed left atrial volume*/LAVi), dan kecepatan puncak regurgitasi trikuspid. Dengan kombinasi variabel tersebut, dapat ditentukan fungsi diastolik LV dan *left ventricular filling pressure* (LVFP). Pada pasien dengan gagal jantung, pola pengisian mitral restriktif merupakan prediktor independen terhadap kondisi klinis. Peningkatan E/e' juga merupakan prediktor pada gagal jantung, baik pada HFrEF atau HFpEF.<sup>19</sup>

**Dilatasi dan Disfungsi Atrium Kiri**

Dilatasi atrium kiri (*left atrium*/LA) sebagian besar dilaporkan pada pasien HFrEF dan 50-60% pada HFpEF. Adanya dilatasi LA

merupakan penanda prognostik buruk dan dikaitkan dengan terjadinya atrial fibrilasi, hospitalisasi, stroke dan kematian karena kejadian kardiovaskular. Ekokardiografi merupakan metode yang paling sering digunakan untuk mengukur volume LA dengan menggunakan biplane area-length formula. Disfungsi LA juga sering terjadi pada pasien gagal jantung, yakni berupa berkurangnya kontraktilitas LA sehingga menyebabkan gejala simtomatis pada pasien gagal jantung.<sup>8,15</sup>

#### **Hemodinamik**

Penilaian hemodinamik penting dilakukan pada pasien gagal jantung. Evaluasi aliran transmitral memberikan gambaran tentang tekanan pengisian ventrikel kiri (*left ventricle/LV*). Namun yang terpenting adalah menentukan nilai *pulmonary artery systolic pressure* (PASP), yang dihitung dari kecepatan regurgitasi katup trikuspid dan perkiraan tekanan atrium kiri.<sup>5</sup> Penghitungan nilai *cardiac output* tergantung dari *tracing* volume sistol dan diastol atau dengan metode Doppler dengan menghitung isi sekuncup dari aliran darah, diameter *outflow tract* dan denyut jantung.<sup>5</sup>

#### **Hipertensi Pulmonal dan Disfungsi Ventrikel Kanan**

Hipertensi pulmonal, dengan atau tanpa disertai dengan disfungsi ventrikel kanan (*right ventricle/RV*) sekunder merupakan hal yang umum terjadi pada pasien gagal jantung. Meskipun pengukuran *pulmonary artery systolic pressure* (PASP) dengan ekokardiografi memiliki keterbatasan, namun peningkatan PASP pada pasien gagal jantung merupakan penanda prognostik yang buruk. Adanya disfungsi sistolik RV juga merupakan penanda prognostik pada gagal jantung. Beberapa parameter ekokardiografi untuk mengukur fungsi sistolik RV yaitu M-mode dari *tricuspid annular plane systolic excursion*, perubahan area fraksional (2D), dan *free wall strain RV*.<sup>16</sup>

#### **Dyssynchrony Ventrikel Kiri**

Hampir sepertiga pasien dengan HFrEF memiliki *dyssynchrony* ventrikel. Adanya *dyssynchrony* ventrikel pada pasien gagal jantung merupakan penanda klinis yang buruk, yang ditandai dengan kompleks QRS yang lebar, di mana terapi dengan *Cardiac Resynchronisation Therapy* (CRT) dapat mengurangi morbiditas dan mortalitas pada pasien. Beberapa parameter ekokardiografi telah dikembangkan untuk menilai *dyssynchrony* mekanik dan memperkirakan respons pasien terhadap CRT, namun hingga saat ini belum terdapat parameter yang dapat digunakan untuk melakukan evaluasi rutin pada pasien.<sup>17</sup>

#### **Regurgitasi Mitral Fungsional**

*Remodelling* ventrikel kiri pada pasien dengan fraksi ejeksi yang menurun sering dikaitkan dengan terjadinya regurgitasi mitral (*mitral regurgitation/MR*) fungsional. Ekokardiografi dapat digunakan untuk penilaian secara komprehensif, meliputi derajat keparahan MR, mekanisme MR, katup mitral dan geometri ventrikel kiri. Ekokardiografi 3D jauh lebih unggul dibandingkan dengan ekokardiografi 2D untuk penilaian fungsi katup mitral dan derajat keparahan MR. Adanya MR fungsional merupakan penanda prognostik yang buruk pada klinis pasien.<sup>18</sup>

#### **PROGNOSIS PASIEN GAGAL JANTUNG**

Prognosis gagal jantung dapat diperkirakan dari *remodelling* ventrikel kiri, fraksi ejeksi, disfungsi diastolik, tekanan pengisian ventrikel kiri, fungsi ventrikel kanan, dan regurgitasi mitral. Secara umum *strain* ventrikel kiri dapat digunakan sebagai penanda gagal jantung. Penilaian yang lebih kompleks terhadap gagal jantung dapat menggunakan hemodinamik, yaitu tekanan pengisian ventrikel kiri, hipertensi pulmonal, dan tekanan atrium kanan.<sup>5</sup>

#### **KESIMPULAN**

Pemeriksaan pencitraan jantung sangat diperlukan dalam penatalaksanaan gagal jantung. Ekokardiografi merupakan metode noninvasif yang aman digunakan dan dapat diaplikasikan dengan mudah oleh operator. Ekokardiografi merupakan modalitas yang paling banyak digunakan dan memberikan informasi tentang fraksi ejeksi, volume ventrikel kiri, fungsi diastolik, fungsi ventrikel kanan, hemodinamik, serta regurgitasi katup yang memiliki penanda prognostik dan terapi yang penting. Ekokardiografi memiliki peranan yang penting pada setiap tahap dari gagal jantung.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *European Heart Journal* 2016; 37: 2129–200.
2. Roger VL. Epidemiology of Heart Failure. *Circulation Research* 2013; 113(6): 646–59.
3. Otto CM, 2007. *The Practice of Clinical Echocardiography*. 3rd ed. Saunders, London.
4. Feigenbaum H, 2005. *Echocardiography*, 6th edn. Lea & Febiger, Philadelphia.
5. Marwick TH. The Role of Echocardiography in Heart Failure. *J Nucl Med* 2015; 56(4): 31S-8S.
6. Kirkpatrick JN, Vannan MA, Narula J, Lang RM. Echocardiography in Heart Failure. *JACC* 2007; 50(5): 381-96.
7. Mor-Avi V, Lang RM, Badano LP, et al. Current and evolving echocardiographic techniques for the quantitative evaluation of cardiac mechanics: ASE/EAE consensus statement on methodology and indications endorsed by the Japanese Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2011; 24: 277-313.
8. Omar AMS, Bansal M, Sengupta PP. Advances in Echocardiographic Imaging in Heart Failure With Reduced and Preserved Ejection Fraction. *Circulation Research* 2016; 119: 357–74.
9. Thavendiranathan P, Grant AD, Negishi T, et al. Reproducibility of echocardiographic techniques for sequential assessment of left ventricular ejection fraction and volumes: application to patients undergoing cancer chemotherapy. *J Am Coll Cardiol*. 2013; 61(1): 77–84.
10. O'Rourke MF, Safar ME, Dzau V. The cardiovascular continuum extended: Aging effects on the aorta and microvasculature. *Vasc Med*. 2010; 15(6):461-8.
11. National Institute for Health and Care Excellence, 2014. *Implantable cardioverter defibrillators and cardiac resynchronisation therapy for arrhythmias and heart failure*. Available from: <http://guidance.nice.org.uk/ta314>.
12. Marwick TH. Methods used for the assessment of LV systolic function: common currency or tower of Babel? *Heart* 2013; 99: 1078–86.
13. Komajda M, Lam CSP. Heart failure with preserved ejection fraction: a clinical dilemma. *European Heart Journal* 2014; 35: 1022–32.
14. Chung CS, Shmuylovich L, Kovács SJ. What global diastolic function is, what it is not, and how to measure it. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2015; 309: H1392–406.
15. Melenovsky V, Hwang SJ, Redfield MM, Zakeri R, Lin G, Borlaug BA. Left atrial remodeling and function in advanced heart failure with preserved or reduced ejection fraction. *Circ Heart Fail*. 2015;8(2) :295-303.
16. Burke MA, Katz DH, Beussink L, et al. Prognostic Importance of Pathophysiologic Markers in Patients With Heart Failure and Preserved Ejection Fraction. *Circ Heart Fail*. 2014; 7(2): 288–99.
17. Park J, Negishi K, Grimm RA, et al. Echocardiographic Predictors of Reverse Remodeling After Cardiac Resynchronization Therapy and Subsequent Events. *Circulation: Cardiovascular Imaging* 2013; 6(6): 864-72.
18. Thavendiranathan P, Phelan D, Thomas JD, et al. Quantitative assessment of mitral regurgitation: validation of new methods. *J Am Coll Cardiol*. 2012; 60: 1470–83.
19. Nagueh SF, Smieth OA, Appleton CP, et al. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Journal of the American Society of Echocardiography* 2016; 29: 277–314.