

Padang Electrocardiographic Scoring System to Predict Left Ventricular Ejection Fraction in Chronic Heart Failure

Wiza Erlanda,¹ Hauda El Rasyid,² Masrul Syafri², Ricvan Dana Nindrea³

Abstract

Background: Heart failure (HF) are divided into HF reduced ejection fraction (HFrEF < 40%), mid range (HFmrEF 40-49%), and preserved (HFpEF ≥ 50%). Nowadays echocardiography is used as gold standard examination, but it is limited only in several health centers. For this reason, a preliminary examination tools is needed. Electrocardiographic (ECG) examinations tool that available almost at every health center and easy to be used. Calculating the scores from ECG variables to determine the EF will make clinician's earlier to give initial terapi

Method: An observational approach with cross sectional study design. The data was taken from patient's medical record with chronic heart failure (CHF) who went to the Terpartement of Cardiology at Dr. M. Djamil Padang Hospital in January-August 2017. Bivariate analysis was performed on each ECG variable then correlated with LVEF by chi-square method. Multivariate analysis with logistic binary regression test was conducted to obtain variables that would go into the score calculation stage with the Hosmer-Lameshow test ($p < 0.25$). The sensitivity, specificity test and receiver operating curve (ROC) analysis were performed.

Result: 283 subjects of CHF who had been divided into three groups. Obtained variables that met the requirements for calculating scores were left atrial enlargement (LAE) (OR = 6.36; $p = 0.000$) score was 2, wide QRS (OR = 13.06; $p = < 0,001$) score was 3, prolonged QTc interval (OR = 2,18; $p = 0,065$) score was 1 and ST-T change (OR = 5.05; $p = 0.000$) score was 2. Subjects with HFpEF if the scored were < 3, HFmrEF if the scored were 3-4, and HFrEF if the scored were > 4. It has sensitivity 71,4%, specificity 88,6% with AUC 87,9%.

Conclusion: Electrocardiography scoring system in this study can be used as an initial tools to determining LVEF in patients with CHF.

(Indonesian J Cardiol. 2018;39:156-165)

Keywords: electrocardiography, chronic heart failure, left ventricular ejection fraction

¹ Faculty of Medicine, University of Andalas, West Sumatera, Indonesia

² Department of Cardiology and Vascular Medicine, M Djamil Hospital, West Sumatera, Indonesia

³ Department of Public Health and Community Medicine Faculty of Medicine, University of Andalas, West Sumatera, Indonesia

Correspondence:

Dr Wiza Erlanda
departemen Kardiologi
dan Kedokteran Vaskular
Universitas Andalas
E-mail: wizaerlanda@yahoo.
com

Padang Skoring Elektrokardiografi untuk Memprediksi Fraksi Ejeksi Ventrikel Kiri pada Gagal Jantung Kronik

Wiza Erlanda,¹ Hauda El Rasyid,² Masrul Syafri², Ricvan Dana Nindrea³

Abstrak

Latar Belakang: Gagal Jantung dibagi menjadi 3 kelompok yaitu gagal jantung fraksi ejeksi menurun (HfrEF <40%), rentang tengah (HFmrEF 40-49%), dan terpelihara (HfpEF ≥50%). Ekokardiografi masih menjadi pemeriksaan standar saat ini, sayangnya pemeriksaan tersebut masih terbatas di beberapa pusat kesehatan. Perlu pemeriksaan awal yang lebih sederhana salah satunya elektrokardiografi (EKG) yang mudah digunakan. Penentuan skoring dari EKG diharapkan dapat memudahkan memprediksi fraksi ejeksi dan memberikan terapi yang tepat.

Metode: Pendekatan observasional dengan desain potong lintang. Diambil data rekam medis pasien gagal jantung kronik (GJK) di poliklinik Jantung RSUP Dr. M.Djamil Padang bulan Januari-Agustus 2017. Dilakukan analisis bivariat pada variabel EKG terhadap fraksi ejeksi dengan metode chi-square. Analisis multivariate dengan uji regresi binari logistik untuk mendapatkan variabel pada kalkulasi skor dengan uji Hosmer-Lameshow ($p < 0,25$). Skoring dilakukan uji sensitivitas, spesifisitas dan analisis receiver operating curve (ROC).

Hasil: 283 subjek GJK dibagi menjadi tiga kelompok. Variabel yang memenuhi persyaratan untuk dilakukan kalkulasi skor adalah pembesaran atrium kiri (LAE) (OR=6,36; $p = 0.000$) dengan skor 2, QRS lebar (OR=13,06; $p = 0.000$) dengan skor 3, interval QTc memanjang (OR=2,18; $p = 0.065$) dengan skor 1 dan perubahan gelombang ST-T (OR=5,05; $p = 0.000$) dengan skor 2. Subjek dengan HFpEF mempunyai skor <3, HFmrEF mempunyai skor 3-4, dan HFrEF mempunyai skor >4. Sistem skoring EKG memiliki sensitivitas 71,4% dan spesifisitas 88,6% dengan AUC 87,9%

Kesimpulan: Sistem skoring EKG pada penelitian ini dapat digunakan sebagai pedoman awal dalam menentukan fraksi ejeksi ventrikel kiri pada pasien GJK

(Indonesian J Cardiol. 2018;39:156-165)

Kata kunci : elektrokardiografi, gagal jantung kronik, fraksi ejeksi ventrikel kiri

¹ Faculty of Medicine, University of Andalas, West Sumatera, Indonesia;

² Department of Cardiology and Vascular Medicine, M Djamil Hospital, West Sumatera, Indonesia

³ Department of Public Health and Community Medicine Faculty of Medicine, University of Andalas, West Sumatera, Indonesia;

Korespondensi:

dr Wiza Erlanda
departemen Kardiologi dan Kedokteran Vaskular
Universitas Andalas
E-mail: wizaerlanda@yahoo.com

Pendahuluan

European Society of Cardiology (ESC) 2016 membagi gagal jantung kronik berdasarkan fraksi ejeksi ventrikel kiri yaitu gagal jantung dengan fraksi ejeksi menurun (*Heart failure with reduced ejection fraction/HfrEF*), gagal jantung dengan fraksi ejeksi rentang tengah (*Heart failure with mid-range ejection fraction/HfmrEF*), dan gagal jantung dengan fraksi ejeksi terpelihara (*Heart failure*

with preserved ejection fraction/HfpEF). Klasifikasi ini ditujukan untuk terapi dan menentukan prognosis pada pasien.¹

Ekokardiografi masih menjadi pendekatan pilihan untuk menentukan fraksi ejeksi.⁽²⁾ Pemeriksaan dengan ekokardiografi terbatas pada beberapa pelayanan kesehatan. Terdapat pemeriksaan elektrokardiografi (EKG) yang tersedia hampir di semua fasilitas kesehatan. Oleh karena itu EKG diharapkan dapat menjadi pemeriksaan awal untuk menentukan tipe gagal jantung pada pasien dengan gagal jantung kronik. O'Neal (2017) menyatakan terdapat peranan penanda EKG untuk menilai risiko masing-masing subtype gagal jantung berdasarkan fraksi ejeksi.⁽³⁾ Sebelumnya Bagaswoto (2016) meneliti penggunaan EKG dengan sistem skoring untuk memprediksi tipe gagal jantung berdasarkan fraksi ejeksi menurun (HF_{Fr}EF) atau terpelihara (HF_pEF), tetapi belum terdapat penelitian pada pasien dengan HF_{mr}EF. Didapatkan sensitivitas 76% dan spesifisitas 96% pada penelitian tersebut.⁽⁴⁾ Dapat kita ketahui sistem skoring adalah suatu metode sederhana untuk mendiagnosa penyakit yang mudah dilakukan banyak orang.⁽⁵⁾ Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan penelitian sistem skoring EKG yang baru untuk membedakan fraksi ejeksi ventrikel kiri pada gagal jantung kronik berdasarkan pedoman gagal jantung terbaru.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan observasional dengan desain studi potong lintang. Semua data diambil secara retrospektif dari rekam medis pasien gagal jantung kronik di RSUP Dr. M. Djamil Padang bulan Januari-Agustus 2017. Untuk Kriteria inklusi adalah pasien gagal jantung kronik yang dilakukan ekokardiografi dan dibagi menjadi HF_pEF, HF_{mr}EF, dan HF_{Fr}EF. Kriteria eksklusinya adalah penyakit jantung kongenital, atrial fibrilasi, penyakit katup yang bermakna (lebih dari sedang), hipertensi pulmonal, pasien dengan pacemaker, dan efusi perikard sedang-masif. Data yang dikumpulkan informasi demografi, EKG dan hasil ekokardiografi. Data demografis termasuk usia, jenis kelamin, didiagnosis, dan riwayat pengobatan. Data EKG yaitu aksis, ditemukannya tanda pembesaran atrium kiri (LAE), interval PR, durasi QRS, gelombang Q, poor R, interval QT_c, perubahan gelombang ST-

T, LVH, RVH, LBBB, dan RBBB. Kompleks QRS yang lebar didefinisikan sebagai durasi QRS > 100 ms. Interval PR memanjang didefinisikan sebagai interval PR > 200 ms, dan interval QT_c panjang didefinisikan sebagai interval QT_c >450 ms pada pria dan > 460 ms pada perempuan. Pengukuran variabel EKG dilakukan secara *blind* antara dua observer dengan supervisi dokter spesialis jantung subdivisi aritmia dan dilakukan analisis pengukuran inter dan intraobserver menggunakan metode Bland Altman plot. Data ekokardiografi diambil dari data rekam medis yaitu fraksi ejeksi (dihitung dengan metode Teich dan Simpson), dimensi atrium kiri, fungsi ventrikel kanan, dan hipertrofi ventrikel kiri. Analisis statistik dilakukan untuk melihat hubungan antara variabel independen dan dependen digunakan uji *chi-square* dengan derajat kepercayaan 95% dan $\alpha = 0,05$. Apabila nilai $p < 0,05$ berarti terdapat hubungan yang bermakna antara statistik yang diteliti. Pada analisis penentuan skoring dilakukan analisis multivariat dengan menggunakan uji regresi binari logistik. Bila hasil p value < 0,25, variabel masuk ke tahap uji *Hosmer-Lameshow* untuk mengkalkulasi skor. Skoring yang dihasilkan akan diuji sensitivitas dan spesifisitas berdasarkan *cut-off point* menurut analisis ROC (*Receiver Operating Characteristic*). Data dianalisis dengan menggunakan program *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS).

Hasil

Karakteristik pasien gagal jantung kronik dapat dilihat pada tabel 1. Dari 283 subjek gagal jantung kronik terdapat 97 subjek dengan EF $\geq 50\%$, 88 subjek EF 40-49%, dan 98 subjek EF <40%. Gagal jantung kronik terutama diderita oleh laki-laki pada usia rata-rata $58,33 \pm 10,28$ tahun dengan fungsi sistolik ventrikel kiri yang menurun (fraksi ejeksi/EF <40%) dan penyakit jantung koroner sebagai penyebab utama. Sementara pada kelompok perempuan terutama mempunyai fraksi ejeksi yang terpelihara (EF $\geq 50\%$) dan hipertensi sebagai penyebab utama.

Penggunaan diuretik, antiplatelet lebih banyak pada EF <40%. Sementara penggunaan penyekat beta dan *Angiotensin converting enzyme inhibitor* (ACE-I)/*Angiotensin Receptor Blocker* (ARB) tidak berbeda pada setiap kelompok.

Penemuan hipertrofi ventrikel kiri (left ventricular hypertrophy/LVH) secara ekokardiografi, LVH

Tabel 1. Karakteristik Dasar Subjek Penelitian

Variabel	Total (n=283)	Fraksi ejeksi ventrikel kiri			p value
		HFpEF (n=97)	HFmrEF (n=88)	HFrEF (n=98)	
Umur (tahun), mean±SD	58,33±10,28	59,66±10,18	58,32±10,39	57,02±10,21	0,201 ^a
Jenis kelamin, n (%)					
Laki-laki	207 (73,14)	61 (29,5)	68 (32,8)	78 (37,7)	0,018 ^{*b}
Perempuan	76 (26,85)	36 (47,4)	20 (26,3)	20 (26,3)	
Faktor risiko, n (%)					
Merokok	174 (61,5)	51 (29,3)	63 (36,2)	60 (34,5)	0,029 ^{*b}
Diabetes mellitus	77 (27,2)	22 (28,6)	25 (32,5)	30 (39,0)	0,440 ^b
Hipertensi	228 (80,5)	84 (36,8)	70 (30,7)	74 (32,5)	0,141 ^b
Dislipidemia	128 (45,2)	46 (35,9)	37 (28,9)	45 (35,2)	0,753 ^b
Diagnosis, n (%)					
PJK	209 (73,8)	40 (19,1)	82 (39,2)	87 (41,6)	<0,001 [*]
PJH	67 (23,7)	57 (85,1)	5 (7,5)	5 (7,5)	<0,001 [*]
DCM	7 (2,5)	0	1 (14,3)	6 (5,7)	N/A
Terapi, n (%)					
ACE-I/ARB	275 (97,17)	94 (34,1)	85 (30,9)	96 (35,0)	0,838 ^b
BB	268 (94,7)	90 (33,6)	83 (31,0)	95 (35,4)	0,424 ^b
Diuretik	199 (70,3)	54 (27,1)	56 (28,1)	89 (44,7)	<0,001 ^{*b}
Antiplatelet	237 (83,7)	65 (27,4)	83 (35,0)	89 (37,6)	<0,001 ^{*b}
CCB	61 (21,5)	33 (54,1)	15 (24,6)	13 (21,3)	0,001 ^{* b}
LVH ekokardiografi, n (%)					
LV konsentrik hipertrofi	109 (38,5)	48 (44,0)	36 (33,0)	25 (22,9)	0,002 ^{*b}
LV eksentrik hipertrofi	132 (46,6)	28 (21,2)	39 (29,5)	65 (49,2)	<0,001 ^{*b}
LV konsentrik remodeling	15 (5,3)	10 (6,6)	3 (2,0)	2 (1,3)	0,023 ^{*b}
Fraksi Ejeksi (%), mean±SD	44,83±12,31	58,03±7,37	44,61±2,66	31,97±6,31	<0,001 ^{*a}
TAPSE (cm), mean±SD	2,14±0,46	2,28±0,43	2,21±0,43	1,94±0,45	<0,001 ^{*a}
LA dimensi (mm), mean±SD	33,68±5,83	28,22±4,55	34,40±3,48	38,45±3,78	<0,001 ^{*a}

*Signifikan p < 0,05

a Uji One Way Anova

b Uji Chi Square

HFpEF= heart failure with preserved ejection fraction; HFmrEF= heart failure with midrange ejection fraction; HFrEF= heart failure with reduced ejection fraction; PJK= Penyakit jantung koroner; PJH=Penyakit jantung hipertensi; DCM=Dilated cardiomyopathy; ACE-I= angiotensin converting enzyme inhibitor; ARB= angiotensin reseptor blocker; BB=Betablocker; CCB= Calcium Channel Blocker; LVH= Left ventricular hypertrophy, LA: left atrium

konsentrik dan remodeling lebih banyak ditemukan pada EF ≥50%, LVH ekesentrik pada EF <40%, dan untuk EF 40-49% sama banyak di antara LVH konsentrik dan eksentrik.

Perbedaan hasil variabel EKG telah dianalisis antara pengukuran inter dan intraobserver dengan hasil tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada pengukuran masing-masing variabel (p>0,05). Setelah dilakukan analisis bivariat dengan uji *chi-square* tidak terdapat hubungan deviasi aksis ke kanan (RAD) dan hipertrofi ventrikel kanan (RVH) dengan fraksi ejeksi ventrikel kiri (p>0.05). Namun terdapat hubungan deviasi aksis kiri (LAD), pembesaran atrium kiri (LAE),

interval PR memanjang, QRS lebar, gelombang Q patologis, gelombang *poor* R, interval QTc memanjang, perubahan gelombang ST-T, LVH, LBBB dan RBBB dengan fraksi ejeksi ventrikel kiri (p < 0.05). (tabel 2)

Skoring elektrokardiografi untuk membedakan gagal jantung berdasarkan fraksi ejeksi pada subjek gagal jantung kronik dilakukan analisis dengan menggunakan uji regresi binari logistik. Pada tahapan analisis prognosis buruk dikatakan apabila subjek penelitian mengalami HFrEF (fraksi ejeksi ventrikel kiri <40%). Variabel yang memenuhi persyaratan untuk dilakukan kalkulasi skor adalah pembesaran atrium kiri (LAE), QRS lebar, interval QTc memanjang, dan perubahan gelombang

Tabel 2. Hubungan Variabel Elektrokardiografi dengan Fraksi Ejeksi Ventrikel Kiri

Variabel	Total (n=283)	Fraksi ejeksi ventrikel kiri			p value
		HFpEF (n=97)	HFmrEF (n=88)	HFrEF (n=98)	
LAD	106 (37,45)	24 (22,6)	28 (26,4)	54 (50,9)	<0,001*
RAD	9 (3,18)	2 (22,2)	4 (44,4)	3 (33,3)	0,628
LAE	61 (21,55)	2 (3,3)	11 (18)	48 (78,7)	<0,001*
Interval PR memanjang	26 (9,18)	2 (7,7)	8 (30,8)	16 (61,5)	0,003*
Interval PR, mean±SD (ms)		158,88±21,87	165,22±27,95	174,02±31,76	
QRS lebar	96 (33,92)	14 (14,6)	14 (14,6)	68 (70,8)	<0,001*
Durasi QRS, mean±SD (ms)		75,05±17,92	82,95±10,19	103,37±19,68	
Gelombang Q patologis	87 (30,74)	18 (20,7)	39 (44,8)	30 (34,5)	0,001*
Gelombang poor R	92 (32,50)	14 (15,2)	33 (35,9)	45 (48,9)	<0,001*
Interval QTc memanjang	66 (23,32)	4 (9)	21 (31,3)	40 (59,7)	<0,001*
Interval QTc, mean±SD (ms)		412,06±26,37	428,72±30,98	443,35±36,34	
Perubahan gelombang ST-T	148 (52,29)	22 (14,9)	51 (34,5)	75 (50,7)	<0,001*
LVH	108 (38,16)	25 (23,1)	32 (29,6)	51 (47,2)	0,001*
RVH	11 (3,88)	4 (36,4)	4 (36,4)	3 (27,3)	0,863
LBBB	26 (9,18)	3 (11,5)	5 (19,2)	18 (69,2)	<0,001*
RBBB	17 (6,01)	11 (64,7)	0	6 (35,3)	0,005*

*Signifikan p < 0,05

Chi-square test

HFpEF= heart failure with preserved ejection fraction; HFmrEF= heart failure with midrange ejection fraction; HFrEF= heart failure with reduced ejection fraction; LAD= left axis deviation; RAD= right axis deviation; LAE=left atrial enlargement; LVH= left ventricular hypertrophy; RVH= right ventricular hypertrophy; LBBB= left bundle branch block; RBBB= right bundle branch block

ST-T. Dilakukan kalkulasi skor masing-masing variabel didapatkan LAE skor 2, QRS lebar skor 3, interval QTc memanjang skor 1, dan perubahan ST-T skor 2. (tabel 3 dan 4).

Untuk menentukan sensitivitas dan spesifisitas dari skoring EKG tersebut dilakukan penentuan *cut off point* dari kalkulasi skor untuk menentukan fraksi ejeksi pada subjek gagal jantung kronik dapat dilihat pada gambar 1 dan tabel 5. diketahui nilai *cut off point* dalam memprediksi fraksi ejeksi pada pasien gagal jantung kronik berada diantara *cut off point* 2,5 (digenapkan 3) hingga 3,5 (digenapkan 4), maka penentuan klasifikasi dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Subjek dengan HFpEF (EF ≥50%) apabila mempunyai skor < 3
- Subjek dengan HFmrEF (EF 40-49%) apabila mempunyai skor 3-4
- Subjek dengan HFrEF (EF <40%) apabila mempunyai skor > 4

Akurasi dari skoring elektrokardiografi yang didapatkan dalam memprediksi fraksi ejeksi pada pasien

gagal jantung kronik dapat dilihat pada gambar 2. berdasarkan hasil analisis *receiver operating curve* (ROC) memiliki nilai *area under curve* (AUC) yaitu 87,9% yang termasuk dalam kategori akurasi baik.

Diskusi

Umur subjek gagal jantung tidak bermakna secara statistik. Sedikit berbeda dengan beberapa literatur epidemiologi gagal jantung di mana dikatakan gagal jantung kronik meningkat pada usia > 65 tahun.⁽⁶⁾ Terlihat pergeseran usia yang bisa disebabkan oleh perubahan pola hidup makin banyaknya pasien hipertensi dan penyakit jantung koroner usia muda. Laki-laki gagal jantung lebih banyak memiliki fraksi ejeksi <40% dan perempuan lebih banyak dengan fraksi ejeksi ≥50%. Sesuai dengan penelitian Deswal A (2006) yang melakukan analisis pada 3427 pasien gagal jantung dengan umur rata-rata 45-73 tahun terdapat 62,8 subjek merupakan pasien laki-laki yang berkaitan dengan PJK

Tabel 3. Analisis Multivariat Variabel EKG dengan Uji Regresi Logistik Berganda berdasarkan Fraksi Ejeksi Ventrikel Kiri

Variabel	OR	95% IK	p value
LAD	1,58	0,749-3,33	0,260
RAD	1,29	0,132-12,54	0,829
LAE	6,36	2,59-15,56	<0,001*
Interval PR memanjang	0,76	0,24-2,47	0,655
QRS lebar	13,06	5,39-31,62	<0,001*
Gelombang Q patologis	0,85	0,34-2,14	0,737
Gelombang poor R	1,29	0,54-3,12	0,561
Interval QTc memanjang	2,18	0,95-5,00	0,065*
Perubahan gelombang ST-T	5,05	2,24-11,39	<0,001*
LVH	0,85	0,39-1,87	0,683
RVH	0,29	0,03-2,65	0,275
LBBB	1,30	0,375-4,51	0,678
RBBB	0,39	0,084-1,83	0,254

*masuk kualifikasi apabila $p < 0,25$

Regresi binari logistik

OR= odd ratio; IK= interval kepercayaan; LAD= left axis deviation; RAD= right axis deviation; LAE=left atrial enlargement; LVH= left ventricular hypertrophy; RVH= right ventricular hypertrophy; LBBB= left bundle branch block; RBBB= right bundle branch block

Tabel 4. Kalkulasi Skor untuk Masing-masing Variabel Elektrokardiografi Berdasarkan Hasil dari Analisis Multivariat

Variabel	B	SE	Langkah 1 B/SE	Langkah 2 B/SE/1.93	Penyederhanaan
LAE	1,791	0,414	4,33	2,24	2
QRS lebar	2,424	0,378	6,41	3,32	3
Interval QTc memanjang	0,748	0,388	1,93	1,00	1
Perubahan gelombang ST-T	1,741	0,384	4,53	2,35	2

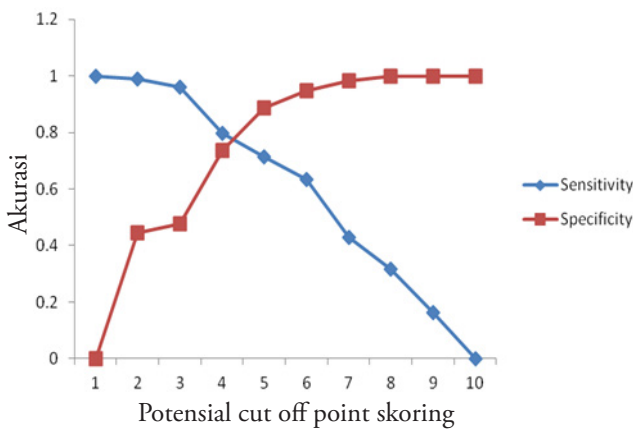
Hosmer-lameshow test

B= beta; SE= standar error; LAE= left atrial enlargement

yang berkorelasi dengan disfungsi sitolik (HFmrEF/HFrEF). Perempuan sangat berisiko untuk hipertensi terkait gagal jantung dan berhubungan dengan disfungsi diastolik (HFpEF).^(7,8) Pada fraksi ejeksi $\geq 50\%$ *Left ventricular hypertrophy* (LVH) berdasarkan ekokardiografi ditemukan paling banyak konsentrik hipertrofi dan eksentrik hipertrofi pada EF $< 40\%$. Sesuai dengan penelitian Valagaletti (2014) subjek dengan hipertrofi eksentrik lebih banyak terjadi pada HFrEF dan subjek dengan hipertrofi konsentris memiliki risiko lebih tinggi untuk HFpEF, di mana konsentrik hipertrofi banyak disebabkan karena kelebihan beban tekanan yang disebabkan oleh hipertensi dan eksentrik hipertrofi oleh kelebihan beban volume. Untuk fraksi ejeksi 40-49% (HFmrEF) frekuensi konsentrik dan eksentrik hipertrofi

hampir sama banyak, karena dari literatur HFmrEF memiliki gambaran klinis dan tingkat mortalitas yang merupakan intermediet antara HFrEF dan HFpEF.^(9,10)

Dari analisis multivariat didapatkan variabel yang bermakna untuk dilakukan kalkulasi skor yaitu pembesaran atrium kiri/*left atrial enlargement* (LAE) dengan skor 2, QRS lebar dengan skor 3, QTc memanjang dengan skor 1, dan perubahan gelombang ST-T dengan skor 2. Didapatkan skor maksimal 8 dan skor minimal 1. Dari penelitian sebelumnya Bagaswoto (2016) terdapat kemiripan variabel yang digunakan dalam sistem skoring tetapi pada penelitian ini RBBB tidak masuk sehingga tidak ada skoring minus. Terdapat perbedaan skoring dengan penelitian sebelumnya diakibatkan lebih bervariasinya subjek dan berbedanya



Gambar 1. Sensitifitas dan Spesifisitas Berdasarkan *Cut-Off Point* Menurut Analisis ROC (*Receiver Operating Characteristic*)

Tabel 5. Cut off Point Berdasarkan Sensitifitas dan Spesifisitas dalam Memprediksi fraksi ejeksi ventrikel kiri menurut Klasifikasi HFpEF, HFmrEF dan HFrEF

No	Cut off Point	Sensitivitas	1 - Spesifisitas	Sensitivitas	Spesifisitas
1	-1	1.000	1.000	1.000	0.000
2	0.5	0.989	0.556	0.989	0.443
3	1.5	0.959	0.524	0.959	0.475
4	2.5	0.795	0.264	0.795	0.735
5	3.5	0.714	0.113	0.714	0.886
6	4.5	0.632	0.054	0.632	0.945
7	5.5	0.428	0.016	0.428	0.983
8	6.5	0.316	0.000	0.316	1.000
9	7.5	0.163	0.000	0.163	1.000
10	9	0.000	0.000	0.000	1.000

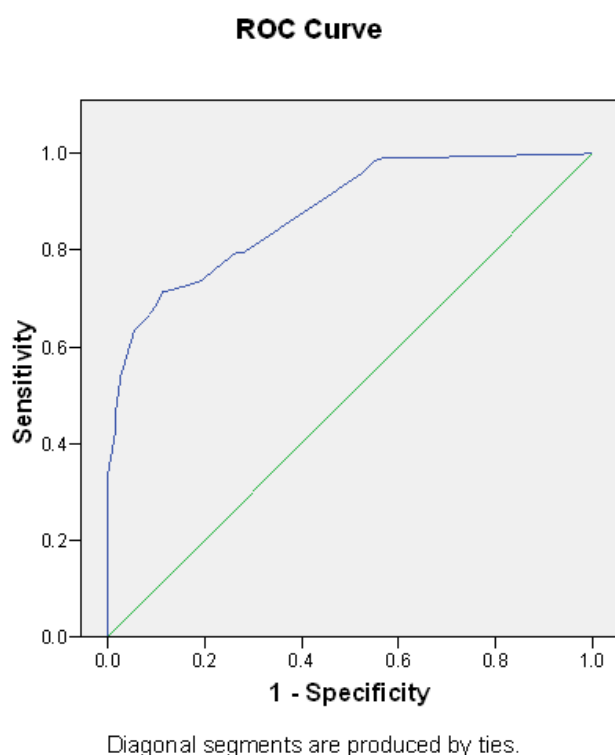
pembagian gagal jantung pada penelitian ini. RBBB tidak masuk bisa diakibatkan karena cukup banyaknya RBBB ditemukan pada HFrEF (35,3%) dan tidak adanya ditemukan pada HFmrEF.⁽⁴⁾

QRS lebar memiliki skoring yang paling tinggi yaitu 3 dengan OR 13,06 . Pada penelitian ini didapatkan bahwa semakin rendah LVEF, semakin panjang rata-rata durasi QRS. Sesuai dengan penelitian Sandhu (2004) dengan pasien gagal jantung melaporkan LVEF sebesar 41%, 36%, 29%, dan 25% pada pasien dengan durasi QRS dari <100 ms, 100-119 ms, 120-149 ms, dan ≥150 ms, masing-masing.⁽¹¹⁾ Bagaswoto (2016) pada penelitiannya menyebutkan rata-rata durasi QRS

pada HfpEF adalah 97.3±20.7 ms dan pada HFrEF 124±30.4.⁽⁴⁾ Pengamatan ini juga sesuai dengan temuan Murkofsky yang menunjukkan pasien dengan EF abnormal <45% rata-rata memiliki QRS durasi >100 ms.⁽¹²⁾ Begitu juga Cincin A (2012) menyatakan durasi QRS> 0,10 detik, ada kemungkinan besar bahwa LVEF dalam keadaan istirahat tidak normal dan ventrikel kiri dilatasi.⁽¹³⁾ Durasi QRS seperti penjelasan sebelumnya menggambarkan pola depolarisasi listrik pada ventrikel. Durasi QRS yang panjang dikaitkan dengan peningkatan massa ventrikel kiri pada ekokardiografi. Dapat disimpulkan bahwa semakin terganggu fungsi sistolik ventrikel kiri sebanding dengan kejadian remodeling pada ventrikel kiri yang mengakibatkan terganggu memanjangnya waktu depolarisasi ventrikel.^(14,15) Begitu pula dengan penelitian Dhingra (2006) QRS durasi yang lebar memiliki OR 1, 74 pada fraksi ejeksi menurun.⁽¹⁶⁾

Interval QTc yang memanjang memiliki skoring 1 dengan OR 2,18. Pada penelitian ini menunjukkan QTc yang memanjang ditemukan paling banyak pada pasien dengan HFrEF diikuti oleh HFmrEF. Semakin rendah LVEF, semakin memanjang interval QTc. Pada penelitian Bagaswoto (2016) interval QTc yang memanjang bahkan menjadi kelainan yang terbanyak ditemukan pada pasien dengan gagal jantung (62,7%) di mana dominan ditemukan pada pasien dengan HFrEF (83,3%).⁽⁴⁾ Vrtovec (2006) juga melaporkan bahwa 51% pasien dengan gagal jantung memiliki QTc yang memanjang. Interval QTc rata-rata pada pasien dengan HFrEF lebih panjang daripada pasien dengan HFpEF (499 ± 50,9 vs 453,2 ± 42,8 ms; P = <0,001).⁽¹⁷⁾ Interval QT atau QTc yang menggambarkan waktu depolarisasi sampai repolarisasi ventrikel yang bila memanjang menunjukkan terdapatnya abnormalitas pada miokardium.⁽¹⁸⁾ Gagal jantung secara konsisten mengakibatkan pemanjangan durasi aksi potensial (DAP) karena penurunan regulasi arus potasium luar secara fungsional, peningkatan regulasi fungsional arus kalsium ke dalam dan perubahan inaktivasi current Ca²⁺ serta peningkatan arus natrium akhir. Besarnya perpanjangan DAP dalam sel miosit ditemukan mirip dengan perpanjangan interval QT.⁽¹⁹⁾

Temuan LAE pada semua EKG subjek gagal jantung adalah 21,9% dan semakin sering ditemui pada pasien dengan HFrEF diikuti HFmrEF. Temuan serupa oleh Karaye dan Sani (2008) dalam penelitiannya



Gambar 4.3 Akurasi dari Skoring Elektrokardiografi yang Didapatkan dalam Memprediksi fraksi ejeksi ventrikel kir

mendapatkan pembesaran atrium kiri lebih sering ditemukan pada pasien dengan fraksi ejeksi $<50\%$ dibandingkan dengan fraksi ejeksi $\geq 50\%$ (77,5% vs 22,4%; $P = 0,001$).⁽²⁰⁾ Begitu juga oleh Bagaswoto (2016) lebih sering pada EF $< 40\%$ dibandingkan EF $\geq 50\%$ (78,5% vs 21,5%; $P = 0,003$) dan O'Neal (2017) lebih banyak ditemukan pada EF $<40\%$ (21% vs 18%; $P = <0,001$).^(3,4) *Left Atrial Enlargement* (LAE/ Pembesaran atrium kiri) sebagaimana diketahui merupakan tahap lanjut setelah terjadinya gangguan fungsi sistolik dan diastolik ventrikel kiri yang berlangsung lama dan akhirnya juga berdampak pada atrium kiri yang disebabkan oleh peningkatan tekanan akhir pengisian ventrikel kiri (jika penyebabnya bukan kelainan katup). Sesuai dengan *Studies of Left Ventricular Dysfunction (SOLVD) Registry and Trials* ukuran atrium kiri secara tidak langsung mendemonstrasikan fungsi ventrikel kiri.⁽²¹⁾

Perubahan gelombang ST-T pada penelitian ini paling banyak ditemui terutama HFrEF dan HFmrEF. Temuan ini serupa dengan penelitian Bagaswoto (2016) di mana perubahan gelombang ST-T ditemukan sekitar

55,4% dari keseluruhan subjek dan paling banyak pada pasien HFrEF begitu juga O'Neal (2017) perubahan gelombang ST-T paling banyak ditemukan pada HFrEF (35% vs 21%, $P = <0,001$).^(3,4) Hal ini kemungkinan disebabkan oleh penyebab gagal jantung yang tersering pada penelitian ini adalah penyakit jantung koroner. Basnet (2009) melaporkan bahwa perubahan segmen ST-T adalah umum ditemukan pada 48,57% pasien dengan disfungsi sistolik ventrikel kiri.⁽²²⁾ Pada penelitian Karaye (2008), penemuan perubahan gelombang ST-T hanya ditemukan pada 7,1 % dan tidak memiliki kemaknaan secara statistik untuk membedakan fraksi ejeksi, karena penelitian mereka melibatkan penyakit jantung kongenital, penyakit jantung rematik, penyakit jantung peripartal, dan perikarditis.⁽²⁰⁾ Pada penelitian ini perubahan gelombang ST-T memiliki skoring 2 dengan OR 5,05 pada fraksi ejeksi yang menurun. Hampir sama dengan O'Neal (2017) memiliki OR 3,04 dan Bagaswoto (2016) memiliki OR 4,35.^(3,4)

Pada penelitian ini skoring <3 kemungkinan mengalami HfpEF, skoring 3-4 HFmrEF, dan skoring >4 HFrEF memiliki sensitifitas 71,4% dan spesifisitas 88,6% dengan nilai AUC (*area under curve*) 87,9%. Sedikit berbeda dengan penelitian sebelumnya oleh Bagaswoto (2016), skoring EKG pada penelitian mereka memiliki angka sensitivitas 76% dan spesifisitas 96% yang hanya membagi fraksi ejeksi ventrikel kiri menjadi dua kelompok yaitu menurun dan terpelihara.⁽⁴⁾

Penelitian lain oleh Olesen LL (2016) hanya memperlihatkan angka sensitivitas dan spesifisitas masing-masing variabel, tanpa skoring di mana durasi QRS yang lebar memiliki sensitivitas dan spesifisitas yang paling baik yaitu 67% dan 90% masing-masing.⁽²³⁾ Penelitian terbaru oleh Aro AL (2017) menyatakan pasien dengan kelainan EKG (fibrilasi atrium, irama pacu, LBBB, dan ditemukan gelombang Q patologis diberikan skor masing-masing 1) memiliki skor ≥ 3 menjadi prediktor fraksi ejeksi $<45\%$ dengan angka sensitivitas 51% dan spesifisitas 92%.⁽²⁴⁾ Belum ada penelitian lain yang membagi fraksi ejeksi menjadi tiga kelompok. Skoring ini dapat diaplikasikan dalam praktek sehari-hari dan memudahkan tenaga medis memprediksi fraksi ejeksi ventrikel kiri dan memberikan terapi awal yang lebih tepat pada pasien gagal jantung kronik.

Kesimpulan

Sistem skoring elektrokardiografi untuk membedakan fraksi ejeksi pada pasien gagal jantung pada penelitian ini dapat dilakukan dengan menggunakan 4 variabel yaitu adanya LAE, wide QRS duration, ST-T change, dan long QTc interval dengan skoring yang berbeda (minimal 1 dan maksimal 8). Subjek gagal jantung kronik dengan skoring <3 memiliki kemungkinan memiliki fraksi ejeksi $\geq 50\%$, subjek dengan skoring 3-4 memiliki kemungkinan fraksi ejeksi 40-49% dan subjek dengan skoring >4 memiliki fraksi ejeksi <40%. Sistem skoring ini dapat digunakan dengan hasil sensitivitas 71,4%, spesifisitas 88,6%, dan akurasi 87,9%.

Persetujuan Etik

Penelitian ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk telah dinyatakan dengan benar dan telah lolos kaji etik

Persetujuan untuk Publikasi

Semua pihak telah menyetujui publikasi penelitian ini.

Konflik Kepentingan

Tidak ada konflik kepentingan dalam pelaksanaan penelitian ini.

Pendanaan

Pendanaan penelitian ini berasal dari dana pribadi peneliti.

Daftar Singkatan

ACE-I : Angiotensin converting enzyme inhibitor
 AHA : American Heart Association
 ARB : Angiotensin reseptor blocker
 AUC : Area Under Curve
 BB : Beta-blocker
 CCB : Calcium Channel Blocker
 EKG : Elektrokardiografi
 ESC : European Society of Cardiology
 FA : Fibrilasi Atrium

GJK : Gagal Jantung Kronik

HFmrEF: Heart Failure with mid range Ejection Fraction

HFpEF : Heart Failure with preserved Ejection Fraction

HFrEF : Heart Failure with reduced Ejection Fraction

LAD : Left Axis Deviation

LAE : Left Atrial Enlargement

LBBB : Left Bundle Branch Block

LVEF : Left Ventricular Ejection Fraction

LVH : Left Ventricular Hypertrophy

OR : Odd Ratio

PJH : Penyakit jantung hipertensi

PJK : Penyakit jantung koroner

PKA : Protein Kinase A

QTc : QT corrected

RAD : Right Axis Deviation

RAE : Right Atrial Enlargement

RBBB : Right Bundle Branch Block

ROC : Receiver Operating Characteristic

RVH : Right Ventricular Hypertrophy

Daftar Pustaka

1. Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, Bueno H, Cleland JGF, Coats AJS, et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Euro Heart Journal*. 2016;37(27):2129–2200m.
2. Ramani G V, Uber PA, Mehra MR. Chronic heart failure: Contemporary diagnosis and management. *Mayo Clinic Proceedings*. 2010;85(2):180–95.
3. O’Neal WT, Mazur M, Bertoni AG, Bluemke DA, Al-Mallah MH, Lima JAC, et al. Electrocardiographic predictors of heart failure with reduced versus preserved ejection fraction: The multi-ethnic study of atherosclerosis. *J American Heart Association*. 2017;6(6):1–9.
4. Bagaswoto HP, Dinarti LK, Maharani E. Scoring system based on electrocardiogram features to predict the type of heart failure in patients with chronic heart failure. *Journal Medical Science*. 2016;48(3):131–41.
5. Dahlan MS. Penelitian prognostik dan sistem skoring. *Jatinangor: Penerbit Alqa Prisma Interdelta*, 2011; p:49-125.
6. Roger VL. Epidemiology of heart failure. *Circulation research*. 2013; 113(6):646-649

7. Deswal A, Bockort S. Comparison of morbidity in women vs men with heart failure and preserved ejection fraction. *American Journal of Cardiology*. 2006; 97: 1228-1231
8. Azad N, Kathiravelu A, Minoosepeher S, Hebert P, Fergusson D. Gender differences in the etiology of heart failure: a systematic review. *Journal of Geriatric Cardiology*. 2011; 8: 15-23
9. Velagaleti RS, Gona P, Pencina MJ, Jayashri A, Wang TJ, Levy D, et al. Left ventricular hypertrophy patterns and incidence of heart failure with preserved versus reduced ejection fraction. *American journal of cardiology*. 2014; 113(1):1-16
10. Rickenbacher P, Kaufmann BA, Maeder MT, Bernheim A, Goetschalckx K, Pfister O, et al. Heart failure with mid-range ejection fraction: a distinct clinical entity? Insights from the Trial of Intensified versus standard Medical therapy in Elderly patients with Congestive Heart Failure (TIME-CHF). *European of Journal Heart Failure*. 2017;19(12):1586–96.
11. Sandhu R, Bahler RC. Prevalence of QRS prolongation in a community hospital cohort of patients with heart failure and its relation to left ventricular systolic dysfunction. *American Journal of Cardiology* 2004;93:244 –246.
12. Murkofsky RL, Dangas G, Diamond JA, Mehta D, Schaffer A, Ambrose JA. A prolonged QRS duration on surface electrocardiogram is a specific indicator of left ventricular dysfunction. *Journal of the American College of Cardiology*. 1998;32:476 –482
13. Cincin A, Ozben B, Erdogan O. Diagnostic utility of specific electrocardiographical parameters in predicting left ventricular function. *Experimental and Clinical Cardiology*. 2012;17(4):210–4.
14. Kashani A, Barold SS. Significance of QRS complex duration in patients with heart failure. *Journal of the American College of Cardiology*. 2005;46(12):2183–92.
15. Kelly JP, Daubert JP. Prolonged QRS in Heart Failure With Preserved Ejection Fraction: Risk Marker and Therapeutic Target? *JACC Heart Failure*. 2016;4(6):487–9.
16. Dhingra R, Pencina MJ, Wang TJ, Nam B-H, Benjamin EJ, Levy D, et al. Electrocardiographic QRS Duration and the Risk of Congestive Heart Failure: The Framingham Heart Study. *Hypertension*. 2006;47(5):861–7.
17. Vrtovec B, Yazdanbakhsh AP, Pintar T, Collard CD, Gregoric ID, Radovancevic B. QTc interval prolongation predicts postoperative mortality. *Texas Heart Institute Journal*. 2006; 33: 3-8
18. Brendorp B, Elming H, Jun L, Kober L, Malik M, Jensen GB, et al. Qtc interval as a guide to select those patients with congestive heart failure and reduced left ventricular systolic function who will benefit from antiarrhythmic treatment with dofetilide. *Circulation*. 2001;103(10):1422–1427.
19. Lensen JMA, Fosse VN, Bovendeerd PHM, Strijkers GJ, Kuijpers NHL, Dam PM. Electrophysiology of the heart. From cardiac electrical activity to the ECG. 2008;5-7.
20. Karaye KM, Sani MU. Electrocardiographic abnormalities in patients with heart failure. *Cardiovascular Journal of Africa*. 2008;19(1):22–5.
21. Fang, Wai Lee AP, Man Yu C. Review: Left atrial function in heart failure with impaired and preserved ejection fraction. *Current Opinion in Cardiology*. 2014; 29:430–436
22. Basnet BK, Manandhar K, Shrestha R, Thapa M. Electrocardiograph and chest X-Ray in prediction of left ventricular systolic dysfunction. *Journal of Nepal Medical Association*. 2009;48(176):310-3.
23. Olesen LL, Andersen A. ECG as a first step in the detection of left ventricular systolic dysfunction in the elderly. *ESC heart failure*. 2016;3:44-52
24. Aro AL, Reiner K, Uy-Evanado A, Rusinaru C, Jui J, Chugh SS, et al. Prediction of moderate left ventricular systolic dysfunction from the 12-lead electrocardiogram. *European Heart Journal*. 2017;38 (Suppl 1):902