

# Pemakaian Electrocardiograph Diskrit Untuk Pemeriksaan Jantung Secara Standard Klinis

Sabar Setiawidayat<sup>1</sup>, Rudi Joegijantoro<sup>2</sup>, Akhmad Farikh<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Elektro, Universitas Widyagama Malang, Jawa Timur, Indonesia 65142

<sup>2</sup>Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan, Widyagama Husada Malang, Jawa timur, Indonesia 65142

<sup>3</sup>Cardiovascular Care Unit (CVCU), RS Saiful Anwar, Malang, Jawa timur, Indonesia 65122

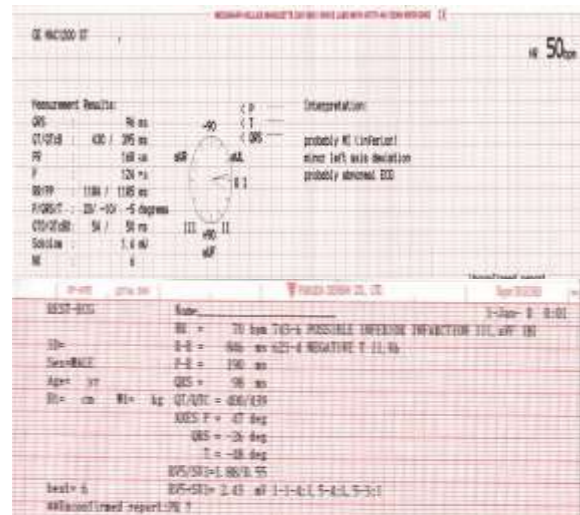
[sabarset@widyagama.ac.id](mailto:sabarset@widyagama.ac.id); [aziro71@gmail.com](mailto:aziro71@gmail.com); [yuliefarikh12@gmail.com](mailto:yuliefarikh12@gmail.com)

**Abstrak** --- Keterbatasan informasi hasil pemeriksaan Jantung menggunakan Elektrokardiograf menyebabkan lamanya waktu untuk interpretasi dan mendiagnosis hasil pemeriksaan. Keterbatasan tersebut utamanya adalah informasi nilai-nilai *peak* PQRST pada setiap *lead*. Lamanya waktu disebabkan untuk melakukan perhitungan manual nilai amplitude, segmen dan interval dari gelombang yang tercetak pada kertas khusus ECG. Latar belakang kotak-kotak pada kertas khusus ECG digunakan sebagai acuan perhitungan secara vertikal untuk amplitude dan secara horizontal untuk durasi (segmen, interval). Penelitian ini mengusulkan pemakaian Elektrokardiograf diskrit 12-lead yang dapat menghasilkan informasi kardiogram yang dilengkapi data nilai angka *peak* PQRST dari hasil pemeriksaan. Sinyal analog Elektrokardiogram disampling pada frekuensi 250 Hz dan 1000 Hz untuk memperoleh data diskrit. Penentuan *threshold* beda potensial pada data diskrit akan diperoleh nilai *peak* R sedangkan filterisasi nilai maksimum dan minimum pada amplitude akan diperoleh nilai *peak* PQST serta jumlah siklus. Waktu diagnosis dapat dilakukan lebih cepat karena dokter atau perawat tidak melakukan perhitungan manual. Hasil uji komparasi perangkat membuktikan bahwa informasi hasil pemeriksaan ECG standard dan ECG diskrit tidak berbeda secara signifikan pada  $\alpha=0.05$ . Hasil analisis komparasi nilai *peak* PQRST antar kelompok kondisi Normal, kelompok Dekompensasi dan kelompok Aritmia membuktikan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada  $\alpha=0.05$ .

**Kata kunci** : ECG, jantung, diskrit, klinis

## I. PENDAHULUAN

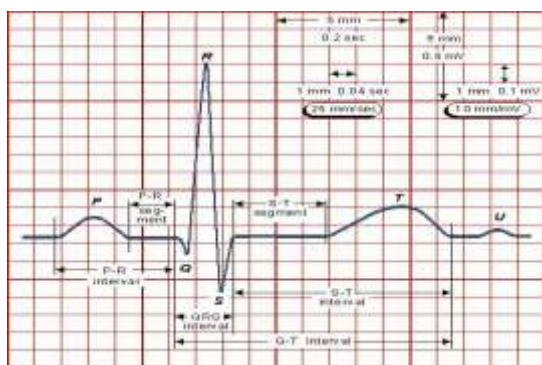
Informasi data nilai angka amplitude, segmen dan interval hasil pemeriksaan Elektrokardiograf sangat diperlukan oleh dokter untuk melakukan interpretasi dan diagnosis kondisi Jantung pasien [1]. Hasil pemeriksaan dipresentasikan pada layar monitor ataupun pada kertas khusus ECG [2] berupa gambaran kardiogram dan beberapa data nilai angka dari kardiogram. Keterbatasan informasi nilai angka, utamanya *peak* PQRST umumnya justru dijumpai dari keluaran perangkat ECG standard (ECGs) yang dipakai di rumah sakit besar. Perangkat dengan merk dan tipe yang berbeda memberikan informasi yang berbeda dan belum ada informasi nilai angka yang standard. Keterbatasan informasi dari nilai angka PQRST ini dilakukan dengan perhitungan manual menggunakan kotak-kotak kecil pada latar belakang kertas khusus ECG ataupun menggunakan penggaris. Kotak-kotak secara vertikal untuk menghitung *peak* amplitude sedangkan kotak-kotak secara horizontal untuk menghitung durasi (segmen, interval)[3]. Gambar 1 menunjukkan informasi hasil pemeriksaan nilai angka dari Elektrokardiograf standard 12-lead yang berbeda merk. Mengamati gambar 1 nampak bahwa informasi yang diberikan untuk data nilai durasi (interval dan segmen) lebih banyak dibandingkan informasi untuk data nilai amplitude.



Gambar 1. Informasi nilai angka perangkat ECG 12-lead berbeda merk

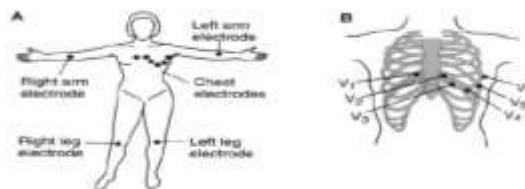
Data amplitude lebih penting daripada data durasi, karena amplitude dapat memprediksi jumlah massa otot, jumlah sel yang mati, maupun tekanan darah. Keterbatasan informasi dari amplitude ini menyebabkan pengamat (dokter atau operator ECG) melakukan perhitungan sendiri untuk memperoleh nilai-nilai amplitude, baik pada satu lead maupun pada lead yang lain menggunakan kotak-kotak atau penggaris. Nilai angka amplitude *peak* PQRST sangat penting untuk diketahui karena untuk

mendeteksi kelainan Jantung seperti pembesaran ruang (hipertrophy), Aritmia (gangguan pacemaker), gangguan konduksi (gangguan jalur listrik), penyakit Jantung Koroner (Iskemia, Injury, Infarct), Pre-Eksitasi (konduksi NSA lebih cepat/melalui jalur lain), dan lain-lain (hyperkalemia, hypokalemia, hiperkalsemia, hipokalsemia akibat gangguan metabolic, efek obat)[10]. Rekaman pada beberapa siklus digunakan untuk menghitung *frequency*, menilai *ritme*, mengenali jenis irama, menentukan *axis* maupun mengenali morfologi gelombang[11]. Adanya impuls Jantung yang dicetuskan secara periodik oleh *Pacemaker* menyebabkan timbulnya potensial aksi pada Atrium dan Ventrikel[4]. Potensial aksi yang terjadi menimbulkan siklus gelombang depolarisasi dan repolarisasi pada otot-otot Atrium dan otot Ventrikel yang diberi nama sesuai dengan gelombang/amplitude, segmen dan interval yang terjadi pada otot-otot tersebut. Jumlah siklus atau *peak R* dalam satu menit dikenal dengan nama *Heart rate* (beat per minutes=*bpm*)[5]. Dalam satu siklus [6] *Einthoven, 1903* memberi nama gelombang P untuk depolarisasi pada Atrium, gelombang QRS untuk depolarisasi Ventrikel dan gelombang T untuk repolarisasi Ventrikel. Nama sadapan dibagian *Frontal* adalah lead I, lead II, lead III, lead aVR, lead aVL dan lead aVF sedangkan dibagian *Precordial* adalah lead V1, lead V2, lead V3, lead V4, lead V5 dan lead V6 [7]. Gambar 2 memperlihatkan pedoman untuk perhitungan manual satu siklus sedangkan gambar 3 menunjukkan posisi sadapan 12-lead pada tubuh.



Gambar 2. Acuan perhitungan manual satu siklus pada kertas ECG [8].

Beberapa pemerhati yang telah meneliti peak R dan amplitude PQRST dari gelombang ECG diantaranya adalah [10] yang memfilter perbedaan suara 512 titik sampel pada frekuensi sampling 1 kHz menggunakan algoritma statistik orde tinggi. Sinyal asli maksimum dan sinyal asli minimum dari sinyal EKG ditransformasi memakai FFT untuk mengamati frekuensi suara. Setelah R-puncak terdeteksi, menghitung *mean Square error* (MSE) dan *peak Signal Noise Ratio* (PSNR).



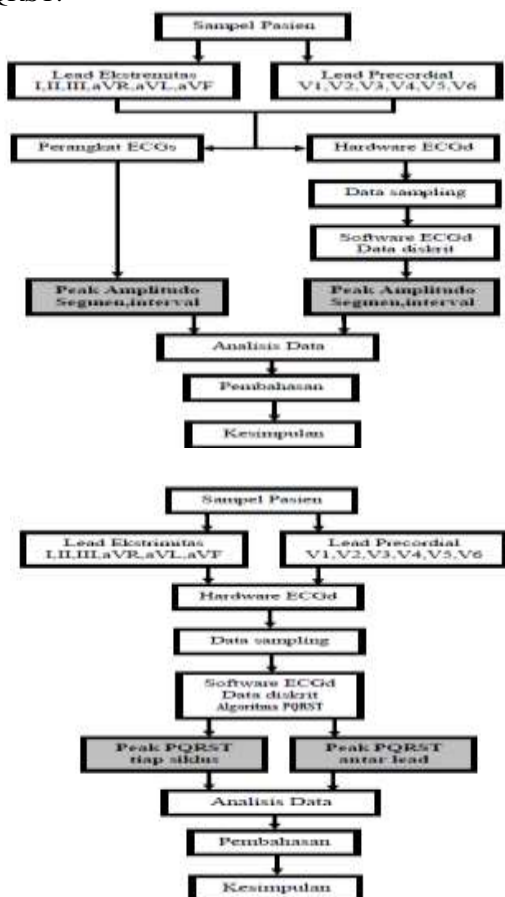
Gambar 3. Posisi letak sadapan 12-lead pada permukaan tubuh [9]

Referensi [11] mengusulkan variabel ambang batas (*threshold*) dari sinyal yang telah disampling 2xfi dalam *windowing*. Nilai maksimum dari nilai data diatas *threshold* adalah nilai peak R. [12] mengusulkan metode hubungan matematis antara nilai tertinggi (puncak dan lembah) dari bentuk gelombang ECG dan waktu. Metode yang diusulkan mendesain *interface GUI* dengan memakai Matlab dengan memakai algoritma matematik sederhana. Program ini bukan ditujukan untuk diagnosis klinis tetapi untuk keperluan riset ilmiah. [15] mengusulkan metode pengolahan citra untuk mengkonversi sampel pada interval yang diinginkan, sehingga database MIT-BIH dapat digunakan secara luas dan universal. Database MIT-BIH untuk irama sinus normal disampling pada frekuensi 128 Hz dan data tersedia pada interval seragam 7,8125 ms. Penggunaan data ini untuk tujuan analisis dengan berbagai teknik seperti *Artificial Neural Network*, teknik korelasi dan lain-lain, diperlukan untuk memiliki sampel pada interval yang diinginkan. [16] menentukan peak R dengan cara menghilangkan suara dari sinyal data dari Physionet. Sinyal yang sudah bebas di ekstraksi lokasi peak R dan amplitude mV memakai *Discrete transformasi Wavelet*. Memakai algoritma yang diimplementasikan dalam Matlab R2012a. *Threshold* yang dipakai 0.5 mV. [17] menyatakan bahwa analisis konvensional melalui pengamatan visual sinyal ECG oleh dokter tidak efektif dan memakan waktu. Diperlukan system otomatis yang melibatkan analisis sinyal digital yang terintegrasi. Mengusulkan software untuk menangkap gambar dari mesin ECG memakai camera webcam digital. Proyek memakai Matlab matematika software dan *image processing toolbox*. Hasil tangkapan gambar dianalisis sebelum dikirim melalui internet. Software dapat mengekstrak informasi dari gambar ECG atau file berbasis video. (Schmidt et al., 2014) melakukan sinkronisasi akuisisi gambar *Cardiovascular Magnetic Resonance* (CMR) dengan detak Jantung memakai statistik orde 4. Melalui nilai *threshold* tertentu maka didapatkan nilai peak R. [19] mengusulkan menerapkan Diskritisasi dengan metode *Continues Wavelet Transform* (CWT) yang digunakan untuk *Bionic Wavelet Transform* (BWT). Data yang dipakai adalah database MIT-BIH Aritmia. [12] meneliti bahwa *peak PQRST* dalam sinyal Elektrokardiogram dapat dideteksi berdasarkan hubungan matematis antara nilai tertinggi (puncak dan lembah) gelombang ECG dengan waktu. [11] menyatakan bahwa nilai R dan

kompleks QRS pada gelombang ECG dapat secara benar dan efisien dideteksi menggunakan *variable threshold*. [20] mengemukakan bahwa kombinasi algoritma *Discrete Wavelet Transform* dan metode Pan-Tompkins akan dapat mengekstraksi kompleks QRS, *peak P* dan *peak T*. [21] mengusulkan tiga tahap penentuan *peak R* yaitu tahap filter (sortir), tahap *threshold* dan tahap perbandingan nilai R dalam interval R-R. [22] menyatakan bahwa Matlab dapat mengukur gelombang, segmen dan interval ECG dengan memakai algoritma Pan-Tompkins.

## II. METODE

Dalam penelitian ini, dilakukan dua pengujian yaitu analisis komparasi perangkat dan analisis komparasi nilai PQRST dalam 3 detik pertama untuk tiga kondisi Jantung. Gambar 4 memperlihatkan diagram alur komparasi perangkat dan komparasi nilai PQRST.



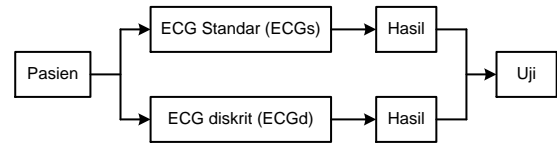
Gambar 4. Diagram alur komparasi perangkat dan komparasi nilai PQRST

Analisis komparasi perangkat dimaksudkan untuk mengetahui perbedaan hasil pemeriksaan antara ECG diskrit dengan ECG standard. Komparasi nilai PQRST dimaksudkan untuk mengetahui perbedaan nilai *peak PQRST* antar siklus dalam tiap lead. Sampel data yang digunakan adalah data hasil pemeriksaan dari perangkat ECGd 12-lead.

## III. HASIL PENELITIAN

### 3.1. Komparasi Perangkat

Pada penelitian ini, perangkat ECGd dan perangkat ECGs dipasang secara paralel dan dihubungkan dengan seorang pasien seperti ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Blok diagram komparasi perangkat

Keluaran informasi dari kedua perangkat dicatat variabel data angka yang sama. Berdasarkan hasil pemeriksaan terhadap 30 sampel maka variabel data angka yang sama adalah variabel R-R, SV1, RV5 dan HR seperti ditunjukkan pada tabel 1.

TABEL 1.  
HASIL PEMERIKSAAN ECGs DAN ECGd

No Sampel	ECG				ECGd			
	R-R (ms)	SV1 (mV)	RV5 (mV)	HR (bpm)	R-R (ms)	SV1 (mV)	RV5 (mV)	HR (bpm)
Sampel 1	922	0,97	2,24	88	888	0,8	2,44	82
Sampel 2	989	0,98	1,29	88	889	0,82	1,2	88
Sampel 3	727	0,9	1,87	82	732	0,88	1,8	78
Sampel 4	888	0,97	1,87	88	888	0,82	1,88	88
Sampel 5	747	0,88	1,88	88	782	0,84	1,8	78
Sampel 6	1242	0,8	0,8	44	1258	0,84	2,04	48
Sampel 7	1158	1,32	1,88	34	1158	1,38	1,88	32
Sampel 8	888	0,87	1,2	88	888	0,72	1,24	88
Sampel 9	1072	0,88	1,32	32	1082	0,8	1,28	32
Sampel 10	778	0,84	0,78	104	778	0,82	0,88	108
Sampel 11	848	0,83	1,88	78	838	0,88	1,82	88
Sampel 12	727	0,88	1,48	88	738	0,84	1,4	78
Sampel 13	1322	0,75	0,72	48	1348	0,84	2,84	48
Sampel 14	1118	1,42	1,88	34	1118	1,38	1,78	32
Sampel 15	878	0,77	1,42	88	878	0,72	1,34	88
Sampel 16	1082	0,78	1,42	32	1072	0,72	1,38	32
Sampel 17	788	0,84	0,88	104	788	0,81	0,88	108
Sampel 18	828	0,88	1,48	78	888	0,78	1,48	88
Sampel 19	812	0,87	1,83	88	808	0,83	1,84	78
Sampel 20	878	0,88	1,28	82	878	0,82	1,4	88
Sampel 21	727	0,72	1,77	88	742	0,88	1,7	88
Sampel 22	888	1,37	1,87	72	878	1,32	1,88	88
Sampel 23	727	0,88	1,48	82	738	0,84	1,8	78
Sampel 24	1252	0,75	0,7	32	1248	0,74	2,84	48
Sampel 25	1118	1,32	1,88	32	1118	1,38	1,88	32
Sampel 26	878	0,77	1,4	82	878	0,72	1,34	88
Sampel 27	1082	0,78	1,42	38	1072	0,74	1,38	32
Sampel 28	788	0,84	0,88	102	788	0,81	0,88	108
Sampel 29	838	0,83	1,84	82	838	0,78	1,82	88
Sampel 30	812	0,87	1,83	87	812	0,82	1,82	78

Tabel 2 memperlihatkan hasil uji normalitas data yang menunjukkan bahwa data berdistribusi normal pada  $\alpha=0.05$  sedangkan tabel 3 memperlihatkan hasil uji komparasi perangkat dengan uji t sampel bebas (independent sample t test).

TABEL 2.  
HASIL UJI NORMALITAS DATA

Variabel	Nilai Pengujian	<i>p-value</i>	Sifat Data
R-R (ms)	ECGd	0,588	normal
	ECGs	0,508	normal
SV1 (mV)	ECGd	0,483	normal
	ECGs	0,387	normal
RV5 (mV)	ECGd	0,821	normal
	ECGs	0,125	normal
HR (bpm)	ECGd	0,148	normal
	ECGs	0,148	normal

Keterangan: Nilai *p-value* < 0,05 berarti data berdistribusi normal dan sebaliknya.

Nampak pada tabel 3 bahwa *p-value* dari keempat variabel yang diuji memiliki nilai di atas 0,05, yang berarti bahwa tidak ada perbedaan yang bermakna dari hasil pemeriksaan 4 variabel antara perangkat ECGd dan perangkat ECGs. Hal ini diartikan bahwa hasil pemeriksaan dengan perangkat

ECGd sama dengan hasil pemeriksaan dengan perangkat ECGs.

TABEL 3.  
HASIL UJI KOMPARASI PERANGKAT

Variabel	n	Alat ECG		p-value
		Rerata + stan.dev	Kontrol (n,sk)	
RR (ps)	30	102.57±101.55	104.03±101.05	0.95>α
SI (ps)	30	0.7107±0.2440	0.693±0.2508	0.75>α
RS (ps)	30	1.903±0.3038	1.973±0.3045	0.007>α
HR (ps)	30	73.47±16.052	75.27±16.375	0.620>α

Keterangan: Jika p-value<0.05 berarti ada perbedaan yang bermakna dan jika p-value>0.05 berarti tidak ada perbedaan yang bermakna.

### 3.2. Komparasi nilai peak PQRST antar kelompok pasien pada 3 detik pertama

Dalam penelitian ini dipilih 3 kelompok sampel kondisi Jantung yaitu kelompok Jantung Normal sebanyak 6 sampel, kelompok Jantung Dekompensasi sebanyak 6 sampel dan kelompok Jantung Aritmia sebanyak 6 sampel. Semua kelompok diperiksa selama 3 detik dengan cara pemeriksaan pasien satu persatu. Hasil komparasi data dengan menggunakan uji *Kruskal-Wallis* pada detik pertama ditunjukkan pada tabel 4, pada detik kedua ditunjukkan pada tabel 5 dan pada detik ketiga ditunjukkan pada tabel 6.

TABEL 4.  
UJI KOMPARASI PADA DETIK PERTAMA

Sampel ke	Rerata + stan.dev			p-value
	normal	dekomp	aritmia	
1	-0.092±0.287	0.002±0.484	1.472±0.252	0.000<<α
2	0.000±0.203309	-0.001±0.217091	1.895±0.131309	0.000<<α
3	0.010±0.145445	0.047±0.239110	2.101±0.209999	0.000<<α
4	0.011±0.208316	-0.143±0.191005	10.203±0.312564	0.000<<α
5	-0.149±0.227156	0.115±0.164701	-1.007±0.191989	0.000<<α
6	-0.102±0.207142	0.040±0.110003	1.733±0.240307	0.000<<α

Keterangan: Jika pada p-value<0.05 berarti ada perbedaan yang bermakna dan jika p-value>0.05 berarti tidak ada perbedaan yang bermakna.

TABEL 5.  
UJI KOMPARASI PADA DETIK KEDUA

Sampel ke	Rerata + stan.dev			p-value
	normal	dekomp	aritmia	
1	0.01674±0.302943	0.0003±0.405643	1.51485±0.222510	0.000<<α
2	0.0551±0.266804	-0.0334±0.271089	1.89640±0.212371	0.000<<α
3	0.01075±0.151633	-0.0019±0.254444	2.23562±0.111368	0.000<<α
4	0.01956±0.264005	-0.0439±0.138184	10.25397±0.085807	0.000<<α
5	0.02627±0.285704	0.01000±0.176142	-0.55520±0.076029	0.000<<α
6	-0.05724±0.255407	-0.0285±0.148641	1.51489±0.626388	0.000<<α

Keterangan: Jika pada p-value<0.05 berarti ada perbedaan yang bermakna dan jika p-value>0.05 berarti tidak ada perbedaan yang bermakna.

TABEL 6.  
UJI KOMPARASI PADA DETIK KETIGA

Sampel ke	Rerata + stan.dev			p-value
	normal	dekomp	aritmia	
1	-0.0625±0.302410	0.0734±0.474594	1.54470±0.236636	0.000<<α
2	0.0211±0.282536	-0.0010±0.232889	1.79179±0.137322	0.000<<α
3	-0.02714±0.166348	-0.0195±0.246302	2.15302±0.041185	0.000<<α
4	0.05796±0.290710	0.1340±0.180814	10.23733±0.080885	0.000<<α
5	0.06917±0.230224	-0.0093±0.169131	-0.50758±0.067436	0.000<<α
6	-0.04275±0.212084	-0.0247±0.124895	2.00468±0.408855	0.000<<α

Keterangan: Jika pada p-value<0.05 berarti ada perbedaan yang bermakna dan jika p-value>0.05 berarti tidak ada perbedaan yang bermakna.

Berdasarkan hasil uji banding pada tabel 4, tabel 5 dan tabel 6, menunjukkan bahwa pemeriksaan pada detik pertama sampel ke-1 hingga sampel ke-6 diketahui ada perbedaan yang bermakna dari ketiga kelompok sampel pengamatan, hal ini ditunjukkan

dengan nilai  $p\text{-value} = 0.000 < \alpha$ . Pemeriksaan detik kedua sampel ke-1 hingga sampel ke-6 diperoleh ada perbedaan yang bermakna dari ketiga kelompok sampel pengamatan, hal ini ditunjukkan dengan nilai  $p\text{-value} = 0.000 < \alpha$ . Pemeriksaan detik ketiga sampel ke-1 hingga sampel ke-6 diperoleh hasil ada perbedaan yang bermakna dari ketiga kelompok sampel pengamatan, hal ini ditunjukkan dengan nilai  $p\text{-value} = 0.000 < \alpha$ .

## IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diberikan dalam penelitian ini adalah :

1. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pemeriksaan ECGs dan ECGd pada  $\alpha=0.05$
2. Pemeriksaan kondisi Jantung secara standard klinis dapat dilakukan dengan perangkat ECGd 12-lead
3. Perangkat ECGd dapat menghasilkan informasi kardiogram dan data peak PQRST untuk 12-lead
4. Terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai peak PQRST kelompok kondisi Normal, kelompok kondisi Dekompensasi dan kelompok kondisi Aritmia pada  $\alpha=0.05$

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. L. Goldberger, *Clinical Electrocardiography, a simplified Approach*, Seventh Edition. Mosby-elsevier, 2006.
- [2] A. B. De Luna, *Basic Electrocardiography, Normal and Abnormal ECG Patterns*. Victoria 3053, Australia: Blackwell Publishing, 2007.
- [3] S. K. Salih, S. A. Aljunid, A. Yahya, and K. Ghailan, "A Novel Approach for Detection QRS Complex of signal," *Int. J. Comput. Sci. Issues IJCSI*, vol. 9, no. 6, p. 11, Nov. 2012.
- [4] F. Morris, J. Edhouse, W. J Brady, and J. Camm, *ABC Clinical Electrocardiography*, First published in 2003. BMJ Books, BMA House, Tavistock Square, London WC1H 9JR: © BMJ Publishing Group 2003, 2003.
- [5] F. J. Theis and A. Meyer-B'ase, *Biomedical Signal Analysis: Contemporary Methods and Applications*. London, England: The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England, 2010.
- [6] A. C. Guyton and J. E. Hall, *Textbook of Medical Physiology*, Eleventh edition. Philadelphia, Pennsylvania: Elsevier Saunders, 2006.
- [7] S. Setiawidayat, R. Indra, D. Sargowo, and S. P. Sakti, "Determining The ECG 1 Cycle wave Using Discrete Data," *J. Theor. Appl. Inf. Technol.*, vol. 88, No. 1, p. 8 (107-114), Jun. 2016.
- [8] A. Natale, A. Al-Ahmad, P. J. Wang, and J. DiMarco, *Cardiac Electrophysiology*. London: Springer London Dordrecht Heidelberg New York, 2011.
- [9] B. Chia, *Clinical Electrocardiography*, Third Edition. Singapura: World Scientific Publishing Co. Re. Ltd.Singapura, 2000.
- [10] D. C. Sigg, P. A. Iazzo, Y. Fu Xiao, and B. He, *Cardiac Electrophysiology Methods and Models*.

Springer New York Dordrecht Heidelberg London: © Springer Science+Business Media, LLC 2010, 2010.

- [11] A. Tariq Bhatti and J. H. Kim, "R-Peak detection in ECG signal compression for Heartbeat rate patients at 1KHz using High Order Statistic Algorithm," *J. Multidiscip. Eng. Sci. Technol. JMEST*, vol. Vol. 2, no. Issue 9, p. 7 (2509-2515), Sep. 2015.
- [12] F. Kusumoto, MD, *ECG Interpretation: From Pathophysiology to Clinical application*. Mayo Clinic Jacksonville, Florida, USA: \_c Springer Science+Business Media, LLC 2009, 2009.
- [13] A. Birle, S. Malviya, and D. Mittal, "A Novel Technique of R - Peak Detecti on for ECG Signal Analysis: Variable Threshold Method," *Int. J. Adv. Res. Electron. Commun. Eng. IJARECE*, vol. 4, no. 5, p. 3 (1167-1169), May 2015.
- [14] H. A. Jaber AL-Ziarjaway and I. Cankaya, "Heart Rate Monitoring and PQRST Detection Based on Graphical user Interface with Matlab," *Int. J. Inf. Electron. Eng.*, vol. 5, No.4, p. 6, Jul. 2015.
- [15] J. Sharma, V. Kumar, S. Ayub, and J. P. Saini, "Uniform Sampling of ECG Waveform of MIT-BIH Normal Sinus Rhythm Database at Desired Intervals," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 50, No.15, p. 4 (6-9), Jul. 2012.
- [16] E. J. . Dhir and E. N. K. Panag, "ECG Analysis and R Peak Detection Using Filters and Wavelet Transform," *Int. J. Innov. Res. Comput. Commun. Eng. IJIRCCCE*, vol. 2, no. 2, p. 8 (2883-2890), Feb. 2014.
- [17] L. K. Wee, Y. K. Jiar, and E. Supriyanto, "Electrocardiogram Data Capturing System and Computerized Digitization using Image Processing Techniques," *Int. J. Biol. Biomed. Eng.*, vol. 3, no. 3, p. 8 (27-34), 2009.
- [18] M. Schmidt, J. W. Krug, A. Gierstorfer, and G. Rose, "A real-time QRS detector based on higher-order statistics for ECG gated cardiac MRI," *Comput. Cardiol. 2014*, p. 3 (733-736), 2014.
- [19] M. Talbi, A. Aouinet, L. Salhi, and A. Cherif, "New Method of R-Wave Detection by Continuous Wavelet Transform," *Signal Process. Int. J. SPIJ*, vol. 5, no. 4, p. 9 (165-173), 2011.
- [20] I. S. S. Rao, T. S. Rao, and P. H. S. T. Murthy, "QRS Detection of ECG - A Statistical Analysis," *ICTACT J. Commun. Technol.*, vol. 6, no. 1, p. 4 (1080-1083), Mar. 2015.
- [21] D. Sadhukhan and M. Mitra, "R-peak detection algorithm for ECG using double difference and RR interval processing," *Elsevier Procedia Technol.*, vol. 4, p. 5 (873-877), 2012.
- [22] S. Singh and N. Gandhi.N, "Pattern analysis of different ECG signal using Pan-Tompkin's algorithm," *Int. J. Comput. Sci. Eng. IJCSE*, vol. 02, No. 07, p. 4 (2502-2505), 2010.



Perangkat ECGs 12-lead (Fukuda Denshi FCP-4101)

Lampiran-2. Hasil Pemeriksaan dengan Perangkat ECGd

**REPORT MEASUREMENT**

Date/Time: 16/11/2016 11:01:33

Code / name: Ferman2501 / Ferman Supriyadi	Sex / status: Male / Single
Date / place of birth: 22 tahun / Malang	Height / Weight: 165 / 50
Blood address: -	Bloodtype: A

**ACTUAL SIGNAL VALUES**

HRRate: 71.8 bpm

No.	Item	I	II	III	aVR	aVL	aVF	V1	V2	V3	V4	V5	V6
1	Peak P (mV)	0,6733	0,4624	0,1229	-0,3841	0,4192	0,1549	0,4092	0,3023	0,2671	0,2219	0,1792	0,4737
2	Peak Q (mV)	-0,2274	-0,3261	-0,2907	0,7167	0,3136	-0,4124	0,3919	0,2507	0,3313	0,2445	-0,2363	-0,2303
3	Peak R (mV)	1,13	1,3316	0,3518	1,1358	0,4142	0,9416	0,0333	-0,7614	1,507	2,6923	2,8926	0,9315
4	Peak S (mV)	-0,3683	-0,9091	-0,5403	0,639	0,3038	-0,7349	-0,3163	1,0867	1,0868	1,0969	-0,0679	-0,2311
5	Peak T (mV)	0,6618	0,3407	-0,1199	-0,6837	0,3913	0,2619	0,155	0,6943	0,3023	0,2719	0,3463	0,4677
6	Int. PR (ms)	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
7	Int. QT (ms)	0,404	0,404	0,404	0,404	0,404	0,404	0,404	0,404	0,404	0,404	0,404	0,404
8	Int. QRS (ms)	0,136	0,136	0,136	0,136	0,136	0,136	0,136	0,136	0,136	0,136	0,136	0,136
9	Int. PR (ms)	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
10	Int. QT (ms)	0,304	0,304	0,304	0,304	0,304	0,304	0,304	0,304	0,304	0,304	0,304	0,304
11	PreSignal (mV)	0,86	0,71	0,62	0,67	0,57	0,82	0,30	0,34	0,61	0,41	0,80	0,138
12	Signal Value	0,5	-16,91	-10,76	0,31	0,5	-17,34	14,05	40,26	0,21	0,37	13,92	24,82
13	Log wave	4,3804	4,3804	4,3804	4,3804	4,3804	4,3804	4,3804	4,3804	4,3804	4,3804	4,3804	4,3804
14	Line wave (ms)	0,420	0,420	0,420	0,420	0,420	0,420	0,420	0,420	0,420	0,420	0,420	0,420



Lampiran-1. Perangkat ECGd dan perangkat ECGs



Perangkat ECGd 12-lead