

## ANALISA KALIBRASI ALAT ELECTROCARDIOGRAPH MENGUNAKAN ELECTROCARDIOGRAPH SIMULATOR (PHANTOM ECG)

Martina Murniawati Gulo<sup>1</sup>, Yulizham<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Fakultas Sain dan Teknologi, Universitas Sari Mutiara Indonesia  
email:martinagulo@gmail.com

### ABSTRAK

*An electrocardiograph is a device that can display a signal graphic showing the process of the heartbeat. From these signals it can be seen whether a person's heart rate is normal or not. The method used in this research is quantitative observation. Which aims to analyze the calibration of the Electrocardiograph (ECG) device using a simulator (Phantom ECG). And also aims to determine the results of the data obtained after observing the workflow of the tool. From the results of electrocardiograph testing at the Health Facility Security Center (BPFK) Medan, the results were obtained. Electrocardiograph testing at the paper speed set point 25 mm / sec 10 mm / mv obtained results of  $25.18 \pm 0.37$  because it is within a tolerance value of  $\pm 5\%$ . At the paper speed set point of 50 mm / sec, 10 mm / sec, the result is  $50.16 \pm 0.37$  because it is within a tolerance value of  $\pm 5\%$ . At the sensitivity setting point of 5 mm / mv, 25 mm / sec, the result is  $5.24 \pm 0.37$  because it is within a tolerance value of  $\pm 5\%$ . At the sensitivity setting point of 10 mm / mv, 25 mm / sec, the result is  $10.22 \pm 0.37$  because it is within a tolerance value of  $\pm 5\%$ . And at the sensitivity setting point of 20 mm / mv, 25 mm / sec, the result is  $20.26 \pm 0.36$  because it is within a tolerance value of  $\pm 5\%$ .*

**Keywords:** *Electrocardiograph, Heart, Calibration, Phantom ECG.*

### 1. Pendahuluan

Jantung adalah salah satu organ vital bagi tubuh yang fungsi utamanya untuk sirkulasi darah ke seluruh tubuh. Jantung terdiri dari bagian kanan dan kiri yang terbagi menjadi atrium pada bagian atas jantung dan ventrikel pada bagian bawah jantung. Darah dari masing-masing atrium dikirim ke ventrikel. Darah dari ventrikel kanan dipompa ke paru dan darah dan ventrikel kiri dipompa keseluruh tubuh. Jantung dapat berkontraksi yang biasa disebut dengan ritme jantung dari adanya mekanisme ini (Guyton, 2006).

Penyakit jantung merupakan penyebab nomor satu kematian di dunia. Di Indonesia angka kematian yang disebabkan serangan jantung mencapai 26 hingga 30 persen. Berdasarkan data yang dikemukakan World Heart Federation (WHF), penyakit

jantung mencapai 29,1 persen atau sebanyak 17,1 juta pasien setiap tahunnya meninggal diseluruh dunia. Faktor risiko penyakit jantung adalah kebiasaan merokok, stres, kurang olah raga, kencing manis atau diabetes, obesitas, hipertensi serta hiperlipidemia atau kelebihan lemak dalam darah, keturunan, usia, dan jenis kelamin (dr Dewi Andang Joesoef, ketua Yayasan Jantung Indonesia 2011).

Saat ini metode yang paling umum untuk mendeteksi penyakit atau kelainan pada jantung adalah dengan menggunakan Elektrokardiogram (EKG). Sinyal elektrik jantung yang dihasilkan pada ECG pada umumnya merupakan sinyal domain waktu dalam kertas rekaman yang disebut Elektrokardiogram (EKG). Kegunaan Elektrokardiogram ini sangat bermanfaat untuk mengetahui kondisi jantung pasien,

sehingga menjadikan alat ini sebagai peralatan standar bagi semua rumah sakit. (Busono dkk, 2004).

*Electrocardiograph* merupakan alat yang dapat menampilkan grafik sinyal yang menunjukkan proses terjadinya detak jantung. Dari sinyal tersebut dapat diketahui apakah kecepatan denyut jantung seseorang normal atau tidak. Jantung adalah organ penting dalam tubuh manusia yang di fungsikan untuk memompa darah ke seluruh tubuh. Aktivitas jantung manusia dalam memompa dan mengatur sirkulasi darah dalam tubuh ternyata merupakan efek dari aliran bioelektrik jantung. Pergerakan bioelektrik jantung ini mengakibatkan denyutan jantung dalam memompa darah. Proses pemompaan darah ini terjadi karena otot jantung berkontraksi akibat mendapat rangsangan listrik atau impuls. Rangsangan listrik berawal dari potensial aksi yang terjadi pada sel-sel otot jantung sendiri. Potensial aksi berawal dari keadaan depolarisasi membran sel autoritmik saat tegangan di dalam sel +20 mV terhadap tegangan di luar sel dan keadaan repolarisasi saat tegangan di dalam sel -90 mV terhadap tegangan di luar sel. (Ujang wiharja dkk, 2019).

*Electrocardiograph (ECG)* pertama kali ditemukan oleh Einthoven (1904). *ECG* menjadi salah satu ilmu diagnostik yang sering dipelajari dalam penyembuhan modern, salah satunya untuk mendiagnosis dan untuk terapi penyakit yang disebabkan oleh jantung dengan memanfaatkan visualisasi rekaman sinyal *ECG*. Mengingat pentingnya alat *ECG* recorder, maka diperlukan pengecekan fungsi alat dari *ECG* recorder yaitu dengan cara melakukan prosedur kalibrasi alat menggunakan *Phantom ECG*. Kalibrasi adalah kegiatan untuk menentukan kebenaran konvensional penunjukan instrumen ukur dan bahan ukur dengan cara membandingkannya terhadap standar nasional atau internasional. Prosedur

kalibrasi wajib dilakukan secara terjadwal guna menjaga keselamatan user atau operator dan pasien sebagai pemakai (KEMETERIAN KESEHATAN RI, 2015)

*Phantom ECG* merupakan perangkat untuk mensimulasikan sinyal *ECG* dan kalibrator alat *ECG* recorder. *Phantom ECG* pada prinsipnya merupakan suatu generator sinyal dengan bentuk sinyal “*ECG like*” atau sinyal *ECG* yang telah terekam. Perangkat ini berguna untuk pengetesan perangkat *ECG* pada saat pemeliharaan dan perbaikan. Perangkat ini bisa direalisasikan berbasis mikrokontroler, rangkaian analog biasa atau berbasis PC (Rizal et al., 2005).

Pada penelitian sebelumnya *Phantom ECG* pernah dibuat oleh Gregorius Mario Tani pada tahun 2017 dengan judul *Simulator ECG (Phantom Electrocardiograph)*. Metode yang digunakan adalah menggunakan IC Digital To Analog (DAC) tipe MCP4921 untuk membentuk sinyal jantung yang diinginkan. Menurut data hasil penelitian didapatkan pengukuran BPM 90 memiliki nilai error sebesar 4,13%, pada BPM 60 nilai error sebesar 3,9 % dan pada BPM 110 memiliki error sebesar 2,63%. Pada alat tersebut hanya memiliki nilai heart rate dengan rentang 30-110 Beat Per Minute (Mario Tani, 2017). Pada Ni Nyoman Sri Malini pada tahun 2017 membuat alat dengan judul *ECG Simulator*, dengan menggunakan pembentukan sinyal *ECG* dengan IC counter 4017 serta clock NE555. IC counter 4017 yang digunakan Ni Nyoman Sri Malini ini pada karya tulisnya dituliskan kelemahan seperti “penggunaan kapasitor menyebabkan bentuk gelombang *ECG* yang kurang sempurna pada segmen S-T” serta “besar nilai kapasitor berpengaruh terhadap lebar segmen dan interval pada gelombang PQRST”. *ECG Simulator* tersebut memiliki rentang BPM 30 – 240. (Ni Nyoman Sri Malini, 2017).

Berdasarkan hasil identifikasi dari latar belakang masalah di atas, maka diangkat topik “Analisa Kalibrasi Alat *Electrocardiograph* (ECG) menggunakan *Electrocardiograph* Simulator (*Phantom ECG*)”.

Elektrokardiogram (EKG) adalah suatu gambaran dari potensial listrik yang dihasilkan oleh aktifitas listrik otot jantung. EKG ini merupakan rekaman informasi kondisi jantung diambil dengan elektrokardiograf yang ditampilkan melalui monitor atau dicetak pada kertas. Sinyal EKG adalah sinyal listrik yang dihasilkan oleh aktifitas kelistrikan jantung. Kelainan dari fungsi jantung seseorang dapat dilihat dari rekaman sinyal EKG ini.

Peralatan yang mampu mengukur secara tepat membutuhkan proses kalibrasi secara berkala. Kalibrasi bertujuan untuk menjamin keakuratan pengukuran serta memastikan keakuratan pengukuran serta memastikan peralatan bekerja sesuai dengan standar mutu. Bayangkan jika ketidakpastian pengukuran terjadi pada alat-alat kesehatan, yang secara langsung hasil pengukurannya menjadi pertimbangan dokter dalam menetapkan penanganan dan pengobatan pasien. Ketidakakuratan hasil pengukuran alat ini dapat menimbulkan diagnosa yang salah yang selanjutnya menimbulkan ketidaktepatan penanganan dan akibat serius lainnya.

## 2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi kuantitatif. Yang bertujuan untuk menganalisa kalibrasi alat *electrocardiograph* (ECG) menggunakan simulator (*Phantom ECG*). Dan juga bertujuan untuk mengetahui hasil data yang di dapat setelah dilakukan pengamatan alur kerja alat.

### a. Alat Penelitian

#### 1. Spesifikasi Alat

Nama Alat : *Electrocardiograph*  
 Merk : Fukuda Denshi  
 Type : Cardimax/FCP-7101  
 Nomor Seri : 21066230

### b. Peralatan Penelitian

Tabel Peralatan Penelitian

No	Nama Alat	Merk	Model	No. Seri
1	ISA/ESA	Fluke	615	152201
2	ECG	Fluke	MPS	2
3	Simulator	-	450	149205
4	Mistar Baja Thermohyrometer	Greisinger	GFT B	S19008754021210
			100	-01

#### Phantom ECG

Merk : Fluke  
 Type : MPS450  
 Nomor Seri : 149205

## 3. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil penelitian terhadap kalibrasi alat *electrocardiograph* yang dilaksanakan di Balai Pengamanan Fasilitas Kesehatan (BPFK) Medan pada April 2020 diperoleh hasil pada tabel dibawah ini :

Table 4.1 Data hasil pengukuran kinerja

No	Setting ECG	Setting ECG Simulator	Hasil Pengukuran (mm)					Toleransi
			I	II	III	IV	V	
1	25 mm/sec, 10 mm/mv	80 BPM	25,3	25	25,2	25,3	25,1	± 2%
	50 mm/sec, 10 mm/mv		50	50,3	50,2	50,2	50,1	
2	5 mm/mv, 25 mm/sec	1 mV. 2 Hz Square	5,1	5,2	5,3	5,4	5,2	± 5%
	10 mm/mv, 25 mm/sec		10,1	10,1	10,2	10,3	10,4	
	20 mm/mv, 25 mm/mv		20,1	20,3	20,2	20,3	20,4	

n = jumlah data yang

**Pembahasan Perhitungan Ketidakpastian Kecepatan Kertas**

**a. Menghitung Nilai Rata-rata**

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i)$$

Dimana:  $x_i$  : Data ke-i  
 $n$  : jumlah data

a. Kecepatan kertas 25 mm/sec

$$\begin{aligned} \bar{x} &= \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5}{n} \\ &= \frac{25,3 + 25 + 25,2 + 25,3 + 25,1}{5} \\ &= \frac{125,9}{5} \\ &= 25,18 \text{ mm} \end{aligned}$$

b. Kecepatan kertas 50 mm/sec

$$\begin{aligned} \bar{x} &= \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5}{n} \\ &= \frac{50 + 50,3 + 50,2 + 50,2 + 50,1}{5} \\ &= \frac{250,8}{5} \\ &= 50,16 \text{ mm} \end{aligned}$$

**b. Menghitung Ketidakpastian Tipe A**

$$U_A = \frac{SD}{\sqrt{n}}$$

Dimana :  $U_A$  = ketidakpastian baku tipe A

$SD$  = standar deviasi

diambil

a. Untuk titik setting 25 mm/sec

$$U_A = \frac{SD}{\sqrt{n}}$$

$$U_A = \frac{0,13}{\sqrt{5}}$$

$$U_A = 0,06 \text{ mm}$$

b. Untuk titik setting 50 mm/sec

$$U_A = \frac{SD}{\sqrt{n}}$$

$$U_A = \frac{0,11}{\sqrt{5}}$$

$$U_A = 0,05 \text{ mm}$$

**c. Menghitung Ketidakpastian Tipe B**

a. Ketidakpastian dari sertifikat alat standar ( $U_{b1}$ )

$$U_{b1} = \frac{U_{std}}{k}$$

Dimana :  $U_{std}$  = nilai ketidakpastian dari sertifikat alat standar

$k$  = factor

cakupandarisertifikatalat standar

$$U_{std} \text{ mistar baja}$$

$$U_{b1} = \frac{0,03 \text{ mm}}{2}$$

$$= 0,015 \text{ mm}$$

b. Ketidakpastiandarikemampuan dayabaca UUT ( $U_{b2}$ )

$$U_{b2} = \frac{\frac{1}{2} \times \text{resolusi alat kalibrasi}}{\sqrt{6}}$$

$$= \frac{0,5 \times 0,5}{\sqrt{6}}$$

$$= \frac{0,25}{2,45}$$

$$= 0,10 \text{ mm}$$

c. Ketidakpastian drift kalibrator ( $U_{b3}$ )

$$U_{b3} = \frac{10 \% \times Ustd}{\sqrt{3}}$$

$$= \frac{0,1 \times 0,3}{1,732051}$$

$$= 0,017 \text{ mm}$$

d. Ketidakpastian Gabungan ( $U_c$ )

a. Ketidakpastian untuk titik setting 25 mm/sec

$$U_c = \sqrt{(U_A \times C_i)^2 + (U_{B_1} \times C_i)^2 + (U_{B_2} \times C_i)^2 + (U_{B_3} \times C_i)^2}$$

$$U_c = \sqrt{(0,06 \times 1)^2 + (0,15 \times 1)^2 + (0,10 \times 1)^2 + (0,017 \times 1)^2}$$

$$U_c = \sqrt{(0,0036 + 0,0225 + 0,01 + 0,000289)}$$

$$U_c = \sqrt{0,036389}$$

$$U_c = 0,190 \text{ mm}$$

b. Ketidakpastian untuk titik setting 50 mm/sec

$$U_c = \sqrt{(U_A \times C_i)^2 + (U_{B_1} \times C_i)^2 + (U_{B_2} \times C_i)^2 + (U_{B_3} \times C_i)^2}$$

$$U_c = \sqrt{(0,05 \times 1)^2 + (0,15 \times 1)^2 + (0,10 \times 1)^2 + (0,017 \times 1)^2}$$

$$U_c = \sqrt{(0,0025 + 0,0225 + 0,01 + 0,000289)}$$

$$U_c = \sqrt{0,035289}$$

$$U_c = 0,187 \text{ mm}$$

### Hasil Pengukuran Kinerja Alat Electrocardiograph

Table Pengamatan Visual

Parameter	Hasil Visual	Batasan
Output Signal 12 Chanel	Baik	Semua Chanel terlihat jelas dan tidak terjadi vibrasi

Gambar Hasil pengukuran kinerja (tidak terjadi Vibrasi)



### 4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian terhadap alat electrocardiograph yang dilakukan di Balai Pengamanan Fasilitas Kesehatan (BPFK) Medan diperoleh hasil :

1. Pengujian pada alat electrocardiograph pada titik setting kecepatan kertas 25 mm/sec, 10 mm/mv didapatkan hasil  $25,18 \pm 0,37$  mm karena berada dalam nilai toleransi  $\pm 5\%$  dan pada titik setting kecepatan kertas 50 mm/sec, 10 mm/mv didapatkan hasil  $50,16 \pm 0,37$  mm karena berada dalam nilai toleransi  $\pm 5\%$ .
2. Pengujian pada alat electrocardiograph pada titik setting sensitivitas 5 mm/mv, 25 mm/sec didapatkan hasil  $5,24 \pm 0,37$

mm karena berada dalam nilai toleransi  $\pm 5\%$ , pada titik setting sensitivitas 10 mm/mv, 25 mm/sec didapatkan hasil  $10,22 \pm 0,37$  mm karena berada dalam nilai toleransi  $\pm 5\%$  dan pada titik setting sensitivitas 20 mm/sec, 25 mm/mv didapatkan hasil  $20,26 \pm 0,36$  mm karena berada dalam nilai toleransi  $\pm 5\%$ .

## 5. Referensi

1. Anisa NovaYanti, SIMULATOR ECG, DepartemenKesehatan RI POLITEKNIK KESEHATAN JAKARTA II JurusanTeknikElektromedik, 2008.
2. Busono, Pratindo.,Susanto, Eddy., Wiewie., SadeliYuliana. 2004. "AlgoritmauntukDeteksi QRS Sinyal ECG". ProsidingSemilokaTeknologiSimulasidanKomputasisertaAplikasi 2004.+
3. FendyPurwanda,dkk, RancangBangunElektrokardiografMenggunakanMikrokontrolerUntukMendeteksiKetidaknormalan Jantung, Journal Of Physics and application Vol. 3, pp. 125, Mar. 2015.
4. Guyton dan Hall. 2006. BukuAjarFisiologiKedokteranEdisi 11. Jakarta: EGC
5. HADIYOSO, S., JULIAN, M., RIZAL, A., & AULIA, S. (2015). Pengembangan Perangkat EKG 12 Lead dan Aplikasi Client-Server untuk Distribusi Data. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 3(2), 91. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v3i2.91>
6. KEMENTERIAN KESEHATAN RI, 2015, PERMENKES RI NOMOR 54 TentangPengujianandanKalibrasiAlatkesehatan M. J. Burke dan M. Nasor.MicrocontrollerBased ECG Signal Generator.
7. Olivia, W., & Ahmad, A. (2017). Rancang Bangun Kalibrator Elektrokardiogram Design and construct of Electrocardiogram Calibrator. *Rancang Bangun Kalibrator Elektrokardiogram Design and Construct of Electrocardiogram Calibrator*, XIX(1), 9–17.
8. Rizal, Achmad, et al, 2005. Design and realization of single-channel PC basedelectrocardiograph using serial port, Seminar TeknoInsentif, Kompertiswil IV, Bandung
9. Rizal, A., Jondri, J., & Sugondo, H. (2011). Pengenalan Signal Ekg Menggunakan Empirical Mode Decomposition ( Emd ), Dekomposisi Paket Wavelet Dan K- Means-Clustering. *Konferensi Nasional Sistem Dan Informatika 2011*, I11-I015.
10. setianingsih , Eka dkk. 2012. *Rancang Bangun Kalibrator Eksternal Electrocardiograf 3 Leads berbasis Atmega8535. ELECTRICIAN – JurnalRekayasaTeknologiElektro*.
11. UjangWiharja, Muhammad IlhamTaqwaSetyadi. 2017. AnalisaKalibrasiElektrokardiogph.
12. Seminar NasionalTeknologiFakultasTeknikUniversitasKrisnadwipayana, Jakarta 17 Juli 2019. Wiharja, U., Ilham, M., &Setyabudi, T. (2019).AnalisaKalibrasiEletrokardiogph. 99-103.