

# Simulator Fetal Doppler

Hanifah Rahmi Fajrin\*<sup>1</sup>, Sari Maharani<sup>2</sup>, Aidatul Fitriyah<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Indonesia

<sup>3</sup>Universitas Gadjah Mada, Indonesia

## INFO ARTIKEL

### Alamat Web Artikel:

<https://journal.umy.ac.id/index.php/mt/article/view/11212>

### DOI:

<https://doi.org/10.18196/mt.v2i2.11212>

### Data Artikel:

Diterima:

26 Februari 2021

Direview:

18 Maret 2021

Direvisi :

25 Maret 2021

Disetujui :

31 Maret 2021

### Korespondensi:

hanifah.fajrin@vokasi.umy.ac.id

## ABSTRAK

Fetal Doppler adalah alat diagnostik yang digunakan untuk mendeteksi denyut jantung bayi yang berada dalam kandungan. Denyut jantung janin (DJJ) adalah sebuah indikator dalam sebuah pemeriksaan kandungan yang menandakan bahwa ada kehidupan di dalam kandungan seorang ibu, sehingga alat fetal doppler yang digunakan harus menampilkan BPM yang akurat agar tidak ada kesalahan dalam pemeriksaan janin. Untuk itu harus dilakukan kalibrasi pada fetal doppler dengan alat kalibrator yaitu fetal simulator, menurut standar alat di Loka Pengamanan Fasilitas Kesehatan (LPFK) *output* yang digunakan diantaranya 60, 90, 120, 150, 180, dan 240 BPM. Penelitian ini bertujuan membuat alat Simulator BPM Untuk Fetal Doppler dengan penambahan pemilihan BPM 60 hingga 240 dengan kenaikan 30 dengan menggunakan solenoid sebagai pengganti detak jantung dan rangkaian elektronika pendukung lainnya. Pada pengukuran BPM 60 terdapat nilai *error* 0,027%, BPM 90 terdapat nilai *error* 0,034% , BPM 120 terdapat nilai *error* 3,3%, BPM 150 terdapat nilai *error* 0,031%, BPM 180 terdapat nilai *error* 0,031%, BPM 210 terdapat nilai *error* 0,019%, dan nilai *error* terkecil yaitu 0% pada titik pengukuran BPM 240. Alat Simulator BPM Untuk Fetal Doppler dapat berfungsi dengan baik karena memiliki nilai *error* di bawah toleransi  $\pm 5$  untuk BPM pada fetal doppler.

**Kata Kunci:** DJJ, Fetal Doppler, BPM

## ABSTRACT

*Fetal Doppler is a diagnostic tool to detect a baby's pulses in the womb. Fetal heart rate (FHR) is an indicator in an obstetric examination that indicates that there is life in the womb of a mother. Therefore, the Fetal Doppler device must display an accurate BPM so that there are no errors. For this reason, calibration must be done on Fetal Doppler with a fetal calibrator device, named fetal simulator. According to the standard equipment in the Health Facility Safeguard Station (LPFK), the outputs are 60, 90, 120, 150, 180, and 240 BPM. This study aimed to create a BPM Simulator for Fetal Doppler with the addition of BPM selection of 60 to 240 with an increase of 30 using solenoid as a substitute for heart rate and other supporting electronic circuits. Subsequently, on BPM 60 measurement, the error value is 0.027%, while BPM 90 caused an error value of 0.034%. At the same time, BPM 120 brought an error value of 3.3%, while on BPM 150, it has an error value of 0.031%, BPM 180 with an error value of 0.031%, BPM 210 with an error value of 0.019%, and the smallest error value of 0% at the BPM 240 measurement point. The BPM simulator for Fetal Doppler can function well because it has an error value below  $\pm 5$  tolerance for BPM on Fetal Doppler*

**Keywords:** FHR, Fetal Doppler, BPM

## 1. PENDAHULUAN

Detak jantung janin (DJJ) adalah sebuah indikator atau dalam sebuah pemeriksaan kandungan yang menandakan bahwa ada kehidupan di dalam kandungan seorang ibu. Untuk memeriksa kesehatan janin di dalam kandungan ibu hamil, dokter melakukan beberapa hal pemeriksaan dan denyut jantung bayi yang baru bisa dideteksi kurang lebihnya pada usia 11 minggu [1].

Berdasarkan *The World Health Report* 2005, angka kematian ibu hamil di Indonesia pada tahun 2000 mencapai 230 jiwa dari 100.000 kelahiran hidup, sedangkan angka kematian bayi mencapai 18 jiwa dari 1000 kelahiran hidup. Kondisi ini termasuk yang paling tinggi di Asia [2]. Untuk nilai normal denyut jantung janin (DJJ) adalah 120 – 160 bpm permenit. Namun frekuensi detak jantung bisa saja melebihi 160 permenit yang dapat menyebabkan berbagai faktor [3]. Alat Fetal Doppler atau alat pendeteksi detak jantung janin yang digunakan, harus menampilkan BPM yang akurat agar tidak ada kesalahan dalam pemeriksaan janin. Apabila terjadi kesalahan dalam pemeriksaan, bisa mengakibatkan berbagai faktor di antaranya hipoksia janin, anemia dan sebagainya. Untuk itu harus dilakukan kalibrasi terhadap fetal doppler agar dapat menentukan laik atau tidaknya untuk digunakan.

Pada permenkes No.54 tahun 2015 tentang pengujian dari kalibrasi alat kesehatan, bahwa untuk menjamin tersedianya alat kesehatan sesuai dengan standar pelayanan, persyaratan mutu keamanan, manfaat, keselamatan, dan laik pakai perlu dilakukan pengujian atau kalibrasi. Pada pasal 8 yang berbunyi “pengujian atau kalibrasi alat kesehatan dilakukan secara berkala paling sedikit satu kali satu tahun [4]. Fungsi kalibrasi, untuk memastikan sekaligus memantau apakah alat tersebut masih akurat atau berfungsi dengan baik atau tidak dan untuk mengetahui seberapa besar penyimpangan dari alat ukur tersebut[5].

*Fetal Doppler simulator* ini pernah dibuat oleh Martha (2014) D3 Teknik Elektromedik Poltekes Kemenkes Surabaya, pada alat yang dibuat hanya di lengkapi pemilihan BPM dengan *range* 30 sampai 180 BPM dengan kenaikan 30 BPM dalam hal ini alat yang dibuat terdahulu masih belum lengkap untuk pemilihan BPM, sehingga alat ini tidak bisa digunakan untuk proses kalibrasi pada saat detak jantung janin pada *range* diatas 180 BPM. Mengingat pemantauan denyut jantung janin (DJJ) demi kesehatan janin sangat dibutuhkan, maka alat kalibrator *fetal Doppler simulator* yang ada, perlu dikembangkan guna mendapatkan hasil diagnosis yang lebih akurat [1]. Untuk itu penulis akan merancang alat *Simulator BPM untuk Fetal Doppler* yang merupakan pengembangan alat yang telah dibuat sebelumnya yaitu *Fetal Doppler simulator* dengan penambahan pemilihan BPM 60 sampai dengan 240 dengan kenaikan 30 BPM.

## 2. METODE PENELITIAN

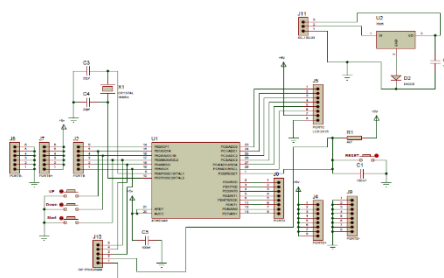
Metode yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahap, yaitu: perancangan *hardware*, perancangan *software*.

### 2.1 Perancangan Hardware

Perancangan *hardware* pada alat ini menggunakan beberapa modul rangkaian diantaranya adalah rangkaian microcontroller ATmega8, sedangkan perangkat lunak yang digunakan adalah software pemrograman CV AVR sebagai pengelolah data pada alat.

#### 2.1.1. Rangkaian Microcontroller

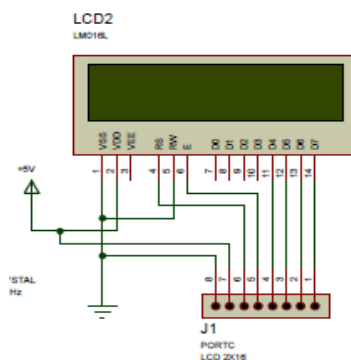
Rangkaian microcontroller digunakan sebagai otak pengendali aktivitas yang ada pada alat [6]. Rangkaian microcontroller menggunakan ATmega8 yang dilengkapi dengan ADC internal sehingga mempermudah sistem *converter* [7]. Pada rangkaian microcontroller terdapat juga port *downloader* yang mempunyai fungsi memasukan program yang dibutuhkan. Didalam rangkaian terdapat kapasitor 100nF yang terhubung dengan port VCC dan *ground*, terdapat kapasitor 100nF yang dihubungkan ke tombol *reset* dan di seri dengan resistor 4k7 yang masuk ke PORTC/*reset*. Pada PORTB6 dan PORTB7 terhubung dengan kapasitor 22pF yang terhubung dengan Crystal 16 MHz. Rangkaian microcontroller dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian Microcontroller

### 2.1.2. Rangkaian LCD

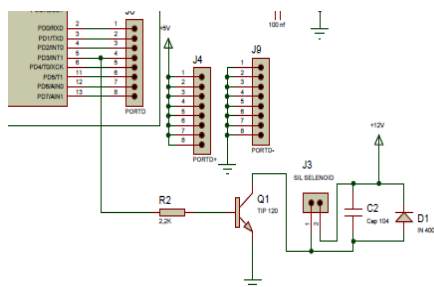
Rangkaian LCD menggunakan tampilan output berupa LCD 2x16, dimana nantinya nilai ADC (*Analog To Digital Converter*) yang terbaca dalam bentuk nilai BPM yang disetting akan tertampil pada layar LCD untuk menghidupkan LCD diperlukan tegangan supply +5V pada pin VDD, ground pada pin VSS. Untuk mengatur kecerahan LCD menggunakan resistor dengan nilai yang kecil atau nilai yang besar dengan indikator LED Berikut ini rangkaian LCD yang telah dirancang dan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian LCD

### 2.1.3. Rangkaian Driver

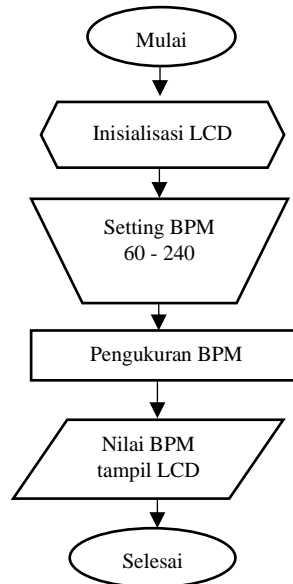
Rangkaian driver ini digunakan untuk mengaktifkan komponen selenoid dengan menggunakan mikrokontroler ATmega 8. Ketika rangkaian minsis telah mendapat tegangan maka secara otomatis rangkaian driver akan mendapat tegangan juga dengan melalui *port d*, fungsi *port d* sebagai *input* atau *output*. Fungsi dari  $DDRD = 0xFF$  adalah saat *driver* mendapat tegangan, maka komponen selenoid tidak aktif karena belum adanya perintah dan *input* terletak pada  $PORTD = 0x00$  yang akan mengaktifkan selenoid ketika adanya perintah dari  $PORTD.3$ . Selenoid bisa aktif karena mendapatkan tegangan dari Transistor TIP 120 atau Transistor jenis NPN dimana transistor berfungsi sebagai saklar yang dapat mengalirkan arus sehingga dapat mengaktifkan selenoid ketika mendapat tegangan lebih dari 5v dan selenoid akan aktif atau bergerak saat sudah mendapat perintah dari program. Berikut ini rangkaian driver selenoid yang telah dirancang dan ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian Driver

## 2.2 Perancangan Software

Perangkat lunak pada alat untuk memproses sinyal yang didapat dari driver menggunakan CV AVR microcontroller sebagai pengelolah data.



Gambar 4. Blok Diagram Alir

Gambar 4 merupakan diagram alir proses pengukuran BPM pada fetal doppler. Alat simulator akan bekerja saat alat dihubungkan pada adaptor 12 VDC. Setelah itu, mulai memilih mode setting BPM untuk proses kalibrasi dengan range 60 hingga 240. Ketika sudah ditentukan, alat akan melakukan pengukuran. Selama proses pengukuran dilakukan maka tampil pada LCD fetal doppler. Setelah nilai tampil di LCD fetal doppler maka pengukuran telah selesai, alat dimatikan dan disimpan di tempat semula.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini penulis melakukan pengujian pada alat fetal doppler. Namun, sebelum dilakukan pengujian, alat fetal doppler harus dilakukan kalibrasi terlebih dahulu dengan menggunakan alat fetal simulator. Setelah melakukan pengujian, alat simulator yang dibuat siap untuk melakukan pengukuran BPM menggunakan fetal doppler dengan dilakukannya pengukuran pada titik ukur 60, 90, 120, 150, 180, 210, dan 240.

### 3.1. Hasil Pengukuran setting 60 BPM

Tabel 1 merupakan hasil pengukuran pada settingan 60 BPM Alat simulator. Dari hasil uji kesesuaian Alat simulator dengan alat pembanding dengan pengambilan data sebanyak 10 kali didapatkan nilai rata-rata yang dihasilkan yaitu 58,4 dengan nilai simpangan sebesar 1,6 dan nilai *Error* sebanyak 0,027%, sedangkan nilai rata-rata yang dihasilkan alat pembanding yaitu 60 dengan nilai simpangan sebesar 0 dan nilai *Error* sebanyak 0%. Nilai *Error* tersebut masih berada dibawah ambang batas *Error*. *Error* disebabkan oleh beberapa faktor antara lain: Perbedaan sumber Mekanik antara Alat simulator dengan alat pembanding yang tidak sama, kesalahan saat pengambilan data karena perubahan nilai BPM yang terlalu cepat, dan nilai toleransi untuk BPM yang sebesar  $\pm 5$  BPM.

**Fajrin, Maharani, Fitriyah**  
(Simulator Fetal Doppler)

Tabel 1. Hasil Pengukuran Setting 60 bpm

Percobaan	Hasil Pengukuran Fetal pada Modul TA	Hasil Pengukuran Kalibrator LPPK
1	58	60
2	60	60
3	58	60
4	60	60
5	58	60
6	58	60
7	58	60
8	58	60
9	58	60
10	58	60
Rata-rata (x)	58,4	60
Error (%)	0,027	0
Simpangan	1,6	0
Standar Deviasi	0,843274043	
Ketidakpastian (UA)	0,266666667	

**3.2. Hasil Pengukuran setting 90 BPM**

Tabel 2 merupakan hasil pengukuran pada settingan 90 BPM Alat simulator. Dari hasil uji kesesuaian Alat simulator dengan alat pembanding dengan pengambilan data sebanyak 10 kali didapatkan nilai rata-rata yang dihasilkan yaitu 87 dengan nilai simpangan sebesar 3,1 dan nilai *Error* sebanyak 0,034%, sedangkan nilai rata-rata yang dihasilkan alat pembanding yaitu 89 dengan nilai simpangan 1 dan nilai *Error* 0,01%. Nilai *Error* tersebut masih berada dibawah ambang batas *Error*. *Error* disebabkan oleh beberapa faktor antara lain: Perbedaan sumber Mekanik antara Alat simulator dengan alat pembanding yang tidak sama, kesalahan saat pengambilan data karena perubahan nilai BPM yang terlalu cepat, dan nilai toleransi untuk BPM yang sebesar  $\pm 5$  BPM

Tabel 2 .Hasil Pengukuran Setting 90 bpm

Percobaan	Hasil Pengukuran Fetal pada Modul TA	Hasil Pengukuran Kalibrator LPPK
1	87	89
2	87	89
3	87	89
4	87	89
5	87	89
6	86	89
7	87	89
8	87	89
9	87	89
10	87	89
Rata-rata (x)	86,9	89
Error (%)	0,034	0,01
Simpangan	3,1	1
Standar Deviasi	0,316227767	
Ketidakpastian (UA)	0,099999998	

**3.3. Hasil Pengukuran setting 120 BPM**

Tabel 3 merupakan hasil pengukuran pada settingan 120 BPM Alat simulator. Dari hasil uji kesesuaian Alat simulator dengan alat pembanding fetal doppler bistos dengan pengambilan data sebanyak 10 kali didapatkan nilai rata-rata yang dihasilkan yaitu 116,4 dengan nilai simpangan sebesar 3,6 dan nilai *Error* sebanyak 0,030% ,sedangkan nilai rata-rata yang dihasilkan alat pembanding yaitu 120 dengan nilai simpangan 0 dan nilai *Error* 0%. Nilai *Error* tersebut masih berada dibawah ambang batas *Error*. *Error* disebabkan oleh beberapa faktor antara lain: Perbedaan sumber Mekanik antara Alat simulator dengan alat pembanding yang tidak sama, kesalahan saat pengambilan data karena perubahan nilai

BPM yang terlalu cepat, dan nilai toleransi untuk BPM yang sebesar  $\pm 5$  BPM. Nilai Error tersebut masih berada dibawah ambang batas Error yang diijinkan yaitu  $\pm 5\%$ .

Tabel 3. Hasil Pengukuran setting 120 bpm

Percobaan	Hasil Pengukuran Fetal pada Modul TA	Hasil Pengukuran Kalibrator LPFK
1	116	120
2	116	120
3	116	120
4	116	120
5	117	120
6	117	120
7	117	120
8	117	120
9	116	120
10	116	120
Rata-rata (x)	116,4	120
Error (%)	0,03	0
Simpangan	3,6	0
Standar Deviasi	0,51639778	
Ketidakpastian (UA)	0,163299316	

### 3.4. Hasil Pengukuran Setting 150 BPM

Tabel 4 merupakan hasil pengukuran pada settingan 150 BPM Alat simulator. Dari hasil uji kesesuaian Alat simulator dengan alat pembanding dengan pengambilan data sebanyak 10 kali didapatkan nilai rata-rata yang dihasilkan yaitu 145,3 dengan nilai simpangan sebesar 4,7 dan nilai *Error* sebanyak 0,031%, sedangkan nilai rata-rata yang dihasilkan alat pembanding yaitu 150 dengan nilai simpangan sebesar 0 dan nilai *Error* sebanyak 0%. Karena pada saat pengukuran awal fetal doppler hanya membaca 145 hingga pengukuran ke 4 namun berubah menjadi 146 pada pengukuran ke 5. Nilai pada pengukuran 150 ini tidak stabil nilai yang di baca pada titik pengukuran hasil yang terbaca berbeda-beda sehingga nilai *Error* dan simpangan yang tertera sudah mendekati nilai batas toleransi, untuk namun masih berada dibawah ambang batas *Error*. *Error* disebabkan oleh beberapa faktor antara lain: Perbedaan sumber Mekanik antara Alat simulator dengan alat pembanding yang tidak sama, kesalahan saat pengambilan data karena perubahan nilai BPM yang terlalu cepat, dan nilai toleransi untuk BPM yang sebesar  $\pm 5$  BPM.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Setting 150 bpm

Percobaan	Hasil Pengukuran Fetal pada Modul TA	Hasil Pengukuran Kalibrator LPFK
1	145	150
2	145	150
3	145	150
4	145	150
5	146	150
6	145	150
7	146	150
8	145	150
9	146	150
10	145	150
Rata-rata (x)	145,3	150
Error (%)	0,031	0
Simpangan	4,7	0
Standar Deviasi	0,483045892	
Ketidakpastian (UA)	0,152883133	

### 3.5. Hasil Pengukuran Setting 180 BPM

Tabel 5 merupakan hasil pengukuran pada settingan 180 BPM Alat simulator. Dari hasil uji kesesuaian Alat simulator dengan alat pembanding dengan pengambilan data sebanyak 10 kali

**Fajrin, Maharani, Fitriyah**  
(Simulator Fetal Doppler)

didapatkan nilai rata-rata yang dihasilkan yaitu 174,5 dengan nilai simpangan sebesar 5,5 dan nilai *Error* sebanyak 0,031%, sedangkan nilai rata-rata yang dihasilkan alat pembanding yaitu 180 dengan nilai simpangan sebesar 0 dan nilai *Error* sebanyak 0%. Nilai *Error* tersebut masih berada dibawah ambang batas *Error*. *Error* disebabkan oleh beberapa faktor antara lain: Perbedaan sumber Mekanik antara Alat simulator dengan alat pembanding yang tidak sama, kesalahan saat pengambilan data karena perubahan nilai BPM yang terlalu cepat, dan nilai toleransi untuk BPM sebesar  $\pm 5$  BPM.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Setting 180 bpm

Percobaan	Hasil Pengukuran Fetal pada Modul TA	Hasil Pengukuran Kalibrator LPPK
1	174	180
2	174	180
3	174	180
4	174	180
5	174	180
6	175	180
7	175	180
8	175	180
9	175	180
10	175	180
Rata-rata (x)	174,5	180
Error (%)	0,031	0
Simpangan	5,5	0
Standar Deviasi	0,527046277	
Ketidakpastiaan (UA)	0,166666667	

### 3.6. Hasil Pengukuran Setting 210 BPM

Tabel 6 merupakan hasil pengukuran pada settingan 210 BPM Alat simulator. Dari hasil uji kesesuaian Alat simulator dengan alat pembanding dengan pengambilan data sebanyak 10 kali didapatkan nilai rata-rata yang dihasilkan yaitu 206 dengan nilai simpangan sebesar 4 dan nilai *Error* sebanyak 0,019%, sedangkan nilai rata-rata yang dihasilkan alat pembanding yaitu 210 dengan nilai simpangan sebesar 0 dan nilai *Error* sebanyak 0%. Nilai *Error* tersebut masih berada dibawah ambang batas *Error*. *Error* disebabkan oleh beberapa faktor antara lain: Perbedaan sumber Mekanik antara Alat simulator dengan alat pembanding yang tidak sama, kesalahan saat pengambilan data karena perubahan nilai BPM yang terlalu cepat, dan nilai toleransi untuk BPM yang sebesar  $\pm 5$  BPM.

Tabel 6. Hasil Pengukuran Setting 210 bpm

Percobaan	Hasil Pengukuran Fetal pada Modul TA	Hasil Pengukuran Kalibrator LPPK
1	206	210
2	206	210
3	206	210
4	206	210
5	206	210
6	206	210
7	206	210
8	206	210
9	206	210
10	206	210
Rata-rata (x)	206	210
Error (%)	0,019	0
Simpangan	4	0
Standar Deviasi	0	
Ketidakpastiaan (UA)	0	

### 3.7. Hasil Pengukuran Setting 240 BPM

Tabel 7 merupakan hasil pengukuran pada settingan 240 BPM Alat simulator. Dari hasil uji kesesuaian Alat simulator dengan alat pembanding fetal doppler bistos dengan pengambilan data sebanyak 10 kali didapatkan nilai rata-rata yang dihasilkan yaitu 240 dengan nilai simpangan sebesar 0 dan nilai *Error* sebanyak 0%, sedangkan nilai rata-rata yang dihasilkan alat pembanding sama dengan pengukuran 240 dengan nilai simpangan sebesar 0 dan nilai *Error* sebanyak 0%. Nilai *Error* tersebut masih berada di bawah ambang batas *Error*. *Error* disebabkan oleh beberapa faktor antara lain: Perbedaan sumber Mekanik antara Alat simulator dengan alat pembanding yang tidak sama, kesalahan saat pengambilan data karena perubahan nilai BPM yang terlalu cepat, dan nilai toleransi untuk BPM yang sebesar  $\pm 5$  BPM.

Tabel 7. Hasil Pengukuran Setting 120 bpm

Percobaan	Hasil Pengukuran Fetal pada Modul TA	Hasil Pengukuran Kalibrator LPFK
1	240	240
2	240	240
3	240	240
4	240	240
5	240	240
6	240	240
7	240	240
8	240	240
9	240	240
10	240	240
Rata-rata (x)	240	240
Error (%)	0	0
Simpangan	0	0
Standar Deviasi	0	
Ketidakpastian (UA)	0	

## 4. KESIMPULAN

Dari pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa :

- Alat Simulator BPM Untuk Fetal Doppler yang dibuat dapat berfungsi dengan baik setelah dilakukan pengukuran dan pengujian dengan alat fetal doppler di Rumah Sakit Akademik UGM dan Laboratorium Teknik Elektromedik.
- Dari hasil uji coba dengan membandingkan Alat simulator dengan alat pembanding hasil yang didapat tidak terlalu jauh dari alat pembanding. Pada pengukuran di 7 titik yaitu 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240 dan pada setiap titik dilakukan 10 kali pengujian. Rata-rata *Error* dari semua titik sebesar 0,05%.
- Pada pengukuran BPM didapatkan nilai *Error* terkecil di nilai 240 BPM yaitu 0% dan nilai *Error* terbesar di pengukuran BPM 90 yaitu 0,034% dimana masih dalam batas toleransi  $\pm 5\%$ .

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. A. Solaikah, "Simulator Fetal Doppler," *Tek. Elektromedik Poltekkes Kemenkes Surabaya, Surabaya*, pp. 1–9, 2015.
- [2] P. T. B. P. S. Prawirohardjo, *Ilmu Kebidanan, Kardiotokografi Janin dan Velosimetri Doppler*. 2008.
- [3] N. Chabibah and E. NurLaela, "Perbedaan frekuensi denyut jantung janin berdasarkan paritas dan usia kehamilan," *J. Siklus Vol. 6, Stikes Muhammadiyah Pekajangan*, vol. 6, no. 1, pp. 195–198, 2017.
- [4] M. R. . Kesehatan, "Peraturan Tentang Pengujian Dan Kalibrasi Alat Kesehatan pada Sarana Pelayanan Kesehatan.pdf," *Peratur. Menteri Kesehat. Nomor 54/2015*, pp. 1–5, 2015.



- [5] I. P. and Q. Institute, “Kalibrasi,” 2015. <https://ipqi.org/wp-content/uploads/2015/07/Newsletter-Juli-2015.pdf%0A%0A>, [2018-08-05]
- [6] H. R. Fajrin, T. N. Rosyadiyah, and D. Sukwono, “Perancangan Oxygen Analyzer Dilengkapi Penyimpanan Data Eksternal Berbasis Arduino Uno (Design of Oxygen Analyzer Based on Arduino With External Data Saving),” *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 7, no. 3, p. 559, Sep. 2019, doi: 10.26760/elkomika.v7i3.559.
- [7] H. R. Fajrin, U. Zakiyyah, and K. Supriyadi, “Alat Pengukur Ph Berbasis Arduino,” *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 1, no. 2, 2020, doi: 10.18196/mt.010207.