

## Rancang Bangun Simulator BPM Kalibrator Fetal Doppler Dengan Sistem Kalibrasi Internal

Muhammad Sainal Abidin<sup>1</sup>, Dita Sartika<sup>2</sup>, Oltfaz Rabaker Rane<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi D-III Teknologi Elektro-Medis, Universitas Mandala Waluya  
Jalan Jendral A.H. Nasution No. G-37, kelurahan Kambu, Kota Kendari, Kode Pos 93231

<sup>1</sup>Corresponding author: [sainalxp2@gmail.com](mailto:sainalxp2@gmail.com)

**Intisari**—Kalibrasi menjadi hal yang penting dilakukan pada setiap alat ukur untuk memastikan nilai pengukuran yang diperoleh telah sesuai dengan nilai standar. Dalam peralatan Kesehatan terdapat berbagai peralatan yang harus dilakukan kalibrasi agar tidak terjadi kesalahan diagnosa pada pasien. Diantara alat Kesehatan yang harus rutin dikalibrasi adalah fetal doppler yang digunakan untuk mengukur detak jantung janin (DJJ). Untuk dapat menganalisa pengukuran fetal doppler maka diperlukan alat simulator yang dapat mensimulasikan bunyi detak jantung janin dengan frekuensi yang dapat disesuaikan. Sebagai sumber bunyi, maka digunakan relay yang dapat menghasilkan bunyi detakkan saat relay aktif. Frekuensi detakkan ini akan dikontrol menggunakan mikrokontroler atmega328 dan LCD Oled sebagai media penampil. Agar menghasilkan frekuensi detakan yang sesuai maka dilakukan pengaturan terhadap delay detakkan relay. Pengaturan dilakukan dengan memanfaatkan memory EEPROM pada mikrokontroler agar data terimpan tanpa harus dilakukan pemrogram berulang-ulang. Hasil pengukuran simulasi DJJ yang terukur oleh fetal doppler menunjukkan hasil yang baik. Nilai pengukuran awalnya memiliki error sebesar 7,93 atau 7,32% kemudian dilakukan pengaturan delay detakkan relay agar nilai pengukuran menjadi lebih baik. Setelah dilakukan pengaturan delay maka diperoleh hasil pengukuran dengan error yang lebih kecil dari pengukuran sebelumnya yaitu sebesar 2,13 atau 1,58%. Pada pengembangan selanjutnya dapat menggunakan sumber bunyi yang lain seperti speaker agar bunyi yang dihasilkan menyerupai dengan bunyi DJJ yang sebenarnya.

**Kata Kunci**— Fetal Doppler, Detak Jantung Janin, Mikrokonkroter, EEPROM

### I. PENDAHULUAN

Dalam proses kehamilan seorang ibu, pemeriksaan terhadap janin harus rutin dilakukan untuk memastikan janin dalam kondisi yang baik. Salah pemeriksaan yang dilakukan adalah pengukuran detak jantung pada janin [1][2]. Detak jantung janin (DJJ) mulai bisa terdeteksi pada usia kehamilan 6 minggu. Frekuensi detak Dari DJJ trus bertambah seiring dengan bertambahnya usia kehamilan. Denyut jantung yang normal adalah 90 hingga 110 denyut per menit (dpm). Memasuki 9 minggu ke atas bertambah antara 120 hingga 160 BPM [3]. pemeriksaan ini, dapat diperoleh gambaran dari kondisi Kesehatan janin dan sebagai referensi terhadap pemeriksaan lanjutannya [4]. Berbeda dengan pengukuran detak jantung pada manusia pada umumnya yang menggunakan alat pulse oximeter, sedangkan untuk pengukuran Detak Jantung Janin menggunakan alat fetal doppler [5]. Fetal doppler merupakan alat yang

termasuk dalam peralatan diagnostic yang berfungsi untuk mengukur detak jantung janin. Dalam pengoperasiannya, peralatan Kesehatan yang berfungsi untuk melakukan pengukuran harus dilakukan kalibrasi pada jangka waktu tertentu. Kalibrasi ini sendiri bertujuan untuk menjamin nilai pengukuran yang diperoleh sesuai dengan alat standar [6]. Dengan dasar ini, maka alat fetal doppler juga perlu dilakukan pengecekan terhadap hasil pengukuran yang dihasilkan.

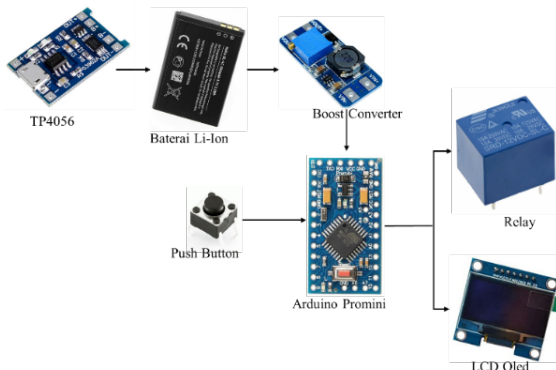
Untuk dapat melakukan kalibrasi pada fetal doppler dibutuhkan suatu instrument yang dapat mensimulasikan detak jantung janin dengan frekuensi dapat diatur. Penelitian untuk dapat menghasilkan suatu alat kalibrator fetal doppler telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Kalibrator fetal doppler yang dikembangkan dengan menggunakan Arduino uno sebagai system kontrolernya dan speaker sebagi sumber bunyi detak jantung. Dengan menggunakan Arduino uno maka ukuran alat yang dihasilkan akan menjadi lebih besar serta penggunaan power suplai yang menjadikan alat

tidak *porTabel* [7]. Selain itu terdapat pula perancangan simulator fetal doppler yang yang memanfaatkan menggunakan relay sebagai sumber bunyi simulasi detakkan jantung janin. Namun pada penelitian ini, untuk dapat melakukan pengaturan awal frekuensi detakan harus dilakukan pemrograman secara berulang [8].

Dari hasil penelitian-penelitian tersebut maka dilakukanlah suatu perancangan simulator DJJ yang menggunakan relay sebagai sumber bunyi detakkan dengan penggunaan EEPROM pada mikrokontoler agar alat yang dibuat dapat terlebih dahulu dilakukan kalibrasi agar sesuai dengan standar. Selain itu, digunakan board mikrokontroler Arduino promini yang memiliki ukuran lebih kecil jika dibandingkan dengan arduino uno dan penggunaan baterai sebagai sumber tegangan sehingga alat menjadi *porTabel*.

## II. METODE

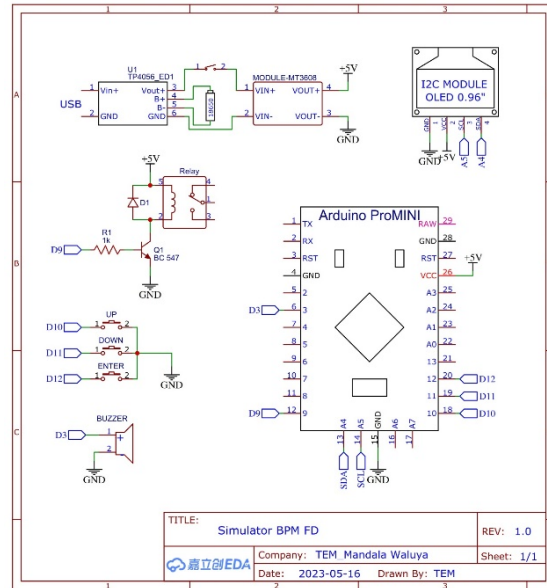
Alat simulasi detak jantung janin ini memanfaatkan bunyi detakkan dari relay yang aktifkan. Agar frekuensi detakkan dapat diatur sesuai, maka digunakan mikrokontroler serta beberapa komponen lainnya. *Gambar 1* memperlihatkan blok diagram dari alat simulasi.



**Gambar 1** Blok Diagram

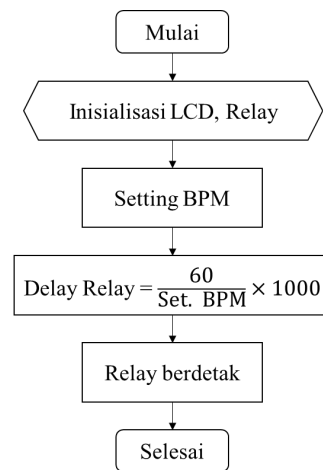
Sebagai sumber tegangan alat, digunakan baterai Li-ion agar menjadil lebih *porTabel*. Proses pengisian dan pengosongan baterai menggunakan modul TP4056. Dengan modul ini maka proses pengisian akan dihentikan secara otomatis saat tegangan baterai telah mencapai 4,2v dan proses penggunaan akan dihentikan secara otomatis saat tegangan telah mencapai 3v [9]. tegangan dari baterai kemudian dimasukkan ke dalam modul boost conveter yang berfungsi untuk menaikkan tegangan menjadi 5v. tegangan ini merupakan nilai tegangan yang dibutuhkan oleh komponen lain seperti mikrkontroler, LCD (*Liquid Crystal Display*) dan Relay.

Mikrokontroler yang digunakan jenis Atmega328 dengan board Arduino Promini. Untuk menampilkan data alat, digunakan LCD jenis Oled dengan ukuran 0,9 inchi [10]. Blog diagram ini menjadi dasar dalam membuat rangkaian elektronika. Rangkaian elektronika akan memberikan gambaran yang lebih detail dalam menghubungkan setiap komponen yang digunakan. *Gambar 2* merupakan skematik rangkaian yang digunakan.



**Gambar 2** Skematik rangkaian

Agar mikrokontroler dapat melakukan pengontrolan sesuai dengan perancangan, maka mikrokontroler terlebih dahulu harus dilakukan pemrograman. Perancangan algoritma program berdasarkan flow chart pada *Gambar 3*.

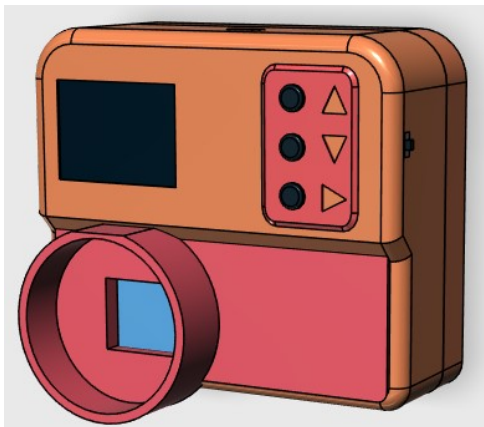


**Gambar 3** Flow chart program

Secara umum, program ini bertujuan untuk melakukan frekuensi detak pada relay berdasarkan besarnya waktu “Delay” yang digunakan. Secara teori besarnya waktu delay yang dibutuhkan sesuai dengan persamaan:

$$Delay = \frac{60}{set.BPM} \times 1000$$

Sebagai wadah untuk menempatkan komponen elektronika, dilakukan perancangan casing menggunakan aplikasi 3D desain untuk dicetak menggunakan printer 3 dimensi. Gambar 4 merupakan hasil perancangan desain casing alat.



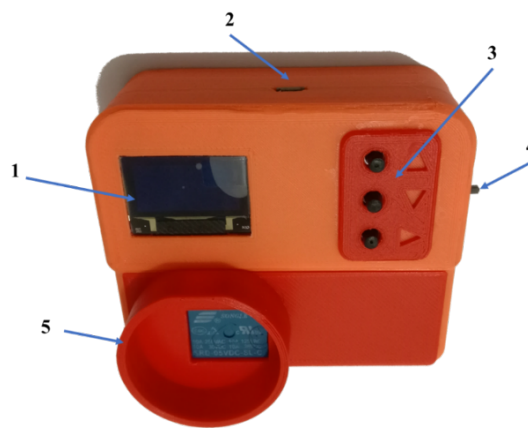
Gambar 4 Desain Casing alat

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulator BPM fetal doppler ini merupakan alat yang digunakan untuk mensimulasikan jumlah detak jantung janin permenitnya (Gambar 5). Alat ini akan menghasilkan menghasilkan bunyi detakkan yang kecepatnya dapat diatur sesuai kebutuhan. Alat ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 1 Spesifikasi Alat

Dimensi	80 mm x 70 mm x 40mm (p x l x t)
Berat	65gram
Catu daya	5 VDC, 1500mA (Micro USB)
Seting BPM	30 – 200 BPM
Antar muka	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ LCD Oled 0.9 inch</li> <li>▪ Push button</li> </ul>
Material box	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Polylactic Acid (PLA)</li> </ul>



Gambar 5 Alat Simulator BPM

Keterangan:

1. Panel LCD 0,9 Inchi
2. Port Charger Micro USB
3. Panel tombol (▲ Up, ▼ Down, ► Enter)
4. Saklar On/Off
5. Stand Probe Fetal Doppler

Saat alat dinyalakan, maka pada LCD akan tertampil nilai BPM yang akan dihasilkan (Gambar 6). Nilai ini dapat diubah dengan menggunakan tombol yang tersedia.



Gambar 6 Tampilan Alat

Meskipun nilai delay frekuensi relay telah ditetapkan, namun untuk memastikan frekuensi yang dihasilkan tealh sesuai dengan standar maka telebih dahulu alat ini harus dilakuka uji coba. Uji coba yang dilakukan dengan menggunakan fetal doppler yang diasumsikan sebagai alat yang masih dalam kondisi standar.

Pengaturan delay alat yang masih dalam kondisi standar diujikan untuk mengukur BPM pada fetal doppler. Pengaturan diubah yang kemduian dibandingkan dengan hasil pengukuran pada fetal doppler. Tabel 2 adalah hasil pengukuran yang diperoleh.

**Tabel 2** pengukuran awal

No.	Seting alat (BPM)	Fetal doppler (BPM)	Selisih	Error %
1	60	51	9	15,00
2	70	58	12	17,14
3	80	71	9	11,25
4	90	80	10	11,11
5	100	95	5	5,00
6	110	99	11	10,00
7	120	112	8	6,67
8	130	123	7	5,38
9	140	128	12	8,57
10	150	147	3	2,00
11	160	159	1	0,63
12	170	162	8	4,71
13	180	178	2	1,11
14	190	182	8	4,21
15	200	186	14	7,00
<b>Rata-rata</b>			<b>7,93</b>	<b>7,32</b>

Dari data awal yang diperoleh, terlihat bahwa pada pengaturan awal dari alat simulator menghasilkan BPM yang belum sesuai dengan jika dibandingkan dengan hasil pengukuran fetal doppler. Dengan demikian dilakukan pengaturan ulang terhadap delay yang dapat dilakukan secara langsung tanpa harus dilakukan pemrograman ulang pada mikrokontroler.

Pengaturan dilakukan dengan melakukan pengaturan pada delay hingga nilai BPM yang diatur pada alat telah sesuai dengan BPM yang tertera pada fetal doppler. Nilai delay yang telah sesuai akan tersimpan pada memori EEPROM mikrokontroler sehingga data akan tersimpan secara permanen tanpa harus dilakukan pemrograman secara berulang-ulang. Pengaturan delay dilakukan pada masing-masing nilai BPM agar menghasilkan detakan yang sesuai untuk semua pengukuran. Tabel 3 data hasil pengukuran fetal doppler setelah dilakukan pengaturan delay detakkan relay.

**Tabel 3** Pengukuran setelah pengaturan delay

No	Simulator BPM	Fetal Dopler (BPM)	Selisih	Error %
1	60	60	0	0,00
2	70	71	1	0,01
3	80	85	5	0,06
4	90	91	1	0,01
5	100	101	1	0,01
6	110	110	0	0,00
7	120	120	0	0,00
8	130	131	1	0,01
9	140	140	0	0,00
10	150	153	3	0,02
11	160	165	5	0,06
12	170	172	2	0,01
13	180	185	5	0,06
14	190	194	4	0,02
15	200	204	4	0,02
<b>Rata-rata</b>			<b>2,13</b>	<b>1,58</b>

Dari Tabel 2 dan Tabel 3 terlihat bahwa selisih hasil pengukuran fetal doppler terhadap nilai BPM yang dihasilkan simulator memperoleh hasil yang lebih baik setelah dilakukan pengaturan ulang nilai delay.

#### IV. KESIMPULAN

Berikut adalah kesimpulan dari penelitian ini:

1. Bunyi detakkan relay dapat digunakan sebagai sumber bunyi untuk mensimulasikan detak jantung janin
2. Freskuensi detakkan harus terlebih dahulu diatur agar sesuai dengan hasil pengukuran fetal doppler

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Yayasan Mandala Waluya Kendari yang telah mendanai penelitian ini melalui seleksi yang dilakukan oleh LPPM Universitas Mandala Waluya.

#### REFERENSI

- [1] M. Minarti dan R. Risnawati, "Posisi Ibu Hamil Memengaruhi Akurasi Pengukuran Kesejahteraan Janin," *J. Bidan Cerdas*, vol. 2, no. 3, hal. 170–176, 2020, doi: 10.33860/jbc.v2i3.93.
- [2] R. Pratama, M. Cholifah, E. Suryana, dan A.

- Abdurrahmansyah, “Perkembangan Janin dalam Kandungan dan Implikasinya pada Pendidikan,” *JIIP - J. Ilm. Ilmu Pendidik.*, vol. 6, no. 9, hal. 6877–6884, 2023, doi: 10.54371/jiip.v6i9.2246.
- [3] S. Wahyuni dan T. Rahayu, “Kesejahteraan janin pada ibu hamil dengan keluhan nyeri punggung,” *NURSCOPE J. Penelit. dan Pemikir. Ilm. Keperawatan*, vol. 6, no. 1, hal. 22, 2020, doi: 10.30659/nurscope.6.1.22-26.
- [4] W. Aprilia, “Perkembangan pada masa pranatal dan kelahiran,” *Yaa Bunayya J. Pendidik. Anak Usia Dini*, vol. 4, no. 1, hal. 40–55, 2020, [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/YaaBunayya/article/download/6684/4246>
- [5] D. Rahayu Ningtias, I. Tri Harsoyo, dan Andika Aulia, dan J. K. Kol Warsito Soegiarto, “Pengaruh Nilai Heart Rate terhadap Duty Cycle pada Pengujian Alat Fetal Simulator Berbasis Arduino,” *J. Fis.*, vol. 11, no. 1, hal. 27–36, 2021, [Daring]. Tersedia pada: <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jf/index>
- [6] M. Agung Satrio Nugroho, rima Widyawati Wardaningsih, “KALIBRASI DAN Perbaikan Alat Medis Sphygmomanometer Di Puskesmas Purwoyoso Dan Manyaran Kota Semarang,” vol. 3, hal. 60–63, 2021.
- [7] A. Fernanda, “Fetal Doppler Simulator Berbasis Arduino Unoo,” 2023.
- [8] H. R. Fajrin, S. Maharani, dan A. Fitriyah, “Simulator Fetal Doppler,” *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 2, no. 2, 2021, doi: 10.18196/mt.v2i2.11212.
- [9] R. Ananda dan W. Handoko, “Penggunaan rangkaian booster converter dan ic-tp4056 Untuk lampu jalan murah,” *J. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 7, no. 1, hal. 9–14, 2020.
- [10] M. Safitri dan G. A. Dinata, “Non-Contact Thermometer Berbasis Infra Merah,” *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 10, no. 1, hal. 21–26, 2019, doi: 10.24176/simet.v10i1.2647.