



Rancang Bangun Alat Pendeteksi Detak Jantung Menggunakan *Pulse Sensor* Berbasis Mikrokontroler

Billy Mulia Wibisono, F.X. Arinto Setiawan, Helmy Fitriawan, Sri Ratna Sulistyanti, dan Sri Purwiyanti*
Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung, Jl. S. Brojonegoro, No. 1, Bandar Lampung, 35145
*E-mail korespondensi: sri.purwiyanti@eng.unila.ac.id

Abstrak. Sistem monitoring detak jantung yang dapat melakukan monitoring secara kontinyu sangat dibutuhkan, misalnya untuk memonitor bayi prematur yang dirawat dalam inkubator. Untuk itu, dalam penelitian ini dihasilkan rancang bangun alat pendeteksi detak jantung yang dapat menghitung detak jantung secara kontinyu dan memonitor ketidaknormalan detak jantung secara otomatis. Sistem ini menggunakan *pulse sensor* sebagai sensor utamanya dan mikrokontroler arduino uno sebagai sistem pengolahan datanya. Sistem ini juga dilengkapi dengan sistem monitoring berupa *buzzer* yang akan berbunyi ketika detak jantung pasien kurang atau melebihi detak jantung normal. Berdasarkan hasil pengujian, didapat bahwa sistem telah berhasil membaca detak jantung secara otomatis dengan nilai presisi sebesar $\pm 95\%$ jika dibandingkan dengan detak jantung pembanding.

Kata kunci: detak jantung, *pulse sensor*, arduino uno.

PENDAHULUAN

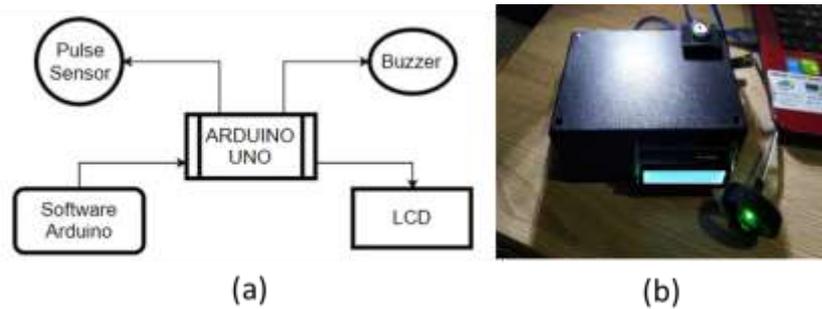
Teknologi mikrokontroler telah banyak dimanfaatkan pada berbagai bidang. Di bidang kesehatan, mikrokontroler dimanfaatkan untuk membangun instrumen cerdas yang dapat membantu dokter maupun perawat atau bidan dalam merawat pasien, termasuk bayi prematur. Teknologi ini dapat dimanfaatkan dengan membuat alat pengukur otomatis yang dapat diintegrasikan ke dalam inkubator bayi. Untuk mengoptimalkan kinerja dari inkubator bayi, maka pada inkubator ini dapat ditambahkan alat pengukur detak jantung untuk memeriksa detak jantung bayi prematur. Dengan menggunakan sensor detak jantung (*pulse sensor*) sebagai pendeteksi seberapa besar detak jantung yang dihasilkan oleh bayi prematur, alat ini diharapkan akan mempermudah dokter dan perawat atau bidan dalam melakukan perawatan terkait perkembangan bayi prematur yang dirawat di dalam inkubator.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menghasilkan alat pendeteksi detak jantung menggunakan mikrokontroler. Pada sebagian besar penelitian tersebut, komponen utama yang digunakan adalah *pulse sensor* namun dengan rancang bangun dan keluaran yang berbeda. Pada penelitian yang dilakukan oleh Nurbai, dkk (Nurbai, dkk, 2017) digunakan arduino uno sebagai komponen pengolah data dan kemudian hasil pendeteksian ditampilkan dalam bentuk grafik melalui LCD Nokia 5110. Pada penelitian detak jantung lainnya, dihasilkan sensor detak jantung dan suhu tubuh yang diintegrasikan pada *Bluetooth* (Wijaya, dkk 2017 dan Galuh, 2017). Dari semua penelitian tersebut, belum ada sistem yang dilengkapi dengan sistem monitoring untuk mendeteksi ketidaknormalan detak jantung. Untuk itu, pada penelitian ini, dirancang dan dibangun sebuah alat pendeteksi detak jantung yang dapat menghitung detak jantung secara kontinyu dan memonitor ketidaknormalan detak jantung secara otomatis. Sistem ini menggunakan *pulse sensor* sebagai sensor utamanya dan mikrokontroler arduino uno sebagai sistem pengolahan datanya. Sistem monitoringnya dilengkapi dengan *buzzer* yang akan berbunyi ketika detak jantung pasien kurang atau melebihi detak jantung normal.

METODE PENELITIAN

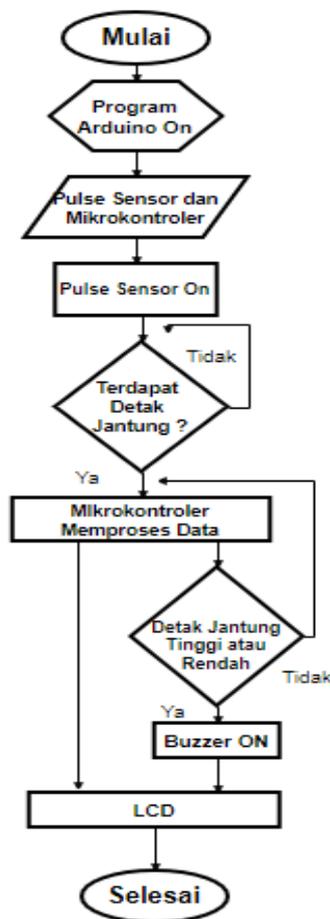
Perancangan sistem secara keseluruhan terdiri dari perancangan sistem perangkat lunak dan perancangan sistem perangkat keras yang terlihat pada blok diagram (Gambar 1(a)). Sistem perangkat keras terdiri atas beberapa komponen seperti *pulse sensor*, mikrokontroler, *buzzer*, dan LCD. Sementara pada sistem perancangan perangkat lunak menggunakan *software* Arduino. *Pulse sensor* digunakan sebagai komponen utama karena *pulse sensor* telah sukses digunakan untuk mengukur detak jantung pada beberapa penelitian (Hashim dkk, 2013; Wijaya, 2017; Mallick, 2016; dan Babiker, 2011).

Mikrokontroler arduino uno merupakan sebuah mikrokontroler yang mudah terhubung dengan sensor yang digunakan, yaitu *pulse sensor*. Sebelum melakukan pengukuran, mikrokontroler ini harus dihubungkan terlebih dahulu oleh perangkat lunak arduino dengan cara memasukkan program yang telah terverifikasi pada perangkat lunak tersebut. Sementara, *pulse sensor* dibutuhkan untuk mendeteksi berapa banyak detak jantung yang dapat dikeluarkan oleh pasien. Sensor ini menghasilkan masukan analog yang kemudian akan diolah di dalam mikrokontroler dan dengan sendirinya kita akan langsung mendapatkan nilai detak jantung dalam bentuk gelombang maupun BPM (beats per menit) yang hasilnya akan ditampilkan pada LCD. *Buzzer* sebagai sistem peringatan kepada petugas kesehatan akan berbunyi ketika terjadi sesuatu pada pasien, baik karena adanya penurunan atau kenaikan detak jantung maupun karena adanya pergerakan pada pasien (bayi prematur). Alat pendeteksi detak jantung ini akan diintegrasikan pada model inkubator bayi. Bentuk alat pendeteksi detak jantung yang dihasilkan diperlihatkan pada Gambar 1(b). Alat pendeksi detak jantung ini mengukur detak jantung pasien dengan cara *real time*, yang dapat mengukur dan menampilkan hasilnya dengan jeda waktu 1 detik.



GAMBAR 1. Alat pendeteksi detak jantung yang dihasilkan: (a) Diagram blok (b) Bentuk fisik

Perangkat lunak yang digunakan pada alat pendeteksi ini adalah *software* Arduino. Perangkat ini berfungsi untuk memprogram mikrokontroler arduino uno. Sistem kerja mikrokontroler ini adalah mengoperasikan komponen-komponen pendukung pada alat pendeteksi ini. Diagram alir sistem ini akan diperlihatkan pada Gambar 3.



GAMBAR 2. Diagram Alir Sistem

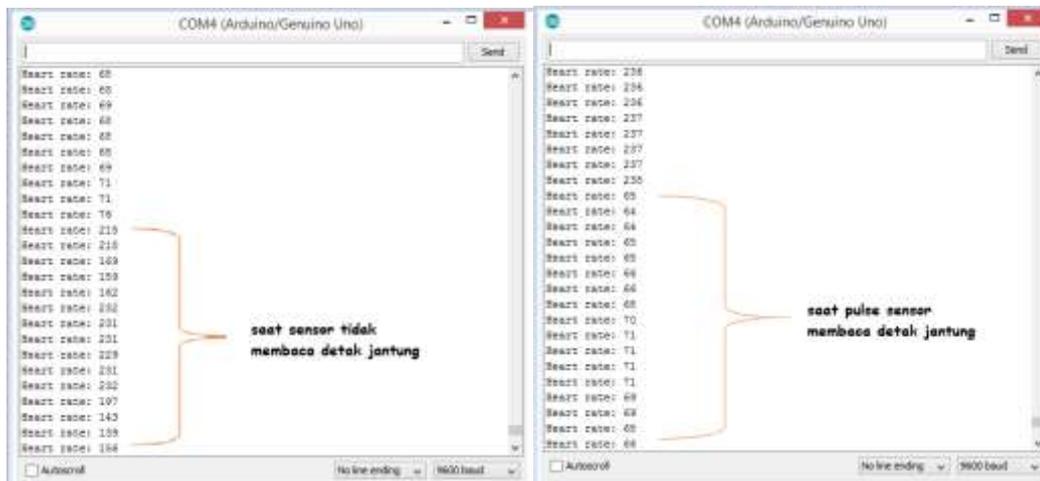
HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah pembuatan bentuk fisik dan pemrograman alat berhasil diselesaikan kemudian dilakukan beberapa pengujian guna mengetahui kinerja alat yang dihasilkan tersebut. Metodologi pengujian yang pertama adalah dengan menguji sensor ketika sensor dalam keadaan membaca (menempel pada kulit manusia) dan tidak. Pada pengujian kedua, kinerja sensor dibandingkan dengan alat referensi pembacaan detak jantung pembanding bermerek Xiaomi Mi Band 2. Untuk pengujian ketiga, dilakukan pengujian sistem monitoring. Pada pengujian ini program dibuat untuk mengatur agar buzzer berbunyi ketika detak jantung bernilai kurang dari 50 bpm atau melebihi 100 bpm. Pengujian keempat adalah dengan mengukur langsung 5 pasien dengan variasi usia yang berbeda. Tujuan dari percobaan ini adalah untuk

mengetahui variasi detak jantung yang dihasilkan oleh pasien berdasarkan usianya, dan untuk pengujian terakhir adalah pengujian ketahanan alat.

Pengujian Pertama

Pengujian ini dibagi menjadi dua pengujian. Pertama, *pulse sensor* akan dilihat respon keluarannya (dalam bentuk BPM) saat tidak terdapat detakan atau sensor tidak menyentuh kulit manusia. Kedua, saat sensor melakukan pembacaan pada manusia. Hasil pengujian terhadap sensor ini akan ditunjukkan pada Gambar 3.



GAMBAR 3. Pengujian *Pulse Sensor*

Gambar 3 tersebut diambil dari cuplikan *Serial Potter* pada *software* Arduino. Hasil pembacaan sensor menunjukkan bahwa, saat sensor tidak membaca detak jantung maka nilai yang ditampilkan akan cenderung sangat tinggi. Hal ini dikarenakan prinsip kerja dari *pulse sensor* yang menggunakan sinar inframerah. Sinar inframerah yang dikeluarkan oleh *pulse sensor* akan menembak ke dalam kulit manusia. Ketika darah lewat melalui pembuluh darah kaliper pada ujung jari-jari manusia, maka darah akan memantulkan cahaya yang mana cahaya tersebut akan diterima kembali oleh sensor dan sensor melakukan perhitungan. Saat *pulse sensor* membaca detak jantung, sensor membutuhkan waktu untuk melakukan pembacaan dengan rata-rata waktu 3-7 detik. Pembacaan detak jantung dilakukan secara *real time* dengan waktu sekali pembacaan per detik dalam satuan beats per minute (bpm).

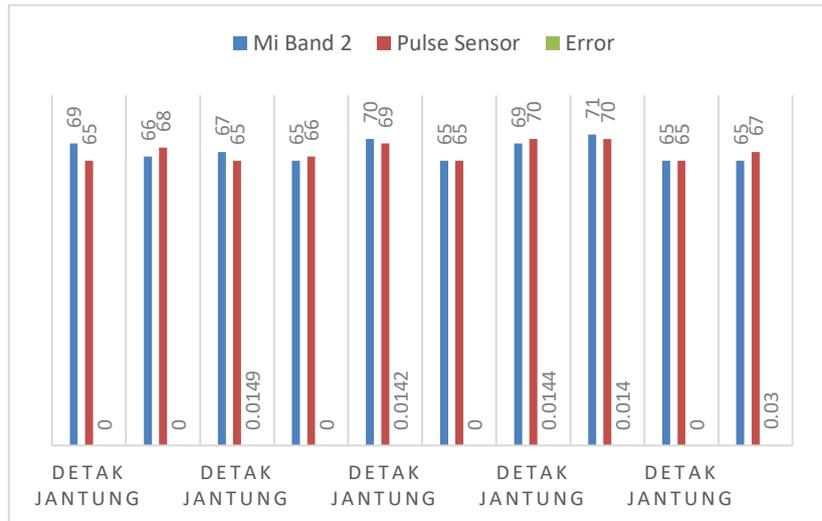
Pengujian Perbandingan Sensor Dengan Sensor Pembanding

Pada pengujian ini sensor pembanding yang digunakan adalah Xiaomi Mi Band 2 yang telah dilengkapi heart rate atau pengukur detak jantung. Hasil pengujian ini akan ditampilkan pada Gambar 4. Pada gambar tersebut diperlihatkan perbedaan hasil pembacaan antara Xiaomi Mi Band 2 sebagai alat pengukur pembanding dengan alat yang dihasilkan. Terdapat *error* yang didapat dari selisih antara nilai *pulse sensor* dengan sensor pembanding. Dalam 10 kali pengujian didapat total *error* sebesar 1,32%. Adapun cara menghitung *error* pada pengujian ini adalah dengan menggunakan persamaan:

$$(\%) \text{ error} = \frac{\text{nilai sensor} - \text{nilai pembanding}}{\text{nilai sensor}} \times 100 \quad (1)$$

Pengujian Sistem Monitoring

Buzzer berfungsi sebagai peringatan yang ditujukan bagi petugas kesehatan sebagai tanda jika terdapat gangguan atau masalah yang berkaitan dengan detak jantung. *Buzzer* ini memiliki nilai tegangan kerja sebesar 5V. Pengujian ini dilakukan dengan melihat respon pada *buzzer* yang telah diprogram untuk menyala jika *pulse sensor* membaca nilai detak jantung melebihi atau lebih rendah dari nilai yang telah diatur di dalam program arduino. Program telah diatur bahwa, saat *pulse sensor* membaca detak jantung melebihi 100 detak per menit atau kurang dari 50 detak per menit maka *buzzer* akan menyala. Berikut adalah tabel hasil pengujian komponen *buzzer*:



GAMBAR 4. Kurva Perbandingan Sensor

TABEL 1. Tabel Pengujian Sistem Monitoring

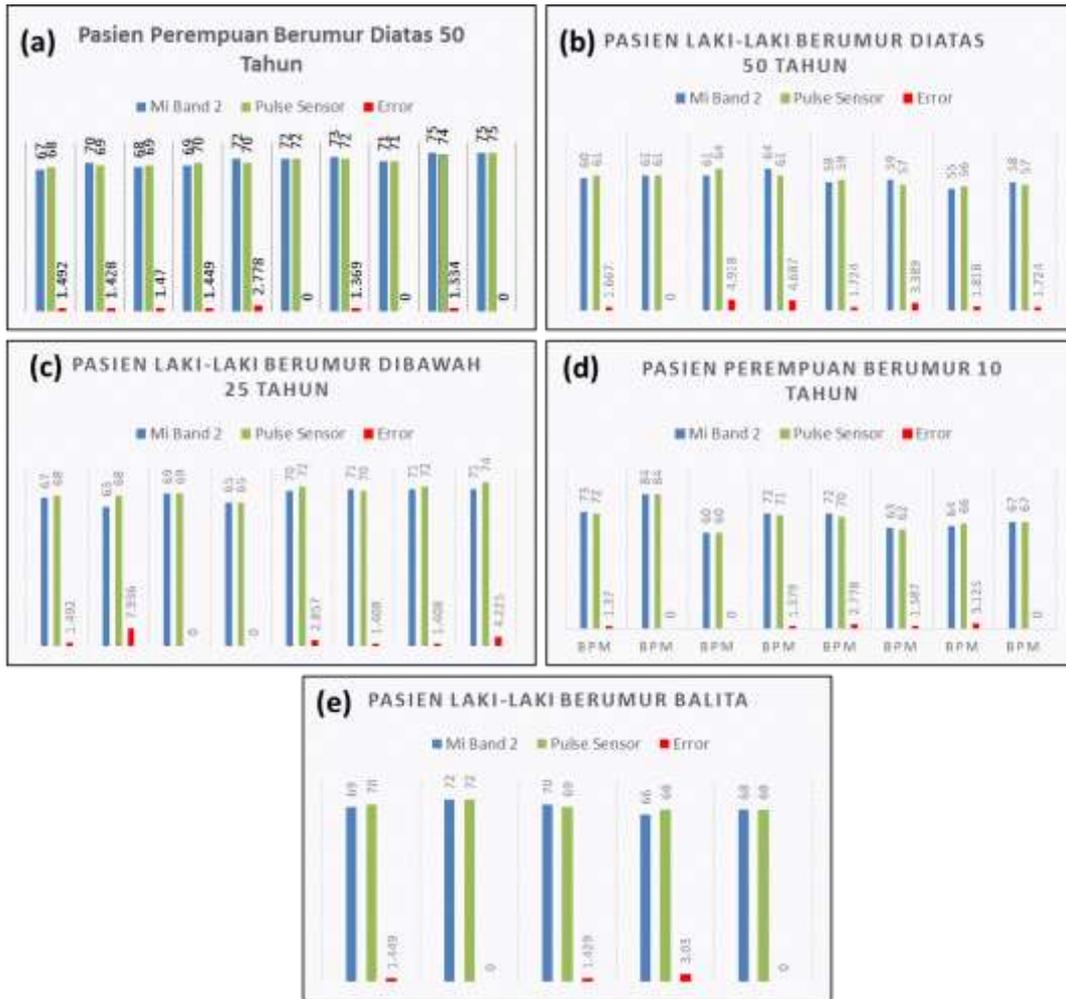
| Pulse Sensor (BPM) | Respon Buzzer |
|--------------------|---------------|
| 157 | ON |
| 170 | ON |
| 120 | ON |
| 116 | ON |
| 90 | OFF |
| 88 | OFF |
| 63 | OFF |
| 63 | OFF |
| 224 | ON |
| 184 | ON |

Pengujian Sensor Terhadap Pasien Dengan Beberapa Variasi Usia

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur detak jantung pasien dengan 5 variasi usia yang berbeda. Pasien pertama adalah perempuan berusia 50 tahun ke atas. Pasien kedua adalah laki-laki berusia 50 tahun ke atas. Pasien ketiga adalah laki-laki berusia di bawah 25 tahun. Pasien keempat adalah perempuan berusia 10 tahun dan pasien terakhir adalah laki-laki balita. Pengujian tetap dilakukan dengan cara membandingkan pulse sensor dengan sensor pembanding. Hasil pengujian diperlihatkan pada Gambar 5.

Pada pengukuran yang dilakukan terhadap ketiga pasien dewasa didapat hasil persentase *error* sebesar 1,954% untuk pasien pertama, 4,384% untuk pasien kedua dan 4,006% untuk pasien ketiga. Hal ini menunjukkan bahwa *pulse sensor* dapat melakukan pengukuran detak jantung. Namun terdapat perbedaan nilai yang cukup signifikan pada pengujian pasien kedua dan ketiga walaupun dengan nilai persentase *error* kurang dari 5% jika dibandingkan dengan sensor pembanding, maka alat ini dapat dikatakan dapat melakukan pengukuran dengan baik. Hasil pembacaan detak jantung dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti posisi atau peletakan sensor pada pasien saat pengambilan data maupun efek gerakan saat pengambilan data detak jantung. Sehingga dalam hal ini disarankan untuk mengambil data dalam keadaan diam.

Pada pengukuran yang dilakukan terhadap pasien 4 dan 5, didapat hasil persentase *error* sebesar 1,055% untuk pasien 4 dan 1,181% untuk pasien 5. Pada pengujian ini terdapat beberapa kendala dalam melakukan pengukuran. Salah satunya adalah ukuran jari pasien yang cenderung kecil dibandingkan dengan jari tangan manusia dewasa, khususnya untuk pasien 5 yaitu laki-laki balita. Berbeda dengan sampel pasien pertama sampai keempat, pasien kelima hanya didapat 5 data saja dikarenakan kondisi pasien yang aktif bergerak dan sulitnya peletakan sensor baik itu *pulse sensor* maupun sensor pembanding.



GAMBAR 5. Kurva pengujian detak jantung pada (a) Pasien 1, (b) Pasien 2, (c) Pasien 3, (d) Pasien 4, dan (e) Pasien 5.

Pengujian Ketahanan Alat

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sampai berapa lama alat ini dapat bertahan ketika dalam kondisi menyala (saat mengukur detak jantung). Dari hasil pengujian didapat hasil yang akan diperlihatkan pada Tabel 2.

TABEL 2. Hasil Pengujian Ketahanan Alat

| Percobaan | Jam Kerja | Kondisi |
|-----------|-----------|---------|
| 1 | 10 Menit | Baik |
| 2 | 30 Menit | Baik |
| 3 | 1 Jam | Baik |
| 4 | 3 Jam | Baik |
| 5 | 12 Jam | Baik |
| 6 | 24 Jam | Baik |
| 7 | 36 Jam | Baik |
| 8 | 48 Jam | Baik |
| 9 | 60 Jam | Baik |
| 10 | 72 Jam | Baik |

Pengujian tersebut dilakukan dengan cara mengukur detak jantung menggunakan *pulse sensor* dan tetap menggunakan sensor pembanding sebagai kalibrasinya tanpa sekalipun mematikan sensor pembacanya. Pada percobaan ini didapat hasil pengujian bahwa alat masih dapat bekerja hingga 72 jam atau 3 hari dalam keadaan baik.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini didapat kesimpulan bahwa alat pendeteksi detak jantung ini dapat beroperasi dengan baik. Hal ini dapat dilihat dari tingkat presisi alat sebesar $\pm 95\%$ jika dibandingkan dengan alat pendeteksi jantung



pembandingan. Alat ini sudah mampu beroperasi dengan jam kerja 72 jam dengan keadaan baik. Dalam pembacaannya, sensor membutuhkan waktu baca dengan rentang waktu berkisar 2-6 detik. Alat ini juga dilengkapi dengan sistem monitoring yang telah berfungsi dengan baik yang akan berbunyi pada nilai bpm yang dapat disesuaikan dengan batas nilai yang telah ditentukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Lampung atas support berbentuk pendanaan dari program Hibah Penelitian DIPA FT Universitas Lampung tahun 2018.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung Budi Wijaya, Achmad Subhan Khalilillah. (2017). Rancang Bangun Alat Pengukur Detak Jantung Dan Suhu Tubuh Manusia Berbasis Komunikasi Bluetooth. Jurusan Teknik Telekomunikasi Universitas Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya.
- Babiker, S.F., Abdel-Khair, L. E., Elbasheer, S. M. (2011) Microcontroller Based Heart Rate Monitor using Fingertip Sensors, *UofKEJ*, Vol. 1 No. 2, 47-51.
- Galuh Wahyu Wohingati, Arkham Sabari. (2017) Alat Pendeteksi Detak Jantung Menggunakan Pulse Sensor Berbasis Arduino R3 Yang Diintegrasikan Dengan Bluetooth. Program Studi Diploma III. Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang.
- Hashim, N.M.Z., Ali, N.A., Salleh, A., Jaafar, A.S., Abidin, N.A.Z. (2013) Development of optimal Photosensors Based Heart Pulse Detector, *International Journal of Engineering and Technology (IJET)*, Vol.5, No. 4, 3601-3607.
- Mallick, B., Patro, A.K. (2016) Heart Rate Monitoring System Using Finger Tip Through Arduino and Processing Software, *International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR)*, Vol 5, No. 1, 84-89.
- Nurbai, Helmy, Hafidudin S.T.,M.T. dan Sugondo Sugondo Hadiyoso S.T.,M.T. (2017). Perancangan dan Implementasi Alat Pendeteksi Denyut Nadi Berbasis Mikrokontroler. *Skripsi Jurusan Ilmu Terapan Universitas Telkom, Bandung.*
- Wijaya, N.H., Raharja, N.M., Iswanto. (2017) Monitoring the Heart Rate and Body Temperature Based on Microcontroller, *Global Journal of Pure and Applied Mathematics*, Vol. 13, No. 2, 237-244.