

## Pengembangan Sistem Instrumentasi untuk Deteksi Aktivitas Jantung pada Mencit

<sup>1</sup>Arief Adhi Nugroho, <sup>2</sup>Chaerani Chusnia, <sup>3</sup>Suprijanto

<sup>1,2,3</sup> Institut Teknologi Bandung

<sup>1</sup>ariefadhinugroho@gmail.com

### Abstrak

Telah dilakukan pengembangan sistem instrumentasi untuk mengidentifikasi aktivitas jantung pada mencit. Mencit (*Mus musculus*) adalah anggota muridae (tikus-tikusan) yang berukuran kecil. Mencit banyak digunakan oleh dokter, farmasi atau aktivitas praktikum lab pada universitas. Mencit digunakan sebagai hewan percobaan. Hewan mencit sangat berkesan dalam dunia obat-obatan. Yang sering diketahui bahwa setiap obat yang digunakan dalam dunia kesehatan hari ini pastilah pernah melalui masa pengujian preklinik. Biasanya untuk mengidentifikasi bagaimana pengaruh obat dan reaksi yang terjadi harus membedah dan membunuh hewan tersebut. Studi yang dilakukan pada penelitian ini adalah bagaimana membuat suatu sistem alat untuk mengamati aktivitas jantung dengan menggunakan Elektrokardiogram (EKG) dengan keluaran diharapkan mengidentifikasi tanpa harus membunuh. Untuk menampilkan aktivitas tersebut yaitu menggunakan alat Open Brain Computer Interface (BCI) dipasang dengan elektroda, kemudian elektroda tersebut dipasang dibagian jantung dari tikus tersebut. Open BCI yang dipakai adalah Open BCI Ganglion dengan 4 channel. Biasanya open BCI ganglion digunakan sebagai pengukuran dengan subjek manusia, tetapi studi ini mengimplementasikan open BCI untuk pengukuran hewan yaitu mencit. Analisa sinyal dilakukan dengan cara mengamati gelombang EKG dengan fitur interval RR, lebar QRS pada EKG.

**Keywords :** EKG, Mencit, BCI

### 1 Pendahuluan

Dalam dunia medis tentunya tikus putih atau mencit banyak digunakan oleh dokter, farmasi atau aktivitas praktikum lab pada universitas. Mencit (*Mus musculus*) adalah anggota Muridae (tikus-tikusan) yang berukuran kecil. Hewan ini diduga sebagai mamalia terbanyak kedua di dunia, setelah manusia. Mencit banyak digunakan oleh dokter, farmasi atau aktivitas praktikum lab pada universitas. Mencit banyak digunakan karena mengetahui pengaruh atau reaksi obat-obat yang diproduksi sebagai preklinik sebelum digunakan oleh manusia Untuk mengidentifikasi bagaimana pengaruh obat dan reaksi yang terjadi dengan harus menyembelih hewan tersebut. Biasanya menggunakan beberapa banyak mencit dalam selang waktu tertentu untuk mengamatinya dengan cara dibedah. Hal tersebut untuk mengetahui anatomi pada mencit. Istilah anatomi fungsional yang berkaitan erat dengan fisiologi atau ilmu faal [1]. Sistem dalam tubuh mencit terbagi dengan beberapa sistem yaitu kardiovaskular, digestonum, respiratorium, urogenitale, dan nervosum. Pada sistem peredaran darah pada mencit terdiri atas atrium dexter (tempat bermuaranya vena cava), atrium sinister (tempat bermuaranya vena pulmonalis), ventrikel sinister (dinding lebih tebal daripada atrium, tempat keluarnya aorta), dan kapiler dexter merupakan tempat keluarnya arteri pulmonalis.

Jantung mencit hampir sama dengan manusia yaitu terdiri dari empat ruang, dua serambi (atrium) dan dua bilik (ventrikel). Selain itu, Jantung juga merupakan salah satu organ di dalam tubuh manusia yang terdiri dari empat bagian, yaitu atrium (serambi) kanan, atrium kiri, ventrikel (bilik) kanan, serta ventrikel kiri [2]. Jantung dibentuk terutama oleh tiga jenis otot jantung yaitu otot serambi, otot bilik serta serabut otot perangsang dan pengantar khusus [3]. Pada dasarnya, fungsi serambi adalah sebagai tempat lewatnya darah dari luar

jantung ke bilik. Sistem konduksi listrik dari jantung terdiri dari nodal sinoatrial (SA), nodal atrioventrikular (AV), dan sistem his – purkinje. Proses depolarisasi diawali di nodus SA. Arus dari nodus SA ini kemudian melewati bidang internodal menuju nodus AV. Impuls listrik ini disebarkan kedalam kumpulan serabut-serabut di kanan dan kiri jantung sampai pada bagian serat purkinje yang berada di ventrikel kanan dan kiri hingga ke dua buah ventrikel bergerak secara bersamaan [4].

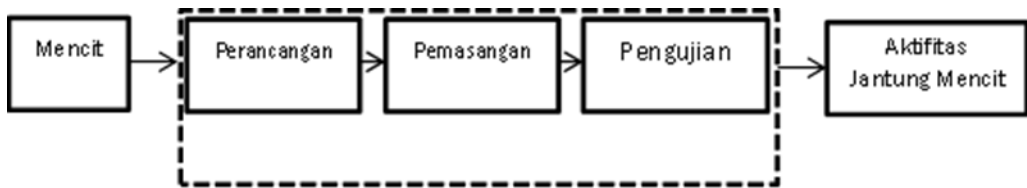
Elektrokardiogram (EKG) atau Electrocardiogram (ECG) merupakan suatu sinyal biologi yang terbentuk sebagai hasil dari aktivitas listrik jantung. EKG diambil dengan memasang elektroda pada titik tertentu. Terdapat ciri yang ditampilkan dalam sinyal EKG yaitu morfologi, amplitude, segment, durasi dalam gelombang dan interval [5]. EKG juga disebut dengan teknik noninvasive karena pengukuran dilakukan di permukaan tubuh manusia [6]. Pada penelitian kedepannya adalah bagaimana membuat suatu sistem alat untuk mengamati aktifitas jantung pada mencit dengan mengidentifikasi sinyal EKG. Untuk menampilkan aktifitas tersebut yaitu menggunakan alat Brain Computer Interface (BCI) dan dipasang dengan elektroda kemudian elektroda tersebut dipasang di bagian jantung dari mencit tersebut. Nantinya dari alat tersebut akan terekam sinyal-sinyal elektrokardiografi yang menunjukkan suatu aktifitas jantung dari tikus putih atau mencit. BCI adalah sebuah sistem yang mengukur sistem saraf pusat kegiatan dan mengubahnya menjadi output buatan, seperti gerakan kursor atau tungkai robot, sehingga memberikan jalur alternatif untuk otak untuk berinteraksi dengan lingkungannya [7]. Sinyal yang digunakan untuk BCIs adalah pengukuran listrik atau magnet otak [8]. Telah banyak aplikasi bantu berdasarkan BCI yaitu pada kontrol bagian badan buatan [9], kontrol robot [9], *games/ permainan* [10] dan kontrol lingkungan [11]. Alat yang dirancang dalam studi ini menggunakan open BCI ganglion sebagai pengukuran serbaguna. Biasanya open BCI ganglion digunakan untuk mengukur aktifitas otak (EEG), aktifitas jantung (EKG), dan aktifitas otot (EMG). Studi ini mengimplementasikan open BCI ganglion untuk mengukur aktifitas jantung pada hewan yaitu mencit. Tentu saja dengan suatu sistem alat yang menghasilkan keluaran alat tanpa harus menyembelih mencit yang biasanya digunakan untuk mengamati pengaruh obat. Tantangan terbesar selanjutnya adalah bagaimana di Negara maju seperti Jerman mempunyai lab-lab sendiri atau alat yang digunakan sebagai riset pre klinik. Diharapkan dengan adanya alat ini di Indonesia bisa dijadikan sebagai alat praktikum atau preklinik riset dengan biaya yang tidak mahal.

Makalah ini terdiri dari beberapa bagian. Bagian pertama yaitu pendahuluan yang berisi latar belakang dan tujuan penelitian. Bagian dua perancangan sistem instrumentasi untuk EKG. Bagian ketiga hasil grafik aktifitas jantung pada mencit. Bagian keempat adalah kesimpulan.

## 2 Metode

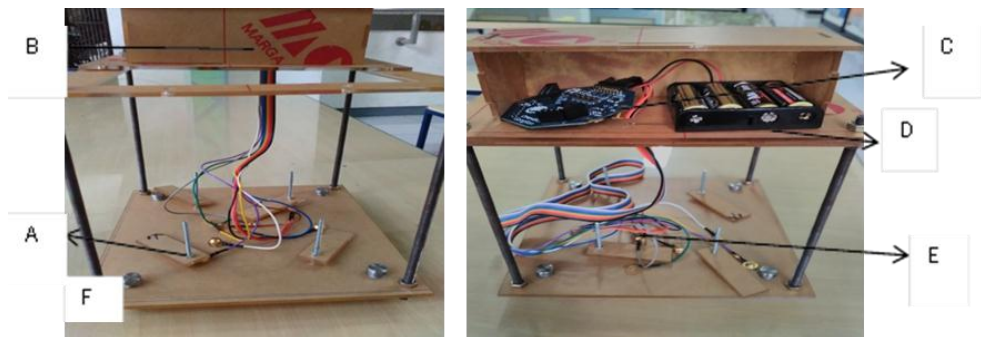
### 2.1 Sistem Deteksi

Dalam hasil studi ini diharapkan menjadi sebuah system untuk mendeteksi aktifitas jantung pada mencit. Tahapan penelitian ini dibuat dengan pengukuran EKG dihubungkan menggunakan elektroda yang ditempatkan di beberapa titik mencit. Deteksi sebuah system tersebut menghasilkan display keluaran dengan informasi aktifitas jantung. Sistem deteksi ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1 Sistem Deteksi Aktifitas Jantung

## 2.2 Perancangan



Gambar 2 Perancangan Alat

Tabel 1 Keterangan huruf pada Gambar 2

Huruf	Keterangan
A	Bagian penampang untuk meletakkan mencit
B	Bagian Atas Untuk meletakkan open BCI ganglion dan Baterai
C	Open BCI Ganglion
D	Baterai
E	Elektroda
F	Tiang penyangga bagian atas dan bawah

Pada pencangan holder atau alat pada gambar 2 terdapat 2 bagian yaitu bagian bawah penampang untuk tempat diletakkan mencit yang akan diukur dan bagian atas digunakan untuk meletakkan open BCI dan Battery. Keterangan huruf ditunjukkan pada tabel 1. Gambar 2 diatas adalah bagaimana rancangan alat dimana menggunakan open BCI yaitu Brain Computer Interface sebagai otak atau program dari EKG diletakkan bagian atas agar

meminimumkan noise akibat getaran. Open BCI dipakai karena memiliki ampliflier yang didalamnya sudah tersedia. Elektroda yang bisa dipakai untuk EKG adalah dengan bahan AgCl yang memiliki half potensial yang rendah dan elektroda non polarisasi. Elektroda jenis Ag/AgCl terdiri dari perak (Ag) yang dilapisi oleh senyawa ionik perak (Ag<sup>+</sup>) dengan anion (Cl<sup>-</sup>) yang sesuai, yaitu senyawa AgCl. Material AgCl ini kecil kelarutannya dalam air, sehingga cenderung stabil. Elektroda Ag/AgCl memiliki noise elektrik yang lebih rendah dibandingkan elektroda Ag murni tanpa lapisan AgCl. Larutan elektrolit (gel) yang diberikan digunakan sebagai penghubung antara jaringan kulit dan elektroda.

### 2.2.1 Spesifikasi Open BCI Ganglion

Ganglion OpenBCI adalah perangkat bio-sensing berkualitas tinggi dan terjangkau. Papan elektrik openBCI ganglion ditunjukkan pada gambar 3. Pada sisi input, ada 4 input diferensial impedansi tinggi, ground driven (DRL), suplai tegangan positif (Vdd), dan suplai tegangan negatif (VSS). Masukannya dapat digunakan sebagai input diferensial individu untuk mengukur EMG atau EKG, atau keduanya dapat dihubungkan secara terpisah ke elektroda referensi untuk mengukur EEG. Open Board dapat dikatakan mempunyai pengukuran yang serbaguna. Pemilihan papan elektrik OpenBCI sebagai perangkat akuisisi data dikarenakan opened system dan nirkabel. Data perekaman dikirim oleh papan elektrik (Gambar 3). Komponen pada open BCI ganglion adalah Power dengan baterai 3.3V ke 12V DC memungkinkan untuk terjadi konsleting sangat kecil karena menggunakan baterai, 14mA saat idle, 15mA terhubung dan streaming data, Modul Radio Simblee BLE (Arduino Kompatibel), MCP3912 Analog Front End, LIS2DH 3 axis Accelerometer, Slot Kartu MicroSD, Board Dimensions 2.41 "x 2.41" (oktagon memiliki 1 "tepi), dan untuk menyambungkan / melepas input secara manual ke pin REF.



Gambar 3 Papan elektrik Open BCI Ganglion.

### 2.2.2 Elektroda

Elektroda yang dipilih adalah jenis elektroda basah yang ditunjukkan pada Gambar 4. Elektroda dipasang menggunakan kabel pelangi dan bentuk ujung elektroda seperti lengkungan atau cekungan. Elektroda tersebut termasuk kategori elektroda basah dikarenakan pada saat melakukan pengukuran ujung elektroda diberi gel konduktif T20 pada tepi cekungan untuk menyesuaikan impedansi antara kulit mencit dengan elektroda sehingga sinyal EKG menghasilkan sinyal yang dapat ditangkap elektroda dengan baik.

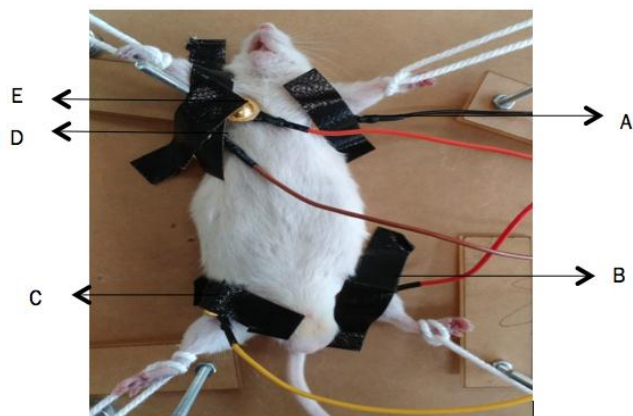


Gambar 4 Elektroda Basah.

## 2.3 Pemasangan Elektroda

Desain yang dirancang dibentuk menggunakan printer 3D dengan bahan akrilik. Setelah itu elektroda dipasang kebagian-bagian yang akan diukur, untuk ekg adalah seperti berikut :

### 2.3.1 Pemasangan dengan menggunakan 2 channel



Gambar 5 Pemasangan Alat elektroda pada Mencit dengan menggunakan 2 channel atau input.

Tabel 2 Keterangan huruf dari Gambar 5

Huruf	Keterangan
A	Elektroda Channel 2 positif
B	Elektroda Channel 3 positif
C	Ground
D	Elektroda Channel 2 negatif
E	Elektroda Channel 3 negatif

Posisi elektroda yaitu menggunakan 2 channel pada elektroda yang diletakkan di bagian tangan kanan ketiak, ketiak tangan kiri dan lengan kiri. Tangan kanan channel 2 dan

channel 3 negatif, tangan kiri channel 2 positif, kaki kiri channel 3 positif dan ground berada pada kaki kanan. Pemasangan elektroda di beberapa titik ditunjukkan pada gambar 5 dan keterangannya ditunjukkan pada tabel 2. Tentu saja perlu penanganan yang sangat hati-hati dikarenakan mencit bergerak dan tidak bisa diam. Digunakannya lakban atau solasi hitam agar mencit bisa diam dan mengukurnya lebih mudah.

### 2.3.2 Pemasangan dengan menggunakan 1 channel



Gambar 6 Pemasangan Alat elektroda pada Mencit dengan menggunakan 1 channel.

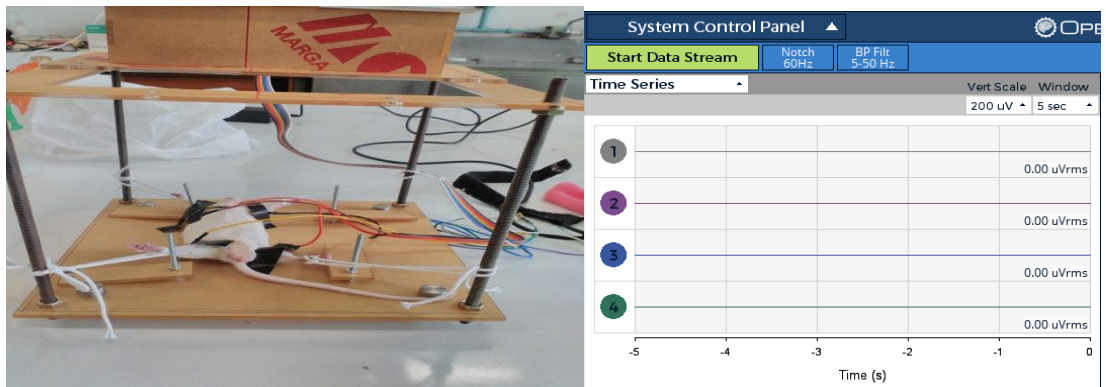
Tabel 3 Keterangan huruf dari Gambar 6

Huruf	Keterangan
A	Ground
B	Elektroda Channel 3 positif
C	Elektroda Channel 3 negatif

Menggunakan 1 channel pada elektroda yang diletakkan di bagian tangan ketiak kiri, tangan ketiak kanan dan bagian kaki kiri. Posisi elektroda yaitu pada elektroda positif diletakkan pada bagian kaki kiri, elektroda negative diletakkan pada bagian tangan kanan dan ground diletakkan pada bagian tangan kiri. Pemasangan elektroda menggunakan 1 channel ditunjukkan pada gambar 6 beserta keterangan huruf ditunjukkan pada tabel 3. Digunakannya lakban atau solasi hitam agar mengukurnya lebih mudah.

## 2.4 Pengujian :

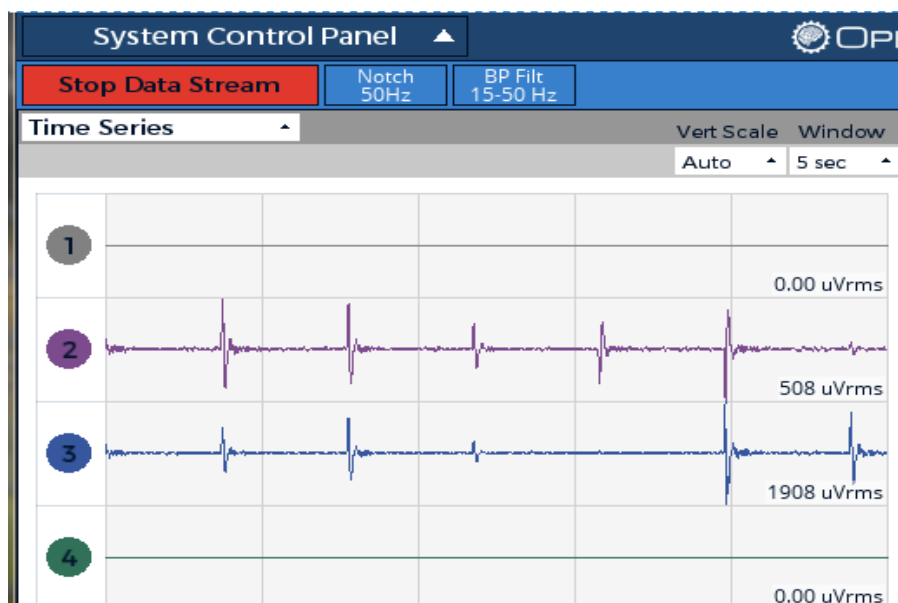
Pada pengujian perlu penanganan khusus untuk mencit karena perlakuannya tidak seperti manusia yang gampang diatur, Bulu mencit lebih tebal dibandingkan dengan manusia. Untuk meminimumkan motion artifact sinyal adalah dengan penggunaan elektroda non polarisasi harus menempel dengan kencang dan tepat. Setelah itu amati hasil sinyal yang ditampilkan. Sinyal yang dihasilkan dapat ditampilkan pada GUI open BCI ganglion pada gambar 7.



Gambar 7 Tampilan GUI pada open BCI Ganglion.

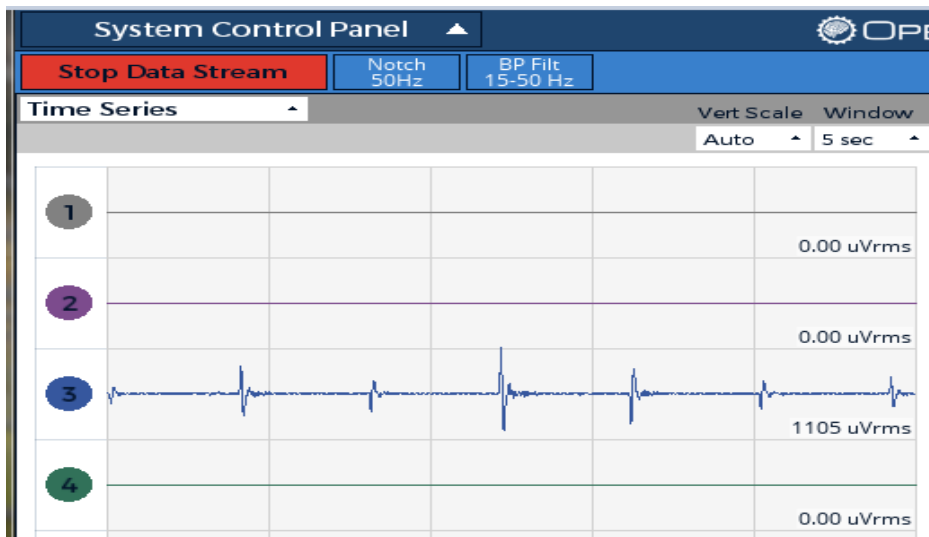
### 3 Hasil

Hasil diperoleh dengan melakukan variasi pada posisi elektroda dan banyaknya channel atau input pada pengukuran mencit. Yang pertama adalah dengan menggunakan 2 channel ditunjukkan pada gambar 8 terdapat gelombang aktifitas jantung.



Gambar 8 Hasil grafik EKG dengan menggunakan 2 channel atau input

Berdasarkan gambar 8 adalah menggunakan filter Bandpass dengan rentang frekuensi 15-50 Hz. Filter digunakan untuk menghilangkan noise yang terjadi dari pengukuran agar gelombang jantung lebih terlihat. Untuk windownya adalah rentang waktu sebesar 5 detik. Yang Kedua adalah dengan menggunakan 1 channel ditunjukkan pada gambar 9.



**Gambar 9 Hasil grafik EKG dengan menggunakan 1 channel atau input**

Dari Hasil yang didapatkan bahwa open BCI ganglion dapat diimplementasikan juga untuk pengukuran aktifitas jantung pada hewan yaitu mencit. Biasanya openBCI masih digunakan untuk pengukuran dengan subjek manusia. Tentu saja dengan melihat hal ini menunjukkan bahwa openBCI ganglion bisa digunakan untuk pengukuran elektrokardiografi jantung pada mencit. Dari gambar 8 menggunakan dengan 2 channel atau input dengan channel 2 dan 3 dapat terdeteksi gelombang EKG dengan ditandai adanya interval RR, gelombang QRS yang terlihat. Begitupun gambar 9 dengan menggunakan 1 channel atau input pada channel 3 dapat terdeteksi juga dengan adanya gelombang EKG dengan ditandai adanya interval RR dan gelombang QRS yang terlihat. Denyut jantung mencit lebih cepat dibandingkan dengan denyut jantung manusia. Denyut jantung mencit berkisar 325-780 denyut / menit. Sedangkan untuk denyut jantung manusia yang normal sekitar 60-100 per menit. Interval RR pada mencit panjangnya lebih cepat dibandingkan manusia. Lebar QRS yang dihasilkan pada jantung mencit lebih kecil dibandingkan lebar QRS pada manusia. Berdasarkan gambar 9 sama adalah menggunakan filter Bandpass dengan rentang frekuensi 15- 50 Hz juga. Filter digunakan untuk menghilangkan noise yang terjadi dari pengukuran agar gelombang jantung lebih terlihat. Untuk windownya adalah rentang waktu sebesar 5 detik

Beberapa faktor yang harus diperhatikan pada saat pengukuran adalah biasanya terjadi noise dan tidak terbentuk gelombang EKG. Hal itu dikarenakan oleh keadaan mencit yang tidak bisa diam oleh karena itu pada pengambilan data diberi obat bius agar mencit lebih tenang dan mudah untuk melakukan pengambilan data. Yang membedakan manusia dengan mencit yaitu pada bulunya. Bulu mencit lebih tebal mungkin mempengaruhi dari pengukuran. Posisi elektroda yang berpindah-pindah atau bergeser juga menjadi hasil yang tidak baik dikarenakan bergeraknya mencit dan proses penempatan hanya dengan menggunakan solasi atau perekat hitam. Tetapi dengan cara dipegang atau ditekan bisa menyebabkan berkurangnya noise. Penempatan open BCI juga sangat berpengaruh terhadap pengaruh getaran. Oleh karena itu open BCI ditempatkan dibagian atas untuk mengurangi pengaruh getaran yang terjadi.



## 4 Kesimpulan

Telah dilakukan pengembangan sistem instrumentasi untuk pengukuran aktifitas jantung pada mencit. Pengukuran menggunakan alat open BCI ganglion dimana open BCI ganglion biasanya digunakan untuk pengukuran Elektrokardiogram (EKG), Elektroensefalogram (EEG), dan Elektromiografi (EMG). Subjek yang disering digunakan untuk open BCI adalah manusia tetapi dalam studi penelitian ini mengimplementasi open BCI ganglion untuk mengukur aktifitas jantung (EKG) pada hewan yaitu mencit. Dalam studi ini menggunakan elektroda basah yaitu elektroda permukaan. Keluaran yang dihasilkan dari alat pada open BCI adalah sinyal gelombang EKG pada mencit. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada open BCI ganglion dapat digunakan untuk mengukur aktifitas jantung pada mencit. Hal itu terbukti dengan melakukan pengukuran variasi menggunakan 2 channel input dan 1 channel input. Dengan 2 channel atau input dapat terdeteksi gelombang EKG dengan ditandai adanya interval RR, gelombang QRS yang terlihat. Begitupun dengan menggunakan 1 channel atau input pada channel 3 dapat terdeteksi juga dengan adanya gelombang EKG dengan ditandai adanya interval RR dan gelombang QRS yang terlihat. Tentunya alat yang dirancang nanti dapat digunakan untuk riset preklinik atau praktikum jurusan biologi di beberapa universitas.

## 5 Referensi

- [1] Bickley, L.S and Szilagy, P.G. Physical Examination and history Taking, 9 th ed. Philadelphia: Lippincot Williams& wilkins . 2006
- [2] Sahoo, J. P. Analysis of ECG signal for Detection of Cardiac Arrhythmias. India: Thesis National Institute of Technology India. 2011
- [3] Jacob, S.. Animal Anatomy: A Clinically Orientated Approach. New York : Churchill Livingstone, Inc. 2008
- [4] Manihuruk, A. S. Rancangan Akuisisi Data Frekuensi Detak Jantung Berbasis Mikrokontroler AT 89S51 Sebagai Pengukur Denyut Jantung. 2010
- [5] Vazquez-Seisdedos, C. R., Neto, J. E., Reyes, E. J. M., Klautau, A., & de Oliveira, R. C. L. New approach for T-wave end detection on electrocardiogram: Performance in noisy conditions. Tutorial Praktis Belajar matlab Biomedical engineering online, 10(1), 1-11. 2011.
- [6] Germann, W. J. & Standfield, C. L.. Principles of Human Physiology. San Francisco: Benjamin Cummings.2002
- [7] Wolpaw J, Wolpaw EW. Brain-Computer Interfaces: Principles and Practice. 1st ed. Oxford: Oxford University Press; 2011.
- [8] Nicolas-Alonso LF, Gomez-Gil J. Brain computer interfaces, a review. Sensors.;12(2):1211-1279. PMID:22438708. 2012
- [9] Muller-Putz, G.R., Scherer, R., Pfurtscheller, G., Rupp, R.. Eeg-based neuroprosthesis control: a step towards clinical practice.Neuroscience letters. 382(1):169-174. 2005
- [10] Nijholt, A., Tan, D., Allison, B., del R Milan, J., Graimann, B.. Brain-computer interfaces for hci and games. In:CHI'08 extended abstracts on Human factors in computing systems .ACM. p. 3925-3928. 2008
- [11] Faller, J., Müller-Putz, G., Schmalstieg, D., Pfurtscheller, G.. An application framework for controlling an avatar in a desktop-based virtual environment via a software ssvep brain-computer interface.Presence: Teleoperators and Virtual Environments19(1):25-34. 2010