

Rekonstruksi Gambar Sinyal EKG dari Gambar Digital 2 Dimensi Menjadi Grafik Sinyal EKG 1 Dimensi

Reza Dwi Permana¹, Ageng Sadnowo Repelianto², Yessi Mulyani³

Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung, Bandar Lampung
Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145

¹rezadwipermana085@gmail.com,

²ageng@unila.ac.id,

³yessi.mulyani@eng.unila.ac.id

Intisari--- Elektrokardiografi (EKG) merupakan alat penting yang dapat mencetak hasil kerja jantung manusia dalam bentuk sinyal pada lembaran-lembaran kertas. Hasil printout EKG kemudian digunakan para dokter dalam mempelajari kondisi kesehatan jantung manusia. Kerumitan dalam pembacaan dan efisiensi penyimpanan berkas rekam EKG secara manual menarik perhatian para peneliti untuk melakukan digitalisasi kertas EKG. Diharapkan digitalisasi sinyal ekg dapat membantu mempermudah dokter dan para calon dokter dalam membaca, mengidentifikasi penyakit, dan menyimpan rekam medis pasien penyakit jantung. Penelitian ini dilakukan untuk membuat sebuah sistem perangkat lunak yang dapat melakukan digitalisasi sinyal EKG pada lembar kertas EKG dengan memanfaatkan pengolahan citra sederhana menggunakan aplikasi Matlab. Pengolahan citra sederhana adalah kontras dan brightness, grayscale, dan pengolahan data nilai menjadi grafik sinyal. Secara pengamatan, perangkat lunak yang dibuat dapat menghasilkan output berupa gambar grafik sinyal ekg yang sama persis dengan gambar sinyal pada kertas ekg yang asli.

Kata kunci--- Elektrokardiografi (EKG), digitalisasi, pengolahan citra, kontras, *brightness*, rekonstruksi.

Abstract--- Electrocardiography (ECG) is an important tool that can print the human heart's work to papers. ECG paper used to identifying the human heart's condition. Complexity of conventional ECG readings and storage ECG record are earn the attention of researchers to carry out record of ECG signal on the paper to digitalization. ECG signal digitization is expected to help doctor or medical student when reading, identifying heart disease, and storing medical records of heart disease patient. This study will create a software that can digitizing the ECG signal using a simple image processing with Matlab application software. The simple image processing is like contrast and brightness, grayscale, and processing data into a signal graphic. By observation, the system could created a graphic signal of ECG as same as the original signal image in the paper of ECG.

Keywords--- Electrocardiograph (ECG), digitization, image processing, contrast, brightness, reconstruction.

I. PENDAHULUAN

EKG merupakan sebuah alat yang dapat merekam dan mencetak kerja jantung manusia dalam bentuk sinyal pada lembaran-lembaran kertas. Kertas EKG inilah yang digunakan dalam menganalisis kinerja jantung atau mengidentifikasi permasalahan

jantung manusia. Permasalahannya muncul pada tingkat kompleksitas atau kesukaran^[6] dalam pembacaan dan efisiensi penyimpanan rekam medis penyakit jantung^[10].

Penelitian ini dilakukan sebagai bentuk sebuah usaha untuk mempermudah para praktisi kesehatan dalam menganalisis

kelainan jantung manusia dan juga sebagai solusi dari penyimpanan rekam medis pasien penyakit jantung secara elektronik.

Perangkat lunak yang dibuat menggunakan pengolahan citra sederhana dari aplikasi Matlab, seperti pengaturan kontras, *brighthness*, *grayscale*, dan juga mengolah data *numeric* serta grafik.

Secara umum tujuan dari penelitian ini adalah membuat sebuah Perangkat lunak yang dapat melakukan *recovery* sinyal EKG dari gambar digital EKG (2 dimensi) dengan menggunakan pengolahan citra sederhana, dan kemudian mengubahnya menjadi grafik sinyal digital 1 dimensi.

Beberapa peneliti sudah melakukan terkait dengan digitalisasi EKG. Namun masih sangat sedikit peneliti yang berasal dari Indonesia yang mengambil kasus ini. Penelitian terakhir terkait dengan *recovery ECG chart* dilakukan oleh Priyanka R. K Shrivastava, November 2014 dengan judul *Digitization of ECG Paper Records using MATLAB*. Penelitian yang dilakukan pada intinya yaitu bagaimana mengambil gambar sinyal EKG pada kertas EKG^[9]. Perbedaannya terdapat pada langkah-langkah atau step program yang dibuat. Pada penelitian ini, akan dibuat sebuah program pengambilan sinyal EKG dengan pengolahan citra yang lebih sederhana, yaitu dengan hanya melakukan pengaturan kecerahan dan kontras dilanjutkan dengan *grayscale image*, kemudian proses pengolahan nilai gambar dengan hasil akhir berupa gambar sinyal yang sama persis dengan bentuk aslinya. Penelitian yang lain dilakukan oleh TW Shen dan TF Laio dari *Tzu Chi University*, Hualien, Taiwan. Di dalam penelitian itu dibandingkan antara *spatial-oriented method* dengan *frequency-oriented method* pada pengambilan sinyal EKG dari kertas EKG^[12]. Perbedaan yang menonjol antara penelitian

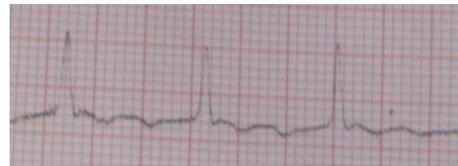
ini dengan penelitian sebelumnya ada pada penggunaan pengolahan citra yang lebih sederhana dan proses pengujian hasil yang menggunakan pengamatan langsung.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. EKG

EKG merupakan singkatan dari elektrokardiografi, merupakan salah satu cabang ilmu kedokteran yang mempelajari tentang aktivitas listrik jantung manusia. EKG merupakan sebuah alat kesehatan yang mampu menganalisa dan mendiagnosis kelainan kerja jantung.

Output EKG berupa rekaman aktivitas kegiatan jantung berupa sinyal yang tergambar pada kertas yang bergridlines. Dari kertas EKG inilah dokter dapat mendiagnosis kesehatan jantung manusia.



Gbr. 1 Kertas EKG.

B. Citra (image)

Definisi dari Citra adalah suatu representasi (gambaran), kemiripan, atau imitasi dari suatu objek dalam bentuk 2 dimensi (2D) yang mempunyai panjang dan lebar. Citra disebut juga dengan gambar atau *image*. Selain dalam bentuk 2 dimensi ada juga citra dalam bentuk 1 dimensi, yaitu sebuah gambar/citra yang hanya memiliki panjang, tidak memiliki lebar atau ruang lingkup. Contoh dari gambar 1 dimensi adalah sebuah garis lurus. Garis memiliki panjang tetapi tidak memiliki lebar maupun ruang lingkup.

Ada dua jenis citra yang kita kenal, yaitu citra analog dan citra digital. Citra analog

adalah citra bersifat kontinyu, seperti gambar pada televisi, foto sinar-x, foto yang tercetak pada kertas foto, lukisan, hasil *ct-scan*, gambar-gambar yang terekam pada pita kaset, dan lain sebagainya. Citra analog tidak dapat direpresentasikan pada komputer, sehingga tidak dapat diproses komputer secara langsung. Maka dari itu, agar sebuah citra analog bisa diproses oleh komputer, maka citra tersebut harus terlebih dahulu dikonversi ke dalam bentuk citra digital. Citra analog dihasilkan oleh alat-alat analog, video kamera analog, kamera foto analog, *CT scan*, sensor *Ultra Sonic* pada *USG*, *printout* EKG, dan lain sebagainya[1]. Citra digital adalah sebuah representasi numerik dengan nilai-nilai diskrit yang bisa terbaca dan diolah oleh komputer. Pada citra digital sebenarnya terdiri dari kumpulan kotak-kotak yang terbentuk dari perpotongan baris dan kolom di mana setiap kotak berisi angka-angka yang merepresentasikan warna pada komputer. Kotak-kotak berisi angka tersebut dinamakan *Picture element* atau sering kita sebut dengan *Pixel*. Hanya citra digital yang dapat diolah menggunakan komputer.

C. Pengolahan citra

Pengolahan citra digital adalah salah satu bentuk pemrosesan informasi dengan inputan berupa citra (*image*) dan keluaran yang juga berupa citra atau dapat juga bagian dari citra tersebut. Tujuan dari pemrosesan ini adalah memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau mesin komputer.

Contoh pengolahan citra sederhana antara lain mengubah ukuran citra, memanipulasi kecerahan dan kontras, mengubah bentuk gambar, membersihkan noise, memotong gambar, dan lainnya.

D. Rekayasa perangkat lunak

Rekayasa perangkat lunak merupakan sebuah disiplin ilmu dalam bidang teknologi informasi, yang mencakup tentang bagaimana membuat perangkat lunak, pemeliharaan perangkat yang dibuat, manajemen organisasi pengembangan dan manajemen kualitasnya. Teknologi software saat ini sudah semakin berkembang pesat. Saat ini sudah tidak zaman lagi seorang programmer bekerja sendirian. Software saat ini digunakan untuk berbagai macam keperluan dalam pengolahan produksi, manajerial, pencarian, modifikasi, menampilkan, dan mentransfer informasi kemanapun di seluruh dunia^[7]. Sehingga programmer dituntut untuk bekerja secara terorganisir dan memahami keilmuan dalam merancang, membuat, mengembangkan, mengorganisasi, dan pemeliharaan software atau sistem perangkat lunak.

Ada beberapa metode pengembangan perangkat lunak antara lain metode sekuensial linier, *prototype*, RAD, *Fourth Generation Techniques* (4GT), spiral, metode Proses Perangkat Lunak Evolusioner (pertambahan, spiral, konkruen), dan metode formal^[7].

III. PERANCANGAN SISTEM

A. Metode pengembangan perangkat lunak

Metode pengembangan perangkat lunak dalam pembuatan sistem perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode waterfall.

Metode ini meliputi[7] :

- a. Rekayasa sistem dan analisis (Sistem Engineering)
- b. Analisis perangkat lunak (*Analysis*)
Pengumpulan kebutuhan dengan fokus pada perangkat lunak, yang meliputi :

Domain informasi, fungsi yang dibutuhkan, unjuk kerja/performansi dan antarmuka. Hasilnya kemudian didokumentasikan.

c. Perancangan (*Design*)

Struktur data yang digunakan dalam pembuatan sistem perangkat lunak rekonstruksi sinyal EKG adalah matriks piksel gambar dan array nilai piksel terkecil sebagai dasar rekonstruksi grafik yang dibuat. Sedangkan tipe data yang digunakan yaitu : integer (uint8), dan double. Integer digunakan karena merupakan representasi numeric dari citra digital yang dibaca oleh matlab. Double digunakan dalam pengolahan data numeric dalam membangun grafik sinyal.

d. Pembuatan kode (*Coding*)

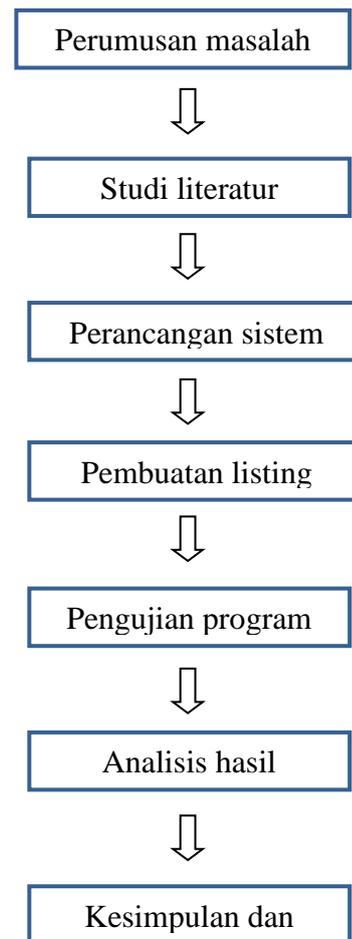
Penterjemahan perancangan ke dalam bentuk yang dapat dimengerti oleh mesin, dengan menggunakan bahasa pemrograman.

e. Pengujian (*Testing*)

Setelah kode program selesai testing dapat dilakukan. Testing memfokuskan pada logika internal dari perangkat lunak, fungsi eksternal dan mencari segala kemungkinan kesalahan dan memeriksa apakah sesuai dengan hasil yang diinginkan. Selengkapnya pada sub-bab 3.H.

f. Pemeliharaan (*Maintenance*)

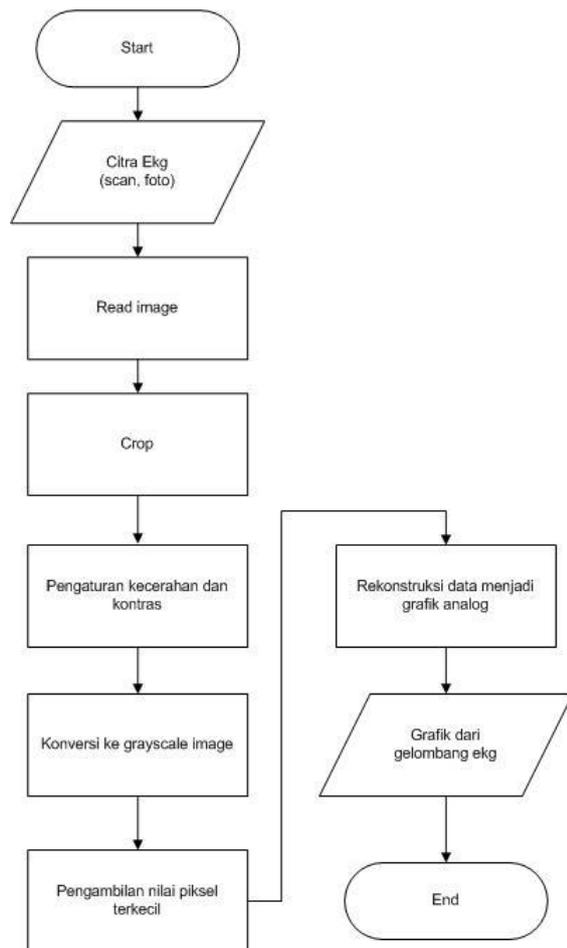
Merupakan bagian paling akhir dari siklus pengembangan dan dilakukan setelah perangkat lunak dipergunakan.



Gbr. 2 Diagram tahapan penelitian.

B. Algoritma sistem

Algoritma program sistem dibuat dalam bentuk diagram alir (*Flowchart*). Secara umum *Flowchart* dari sistem yang akan dibuat dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. Flowchart perangkat lunak.

Ada 6 step pengolahan citra dalam perangkat lunak yang akan dibuat :

1. Read image
Tahapan ini dibuat agar dapat membaca gambar digital yang berformat JPG dan PNG.
2. Crop
Crop digunakan untuk menyeleksi bagian sinyal yang akan diolah.
3. Pengaturan kecerahan dan kontras
Pada tahap ini gambar yang sudah dipilih akan diatur tingkat kecerahan dan kontrasnya. Tujuannya untuk menghilangkan/ menyamarkan *gridlines*.
4. Konversi *grayscale image*
Setelah *gridlines* hilang atau tersamarkan, maka dilakukan konversi image ke dalam bentuk grayscale agar

dapat dilakukan pengolahan data nilai piksel dengan mudah.

5. Pengambilan nilai terkecil
Mengambil nilai terkecil piksel gambar yang merupakan representasi dari warna hitam.
6. Rekonstruksi grafik
Merekonstruksi grafik dari nilai yang sudah diambil.

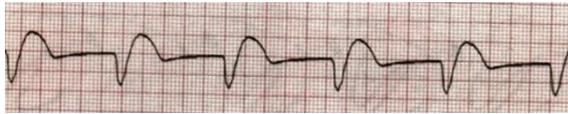
C. Pengujian sistem

Ada 2 jenis pengujian yang dilakukan. Pertama adalah pengujian running program. Pengujian running program dilakukan untuk memastikan semua step program yang dibuat dapat berjalan sesuai dengan apa yang dikehendaki. Caranya dengan menjalankan / running masing-masing kode program yang sudah dibuat. Kedua adalah pengujian hasil keluaran system perangkat lunak yang dibuat. Pengujian hasil keluaran perangkat lunak ini dengan cara membuat 4 pengujian pada masing-masing gambar percobaan, yaitu memberikan simpangan terhadap sumbu y sebesar 40, 20, 10, 0. Perangkat lunak yang dibuat di desain agar grafik dapat direkonstruksi tepat pada gambar sinyal aslinya. Sehingga, dengan adanya simpangan terhadap sumbu y akan dapat diamati tingkat kemiripannya.

IV. HASIL DAN PENGUJIAN

Hasil keluaran perangkat lunak yang dibuat dapat dilihat pada gambar dibawah ini, berikut dengan pengujian tingkat kemiripannya.

A. Pengujian kemiripan.



Gbr. 4 Kertas EKG asli 1.



Gbr. 5 Gambar EKG setelah dilakukan pengolahan citra (tanpa *gridlines*).



Gbr. 6 Hasil akhir dari perangkat lunak yang dibuat, grafik sinyal EKG.

Gambar 4 merupakan gambar input hasil *scanning* kertas EKG. Kemudian gambar 5 adalah gambar yang telah dilakukan pengolahan citra sampai dengan konversi *grayscale*. Gambar 6 merupakan hasil akhir dari perangkat lunak yang dibuat. Secara pengamatan, output yang dihasilkan berbentuk sama dengan gambar aslinya.

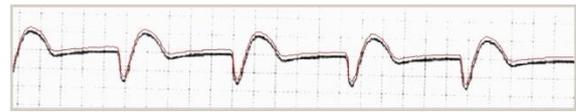
Untuk mengujinya, grafik akan direkonstruksi pada gambar aslinya dan diberikan 4 simpangan yang berbeda terhadap sumbu y, sehingga dapat dilakukan penilaian terhadap tingkat kemiripannya.



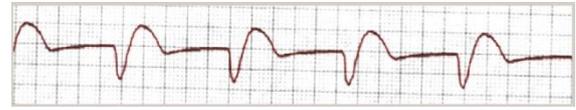
(a)



(b)



(c)



(d)

Gbr. 7 Rekonstruksi Grafik dengan simpangan

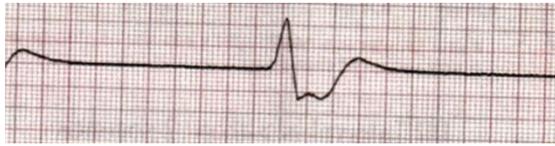
(a) 40, (b) 20, (c) 10, (d) 0.

Dari gambar pengujian di atas dapat dilihat bahwa dengan simpangan 40 terhadap sumbu y grafik yang dihasilkan berada jauh di atas gambar sinyal aslinya. Meskipun mirip tapi belum terlihat tingkat akurasi dan kemiripannya. Gambar 7(b) dan 7(c) memperlihatkan grafik yang semakin mendekati gambar aslinya. Semakin mendekati nilai simpangan 0 terhadap sumbu y, semakin terlihat kemiripannya antara grafik yang dibangun dengan gambar sinyal aslinya. Pada gambar 7 (d) grafik direkonstruksi tanpa simpangan (0), sehingga terkonstruksi tepat pada gambar sinyal aslinya. Dapat diamati bahwa gambar grafik menyatu dengan gambar sinyal aslinya.

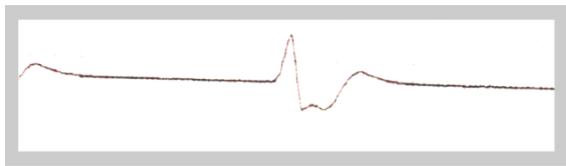
B. Pengaturan kontras dan kecerahan

Pengaturan kecerahan dan kontras diperlukan untuk menghilangkan *gridlines* pada gambar EKG. Tujuannya adalah untuk memudahkan dalam pengolahan data nilai piksel dari gambar sinyal digital EKG. Pada awal penelitian, sistem yang dibuat memerlukan metode penghilangan *gridlines* untuk mengambil gambar sinyal hitam dari gambar EKG digital. Penghilangan ini dimaksudkan agar pada gambar EKG digital hanya tersisa gambar sinyal EKG tanpa *gridlines*. Kemudian, dari gambar tersebut

dilakukan pengolahan data nilai piksel dengan mengubahnya menjadi biner, dan melakukan perhitungan nilai dengan metode perhitungan nilai biner pada masing-masing baris.



Gbr. 8 Gambar EKG dengan *gridlines*.

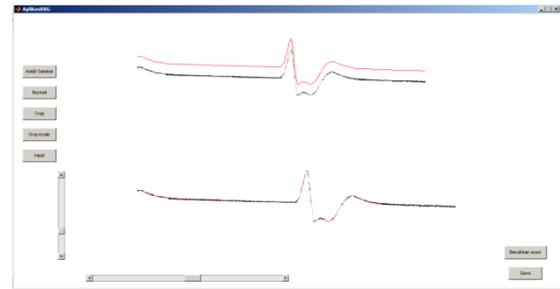


Gbr. 9 Gambar EKG setelah dilakukan pengaturan kontras dan kecerahan.

Dari gambar di atas dapat dilihat, pengaturan nilai kontras dan kecerahan dapat menghilangkan *gridlines* pada kertas EKG. Pengaturan kecerahan dan kontras hanya berpengaruh pada penghilangan *gridlines* EKG. Akan tetapi, penghilangan *gridlines* tidak begitu berpengaruh terhadap hasil dari metode pengambilan nilai terkecil gambar yang digunakan. Jadi, ada atau tidak ada *gridlines*, hasil pengolahan sistem tetap sama. Lebih jelas dapat di lihat pada gambar di bawah ini.



Gbr. 10 Hasil rekonstruksi dengan *gridlines*.



Gbr. 11 Hasil rekonstruksi tanpa *gridlines*.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari 2 gambar percobaan di atas dapat ditarik kesimpulan :

- 1) Masing- masing tahapan perangkat lunak yang dibuat dapat bekerja dengan baik sesuai dengan yang diinginkan, yaitu sistem yang dibuat dapat mengonversi gambar sinyal pada kertas EKG menjadi bentuk grafik sinyal EKG digital.
- 2) Secara pengamatan dapat di lihat bahwa grafik yang dihasilkan sangat mirip bahkan terekonstruksi persis pada gambar sinyal aslinya.

REFERENSI

- [1] Basuki, Ahmad, 2005, *Pengolahan Citra Digital Menggunakan Visual Basic*, Graha Ilmu: Yogyakarta.
- [2] Garg, Deepak Kumar, Diksha Thakur, Seema Sharma, Shweta Bhardwaj, *ECG Paper Records Digitization through Image Processing Techniques*, International Journal of Computer Applications (0975 – 888) Volume 48– No.13, June 2012
- [3] Jain, P. (2011). Wireless Body Area Network for Medical Healthcare. *IETE Technical Review*, 28, 362-370
- [4] Kadir, Abdul dan Adhi Susanto. 2013. *Teori dan Aplikasi Pengolahan citra*. Yogyakarta: Andi.
- [5] Lai Khin Wee ; Yeo Kee Jiar ; Eko Supriyanto. *Electrocardiogram Data Capturing System And Computerized*

- Digitization Using Image Processing Techniques*. International Journal Of Biology And Biomedical Engineering
- [6] Namzah, Abu. 2011. *Cara Praktis dan Sistematis Belajar Membaca EKG (Elektrokardiografi)*. Elex Media Komputindo : Jakarta.
- [7] Pressman, R.S and Associates, Inc, *Software Engineering: A Practitioner's Approach*.(2001)
- [8] Putra, Darma, 2010, *Pengolahan Citra Digital*, Penerbit ANDI: Yogyakarta.
- [9] Rizal, A & Jondri.(2010). Wireless LAN Electrocardiograph (ECG). *Konferensi Nasional Sistem dan Informatika*, 10-103
- [10] Shrivastava, Priyanka R. K., Shraddha Panbude, Geeta Narayanan, *Digitization of ECG Paper Records using MATLAB*, International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE) ISSN: 2278-3075, Volume-4 Issue-6, November 2014
- [11] “ The Birth of Digital Phototelegraphy”, the papers of Technical Meeting in History of Electrical Engineering IEEE, Vol.HEE-03, No. 9-12, pp 7-12 (2003)
- [12] H, Trussel & Vrhel M, “Introduction”. *Fundamental of digital imaging:1-6* (2008)
- [13] TW Shen ;TF Laio. *Image Processing on ECG Chart for ECG Signal Recovery*. Tzu Chi University, Hualien, Taiwan
- [14] Repelianto, Ageng S, Amitri. *Design Electrocardiograph based-PC for monitoring system with 3 electrodes, proceeding HEDS seminar on science and technology 2006, field of technology science*, ISBN; 978 -979 -1441- 06 – 3, Jakarta, September 13rd-14th 2006.
- [15] Repelianto, Ageng S. 2013. *Rekonstruksi sinyal EKG dari data image menjadi data teks*, Laporan Penelitian dalam BOPTN, LP2M, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- [16] Setianingsih, Eka, Ageng Sadnowo R, Helmi Fitriawan. 2012. *Rancang bangun kalibrator eksternal Elektrokardiograf 3 leads berbasis ATmega 8535*. Skripsi. FT Universitas Lampung. Bandar Lampung.