



Digitalisasi Grafik Elektrokardiogram dengan Teknik *Pixel Indexing*

Jufriadif Naam^a, Catur Suharinto^b, Sumijan^c

^aFakultas Ilmu Komputer, Universitas Putra Indonesia YPTK Padang, jufriadifnaam@yahoo.com

^bFakultas Ilmu Komputer, Universitas Putra Indonesia YPTK Padang, catur3414@gmail.com

^cFakultas Ilmu Komputer, Universitas Putra Indonesia YPTK Padang, soe@upiptk.org

Abstract

Electrocardiogram (ECG) has been used as supporter of the diagnosis of human disease by doctors. The ECG chart pattern reflects the electrical activity of the human heart while pumping blood throughout the body. The graph is presented in a recording paper called an ECG paper. To determine the progress of therapy result, each recording of the ECG graph must be stored so that it can be compared with the result of the next ECG recordings. Digitalization with help of MATLAB 2015a can be used to efficiently store ECG charts. With the pixel indexing technique, the heart signal graph is converted into a vector sequence that corresponds to the amplitude of the heart signal on the ECG graph. The vector is stored with much smaller capacity than the ECG scan image. The Vector can also be further processed by using artificial intelligence to determine the condition of human health.

Keywords: ECG, Image Processing, Digitalisasi, Vector

Abstrak

Grafik Elektrokardiogram (EKG) telah digunakan sebagai pendukung penegakkan diagnosa penyakit manusia oleh dokter. Pola grafik EKG mencerminkan aktivitas kelistrikan jantung manusia saat memompa darah ke seluruh tubuh. Grafik tersebut disajikan dalam sebuah kertas rekaman yang disebut sebagai kertas EKG. Untuk mengetahui perkembangan hasil terapi, setiap perekaman grafik EKG harus disimpan sehingga dapat dibandingkan dengan hasil rekaman EKG berikutnya. Digitalisasi dengan bantuan MATLAB dapat digunakan untuk proses penyimpanan grafik EKG secara efisien. Dengan teknik *pixel indexing*, grafik sinyal jantung diubah menjadi deret vektor yang berkesesuaian dengan amplitudo sinyal jantung pada grafik EKG. Vektor tersebut disimpan dengan kapasitas yang jauh lebih kecil dibandingkan citra hasil *scan* EKG. Vektor tersebut nantinya juga dapat diproses lebih lanjut dengan menggunakan kecerdasan buatan untuk menentukan kondisi kesehatan manusia.

Kata kunci: ECG, Image Processing, Digitalization, Vector

© 2017 Prosiding IAI : SISFOTEK

1. Pendahuluan

Elektrokardiogram (EKG) merupakan salah satu alat bantu yang banyak digunakan untuk mempelajari penyakit terkait kondisi jantung manusia. Dalam EKG tertampil grafik sinyal jantung manusia yang mencerminkan aktivitas kelistrikan jantung saat memompa darah ke seluruh tubuh manusia. Grafik sinyal jantung dalam EKG tersebut kemudian dibaca oleh dokter, kesimpulan yang didapat merupakan dasar dalam menegakkan diagnosa penyakit pasien [6]. Proses pembacaan grafik sinyal jantung disebut dengan istilah intepretasi [12].

Grafik EKG sering digunakan untuk memonitor kondisi jantung pasien yang sedang menjalani terapi terkait kelainan fungsi jantung. Pengambilan grafik EKG menggunakan mesin perekam EKG dilakukan secara

berkala, sehingga perkembangan hasil terapi dapat diketahui dengan baik, sehingga hasil rekam tersebut harus disimpan dengan baik. Kertas EKG merupakan kertas thermal standar dengan skala. Seiring dengan berjalannya waktu, maka kerusakan kertas EKG sangat mungkin untuk terjadi. Untuk menanggulangi kemungkinan kerusakan tersebut, maka perlu adanya usaha penyimpanan yang baik.

Digitalisasi merupakan salah satu cara yang efisien dalam penyimpanan berkas. Proses scanning akan merubah berkas fisik menjadi citra digital, namun ukuran citra yang besar menjadi kendala lain dalam penyimpanan berkas digital. Konversi citra grafik EKG digital menjadi deret angka akan mengurangi ukuran berkas secara signifikan. Deret angka hasil konversi juga dapat diproses lebih lanjut menggunakan

kecerdasan buatan nantinya untuk mengetahui kelainan-kelainan jantung manusia [7].

2. Tinjauan Pustaka

Studi terperinci tentang grafik EKG oleh praktisi medis terbukti sangat membantu dalam memahami dan mengidentifikasi kondisi jantung manusia [1]. Digitalisasi kertas EKG melibatkan konversi kertas EKG menjadi citra dan ekstraksi informasi yang terkandung dalam citra [2].

Digitalisasi citra EKG menjadi sinyal EKG digital memiliki potensi manfaat yang besar[8]. Sinyal digital dapat dimanfaatkan dalam banyak hal, mudah disimpan, mudah ditransmisikan dan mengandung informasi yang berharga [6]. Sinyal EKG digital yang berbentuk vektor dapat dikombinasikan menggunakan algoritma tertentu dalam proses intepretasi [1]. Usaha digitalisasi telah dilakukan walaupun masih dalam tahap penelitian [12].

Digitalisasi citra EKG menghasilkan vektor berupa deret angka yang merupakan sinyal jantung digital. Teknik pengolahan citra meliputi pemindaian kertas EKG, cropping, thresholding dan pixel indexing dilibatkan dalam proses digitalisasi citra EKG tersebut. Latar belakang grafik berupa kotak skala dihilangkan [10]. Deret angka hasil digitalisasi berukuran sangat kecil sehingga dapat disimpan dengan efisien dan nantinya dapat menghasilkan database yang berisi berbagai bentuk sinyal jantung manusia dari hasil rekam EKG [1].

2.1 Rekaman EKG

EKG merupakan hasil rekaman aktivitas kelistrikan pada jantung pada permukaan kulit tubuh manusia yang disajikan dalam bentuk grafik. Setiap pemeriksaan EKG seorang pasien akan menghasilkan 12 grafik yang menggambarkan kinerja jantung. Grafik tersebut didapatkan dari penguatan secara diferensial pada 10 titik sadapan tubuh manusia. Titik sadapan tersebut ditentukan sesuai dengan metode Eithoven dan Wilson [3].

2.2 Dasar Pengolahan Citra

Untuk mengekstrak informasi dalam suatu citra, diperlukan langkah-langkah tertentu sesuai dengan bentuk citra masukan dan bentuk informasi yang diinginkan. Langkah-langkah tersebut merupakan implementasi dari ide pengolahan citra. Pada dasarnya citra yang dilihat adalah terdiri atas berkas-berkas cahaya yang dipantulkan oleh obyek disekitarnya [5].

Citra digital terdiri atas titik-titik elemen citra yang disebut sebagai piksel. Setiap elemen memiliki indeks, pada umumnya indeks x dan y menunjukkan koordinat piksel. Nilai piksel menunjukkan warna atau intensitas. Pada sistem koordinat piksel, sebuah piksel diperlakukan sebagai unit diskrit [5].

2.3 Ukuran Citra

Ukuran suatu citra didapatkan dari perkalian antara lebar dan tinggi matrik citra digital tersebut. Resolusi citra mempengaruhi dimensi spasial citra di dunia nyata yang merupakan jumlah elemen citra per satuan luas. Satuan yang sering digunakan adalah dot per inch (dpi). Suatu citra 400dpi berarti bahwa setiap panjang linchi matrik citra berisi 400pixel [4].

Jika linchi setara dengan 25,4mm, maka citra dengan resolusi sebesar dpi dapat dikonversikan menjadi satuan mm dengan persamaan (1): [2]

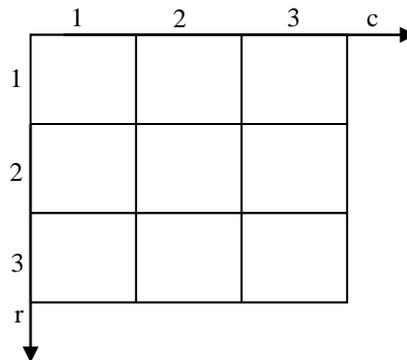
$$l = (ld \cdot 25,4) / dpi \dots\dots\dots (1)$$

Dengan:

- l = Panjang dalam mm
- ld = Panjang dalam dot
- dpi = Resolusi (dpi)

2.4 Sistem Koordinat Piksel pada Citra

Sistem koordinat piksel merupakan metoda yang paling umum digunakan untuk mengekspresikan elemen citra [5]. Dalam sistem koordinat, suatu citra diperlakukan sebagai garis-garis seperti pada Gambar.1.



Gambar 1. Ilustrasi sistem koordinat piksel [5]

2.5 Ketetanggaan Piksel

Jika diasumsikan suatu piksel memiliki koordinat (x,y), maka ketetanggaan horizontal dan vertikal piksel sesuai dengan persamaan (2):

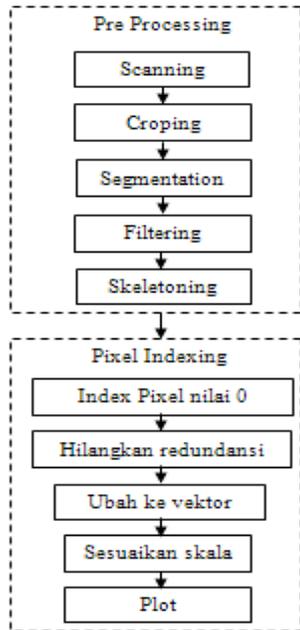
$$(x + 1, y); (x - 1, y); (x, y + 1); (x, y - 1) \dots\dots\dots (2)$$

Ketetanggaan suatu piksel dapat digunakan untuk mengimplementasikan berbagai filter citra. Ketetanggaan didasarkan pada dua piksel atau lebih yang berdekatan [11].

3. Metodologi Penelitian

Digitalisasi grafik EKG pada penelitian ini bertujuan untuk mengubah grafik rekaman EKG menjadi vektor dengan amplitudo dan periode yang saling bersesuaian. Proses digitalisasi terdiri atas 2 tahap, yaitu pre

processing dan pixel indexing. Tahap-tahap digitalisasi terlihat pada Gambar 2.



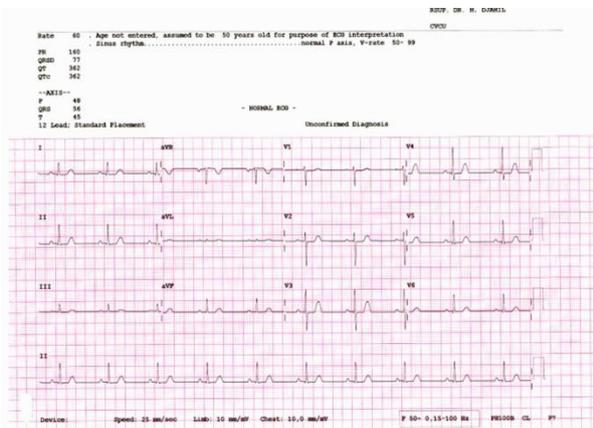
Gambar 2. Tahap-tahap digitalisasi

3.1 Scanning

Scanning berfungsi untuk mengubah dokumen fisik menjadi dokumen digital. Dokumen fisik yang dimaksud disini adalah kertas rekam EKG, sedangkan dokumen digital adalah citra digital yang berisi obyek grafik EKG. Scanning dilakukan dengan memanfaatkan alat scan dengan resolusi 600dpi. Gambar 3 merupakan citra hasil scan.

3.2 Cropping

Citra hasil scanning masih mengandung 12 grafik EKG. Untuk melakukan digitalisasi pada sebuah sinyal maka perlu dilakukan pemilihan dengan mengambil salah satu grafik. Operasi yang dilakukan adalah dengan cropping dengan memanfaatkan perintah `imcrop` pada MATLAB 2015a.



Gambar 3. Citra hasil scan

3.3 Segmentation

Segmentation berfungsi untuk mengubah citra RGB dan menghilangkan obyek latar belakang menjadi biner. Untuk mendapatkan citra tersebut, maka perlu dilakukan thresholding yang bertujuan untuk menghilangkan latar belakang berupa kotak skala berwarna merah. Operasi thresholding dilakukan dengan memanfaatkan `color thresolder` pada MATLAB 2015a. Aplikasi tersebut akan menghilangkan pixel dengan nilai tertentu, dalam penelitian ini adalah pixel warna merah. Hasil segmentasi disini adalah citra dengan latar belakang hitam dan obyek grafik EKG berwarna putih

3.4 Filtering

Filtering berfungsi untuk menghilangkan piksel-piksel yang tidak diperlukan. Segmentasi masih meninggalkan noise salt and pepper berwarna putih. Untuk menghilaangkan noise tersebut, maka dilakukan operasi closing.

3.5 Skeletoning

Pada proses pixel indeksing, diperlukan grafik EKG yang tipis. Tipis artinya adalah piksel pada citra grafik EKG memiliki ketetanggaan yang sangat sedikit. Jika memiliki ketetanggaan yang banyak, maka vektor yang dihasilkan tidak maksimal karena akan terjadi redundansi. Jika diubah menjadi vektor, maka bentuk grafik akan lebih panjang dari seharusnya.

3.5 Indeks pixel nilai 0

Pixel nilai 0 pada citra yang dimaksud adalah pixel dengan warna hitam. Citra hasil pre processing adalah sebuah citra dengan latar belakang putih dengan nilai 255 dan grafik EKG yang berwarna hitam dengan nilai 0. Setiap pixel warna hitam terletak pada kordinat (x,y) dalam matriks citra. Indeks koordinat obyek berwarna hitam dapat ditampilkan sebagai matriks 2 dimensi yang mengandung posisi x dan posisi y. Redundansi akan mengakibatkan jumlah elemen matriks yang lebih panjang.

3.5 Hilangkan Redundansi

Operasi skeletoning terkadang masih meninggalkan redundansi piksel. Hal ini dikarenakan ketebalan obyek grafik EKG yang tidak merata. Untuk menghilangkan redundansi, maka setiap pengulangan nilai y pada koordinat x yang berurutan harus dihilangkan.

3.6 Sesuaikan Skala

Pada kertas EKG ysng di scan dengan resolusi 600 dpi, maka dapat dilakukan penyesuaian jarak vektor untuk tiap dot pixel menjadi mm dengan perhitungan:

$$l = (ld.25,4) / dpi$$

$$l = \frac{25,4.1}{600}$$

$$ld = \frac{25,4}{600}$$

$$l = 0,0423 \text{ mm}$$

Setiap 1 dot adalah bersesuaian dengan 0,0423 mm.

3.7 Plot

Hasil akhir dari proses ini adalah deret vektor. Untuk mempermudah memahami, maka vektor tersebut harus divisualisasi. Visualisasi yang digunakan adalah Plot.

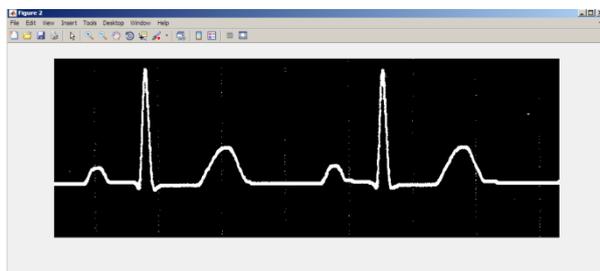
4. Hasil dan Pembahasan

Hasil dari penelitian ini pada tiap tahap disajikan pada bagian ini. Operasi scanning menghasilkan citra grafik EKG sebagaimana tertampil pada Gambar 3. Pemilihan grafik dilakukan dengan menggunakan operasi cropping. Hasil dari operasi cropping dapat dilihat pada Gambar 4.



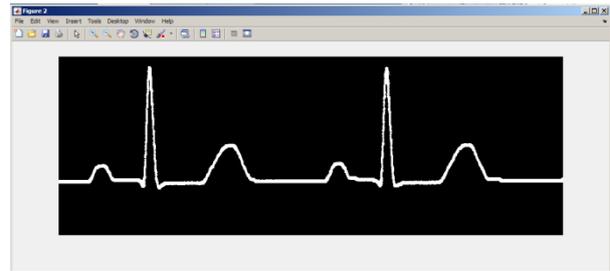
Gambar 4. Citra hasil crop

Pada Gambar 4 dapat dihitung secara manual bahwa amplitudo maksimal dari gelombang EKG pertama adalah sebesar 9mm. Tahap berikutnya adalah segmentation. Hasil segmentation dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 . Citra hasil *segmentation*

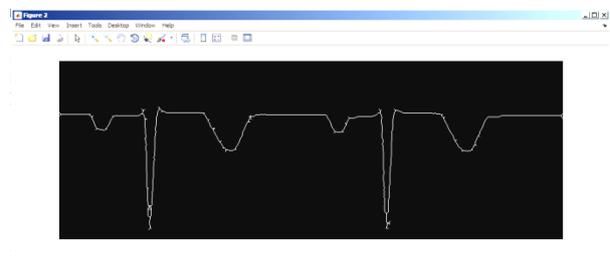
Pada Gambar 5 terlihat citra biner dengan grafik EKG berwarna putih dan latar belakang berwarna hitam. Pada citra tersebut masih terlihat adanya noise salt and pepper.



Gambar 6 . Citra hasil filtrasi

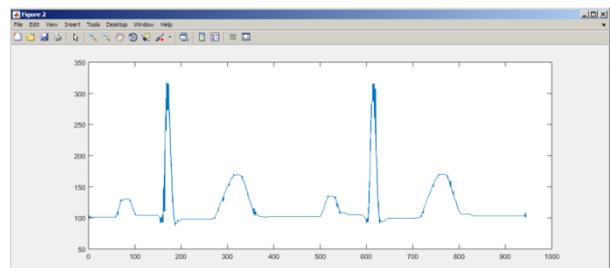
Setelah dilakukan filtrasi, maka noise salt and pepper tidak terlihat lagi, sebagaimana terlihat pada Gambar 6. Karen matlab melakukan indeks dari bagian kiri atas, maka citra harus di flip untuk mendapatkan indeks yang tepat.

Proses selanjutnya adalah skeletoning yang menipiskan citra, dengan harapan tidak terjadi redundansi vektor. Gambar 7 menampilkan hasil skeletoning.

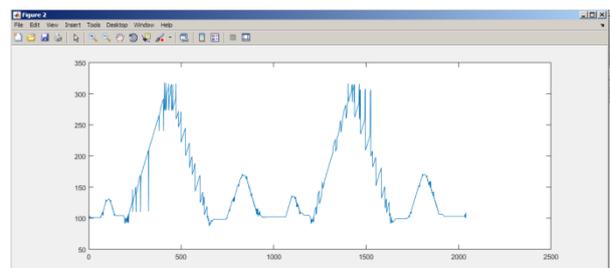


Gambar 7 . Citra hasil *skeletoning*

Proses selanjutnya adalah deteksi pixel 0. Pada tahap ini didapatkan sebuah matiks 2 dimensi. Hasil plot matriks tersebut adalah sebagaimana pada Gambar 8.

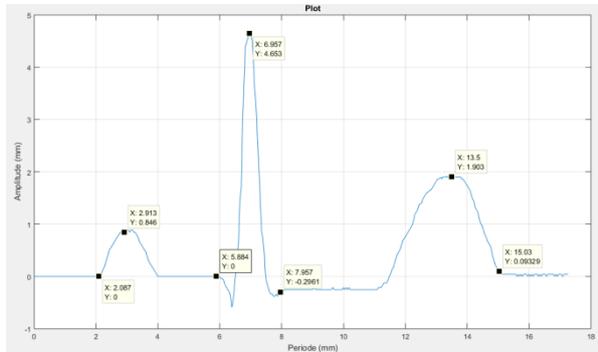


Gambar 8 . Plot matriks indeks 0



Gambar 9 . Plot index x redundansi

Pada Gambar 9 terlihat plot sinyal yang tidak bersesuaian dengan citra awal Gambar 4, hal ini karena adanya redundansi koordinat x. Agar didapatkan sinyal yang sesuai, maka redundansi harus dihilangkan. Hasil penghilangan redundansi dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10 . Plot vektor x tanpa redundansi

Vektor tersebut disimpan dengan format file *.dat. Ukuran file yang dihasilkan untuk file tersebut adalah sebesar 10kB.

5. Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan penelitian ini, maka didapatkan beberapa hal berkaitan dengan kesimpulan dan saran.

5.1 Kesimpulan

Teknik pixel indexing terbukti dapat digunakan untuk mengubah citra grafik menjadi vektor dengan ukuran file yang sangat kecil, yaitu 7kB. Pola plot vektor yang dihasilkan sudah bersesuaian dengan citra awal EKG, namun tahapan-tahapan pre processing sangat berpengaruh terhadap hasil digitalisasi, terutama berkaitan dengan noise dan ketetangaan pixel pada hasil skeletoning.

5.2 Saran

Vektor dengan ukuran sangat kecil dapat disimpan dalam database, sehingga dapat digunakan untuk keperluan-keperluan lain. Vektor tersebut juga dapat diproses lebih lanjut menggunakan metode kecerdasan buatan untuk dapat memprediksi kelainan-kelainan jantung manusia.

6. Daftar Rujukan

- [1] Shrivastava P. and Panbude S, 2014. Digitization of ECG Paper Records Using MATLAB. *International Journal of Innovative and Exploring Engineering (IJITEE)*,4(6).
- [2] Patil R and Karandikar R, 2015. Digitization of Documented Signal Using Vertical Scanning, *International Conference on Microwave, Optical and Communication Engineering (ICMOCE)*, Bhubaneswar, pp.239-242
- [3] Berbari E., 2000. *Biomedical Engineering Fundamental*. Second Edition: The Bimedical Engineering Handbook. Indiana: University/Purdue University
- [4] Wilhelm B and Mark J., 2016. *Digital Image Processing an Algorithmic Using Java`* Secon Edition, London :Spinger-Verlag

- [5] Marvin C. And Agus P., 2007. *Pengolahan Citra Digital Menggunakan Matlab Image Processing Toolbox*, Bandung:Informatika
- [6] Shen T. dan Laio T., 2009. Image Processing on ECG Chart for ECG Signal Recovery, *Computers in Cardiology*, Taiwan, pp. 725–728.
- [7] Badilini F., Zareba, W., ERDEM T., Moss A., 2005. ECGScan: a method for conversion of paper electrocardiographic printouts to digital electrocardiographic files, *Journal of Electrocardiology*, pp. 310– 318.
- [8] Silva A., Oliveira H., Lins R., 2015. Converting ECG and Other Paper Legated Biomedical Maps into Digital Signals, Federal University of Pernambuco- UFPE.
- [9] Lawson WT., Wagner GS. and Startt-Selvester RS. and Ybarra GA., 1995. New method for Digitization and Computerized Analysis of Paper Recordings of Standard 12-Lead Electrocardiograms, *Computers in Cardiology, Los Angeles IEEE press*, pp. 41-44.
- [10] Kao T, Len-Jon Hwang, Yui-Han Lin, Tzong-Huei Lin and hia-Hung Hsiao, 2001. Computer Analysis of the Electrocardiograms from ECG Paper recordings, *Proceedings of the 23rd Annual EMBS International*
- [11] John C. R., 1998, *The Image Processing Handbook*. Third Edition, Atlanta: CRC Press.
- [12] Burghardt C, 2011, *ECG Interpretation Made Incredibly Easy*, Philadelphia: Wolter Kluwer Health.