

PENGENALAN RITME ELEKTROKARDIOGRAFI DALAM MENDETEKSI KELAINAN JANTUNG

Arifin¹, Nana Ramadijanti², Mochamad Rochmad², Arif Basofi²

Mahasiswa¹, Dosen²

Jurusan Teknik Informatika

Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Kampus PENS-ITS Keputih Sukolilo Surabaya 60111

Telp (+62)31-5947280, 5946114, Fax. (+62)31-5946114

Email: muh.arifin.putra@gmail.com

Abstrak

Proyek akhir ini dibuat aplikasi untuk mengklasifikasi kelainan ritme jantung dengan menggunakan gambar sinyal *Elektrokardiografi*(EKG). Gambar diproses dengan menggunakan *Integral Proyeksi* untuk dicari informasinya dan menerapkan *Image Prosesing*. Informasi yang dicari berupa gelombang QRS, interval antar gelombang QRS dan ada tidaknya gelombang tambahan. Input adalah gambar sinyal EKG yang dicari cirinya atau informasinya. Ciri atau informasi tersebut digunakan sebagai masukan metode *jaringan syaraf tiruan backpropagation* untuk diklasifikasi menjadi kelainan ritme jantung. Hasil keluaran adalah jenis kelainan ritme jantung (normal sinus rhythm (nsr), sinus brady, sinus tachicardia dan irreguler) dengan learning rate 0.018450 dan error simpangan sebesar 2.5 %, sehingga tingkat keberhasilan sebesar 97.5 %.

Kata kunci : *Elektrokardiografi*(EKG), *integral proyeksi*, *image prosesing*, *jaringan syaraf tiruan*, *backpropagation*.

1. Pendahuluan

Sinyal elektrokardiografi(EKG) adalah sinyal yang dihasilkan dari irama jantung yang kontinyu.[8] Sinyal ini memiliki informasi yang merepresentasikan kondisi jantung. Untuk mengambil informasi ini tidaklah mudah, diperlukan ilmu dan analisa yang menyangkut tentang bidang kardiologi.

Permasalahan yang menjadi landasan dari tugas akhir ini adalah bahwa terdapat alat pengambilang sinyal elektrokardiografi yang belum diolah dan tidak dapat menyimpulkan kelainan sinyal jantung yang diperuntukkan sebagai analisa dalam pembelajaran di salah satu perguruan tinggi negeri di surabaya. Institusi tersebut adalah politeknik elektronika negeri surabaya.

Dalam institusi tersebut, alat yang digunakan adalah Biopac yang berada di laboratorium medikal elektronika . Pemanfaatan alat tersebut sangat dibutuhkan sebagai bahan analisa sinyal jantung yang diambil dari mahasiswa. Sehingga mahasiswa dapat mengetahui informasi yang menyangkut kelainan ritme

jantung seperti Normal Sinus Rhythm (NSR), Sinus Brady, Sinus Tachycardia dan Irreguler.

Sinyal yang diambil dilakukan proses dengan pemrosesan sinyal. Namun, dalam proyek akhir ini pengenalan sinyal ritme elektrokardiografi tersebut dilakukan dengan menggunakan pemrosesan image. Sehingga pendekatannya diubah dari domain frekuensi menjadi domain spasial. Target awal pemrosesan secara online, namun dalam proyek akhir ini akan dilakukan offlinenya yang berguna untuk klasifikasi kelainan ritme EKG.[9]

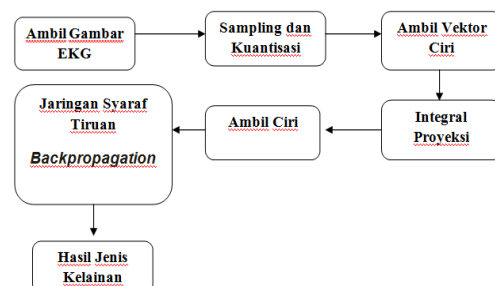
Gambar sinyal EKG diproses dengan menggunakan integral proyeksi dan jaringan syaraf tiruan dengan melakukan pendekatan pola sinyal yang dibinnerkan. Hal ini akan mempermudah pengenalan dan mempercepat proses identifikasi ciri gelombang QRS, interval RR dan ketidak samaan interval RR.[11]

Berdasarkan uraian di atas, maka permasalahan yang timbul dalam pengerjaan proyek akhir ini antara lain adalah membuat sistem dengan menggunakan metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation* dengan learning rate dan error terbaik serta membuat system yang dapat mengklasifikasi gambar sinyal elektrokardiografi (EKG) sesuai dengan kelainan jantung dengan error terkecil.

Proyek akhir ini ditujukan bagi laboratorium elektronika medikal sebagai software untuk menganalisa sinyal biopac dengan jenis kelainan ritme jantung(normal sinus rhythm (NSR), sinus brady, sinus tachicardia dan irreguler).

2. Metodologi

Metodologi yang digunakan dalam menyelesaikan proyek akhir ini

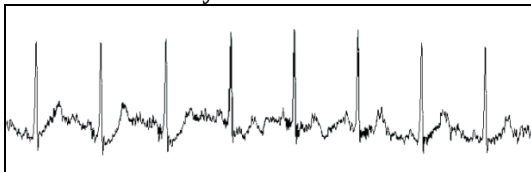


Gambar 1 Sistem Pengenalan Kelainan Ritme EKG

Penelitian ini akan dimulai dengan pengumpulan data sinyal pada EKG. Data tersebut berupa file gambar yang mencerminkan ritme keadaan jantung. Data sinyal pada EKG tersebut kemudian akan dipisahkan kedalam dua bagian, yaitu data untuk pelatihan dan data untuk pengujian.

Terdapat empat jenis data yang akan dilakukan pengenalan kelainan ritme jantung. Ada satu normal sinyal ritme EKG dan ada tiga kelainan ritme EKG. Data tersebut adalah sebagai berikut :

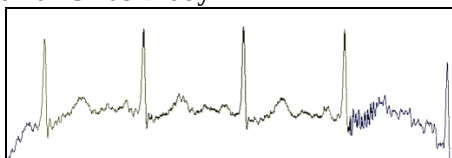
1. Normal Sinus Rhythm



Gambar 2 Normal Sinus Rhythm

Normal sinus rhythm didapat dari hasil pengamatan enam detik, ritme atau irama yang tetap, dan tidak ada denyut tambahan yaitu denyut yang terlalu cepat atau terlalu lambat. Ada 8 QRS dan gelombang P terlihat sama, interval PR sebesar 160 milliseconds, normalnya 120 sampai 200 milliseconds . Ukuran lebar QRS sekitar 80 milliseconds , normalnya sekitar 120 milliseconds.

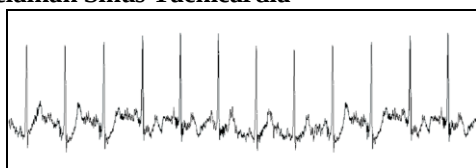
2. Kelainan Sinus Brady



Gambar 3 Sinus Brady

Gambar Sinus Brady merupakan hasil dari pengamatan enam detik, ritme atau irama yang tetap, dan tidak ada denyut tambahan, yaitu denyut yang terlalu cepat atau terlalu lambat. Ada 5 QRS dan gelombang P terlihat sama, interval PR sekitar 180 milliseconds, normalnya 120 milliseconds sampai 200 milliseconds. Hal ini sesuai dengan kriteria sinus rhythm, tetapi ritmenya lebih lambat dari 60 denyut permenit. Ukuran lebar QRS sekitar 60 milliseconds, normalnya sekitar 120 milliseconds.

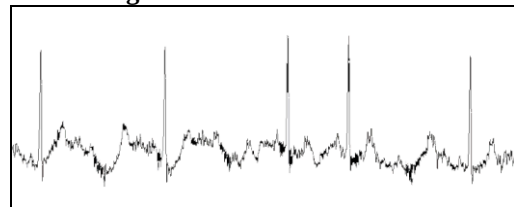
3. Kelainan Sinus Tachicardia



Gambar 4 Sinus Tachicardia

Gambar Sinus Tachicardia merupakan pengamatan enam detik, ritme atau irama yang tetap, dan tidak ada denyut tambahan yaitu denyut yang terlalu cepat atau terlalu lambat. Ada 12 QRS . Gelombang P terlihat sama, interval PR sekitar 16 milliseconds. Hal ini sesuai dengan kriteria sinus rhythm, tetapi ritmenya lebih cepat dari 100 denyut permenit. Ukuran lebar QRS sekitar 60 milliseconds, normalnya sekitar 120 milliseconds.

4. Kelainan Irregular



Gambar 5 Irregular

Dari gambar Irregular sama dengan kriteria sinus rhytme, yang membedakannya adalah pada gelombang ini iramanya tidak teratur dan adanya gap tanpa adanya gelombang yang muncul.

Proses selanjutnya adalah memilih gambar EKG yang akan diteliti guna mengetahui kelainan ritme jantung.

1. Sampling dan Kuantisasi

Pemrosesan gambar berukuran 750x300 pixel akan dilakukan sampling 5x5. Jika dalam pixel 5x5 terdapat warna pixel hitam atau sejenisnya maka akan diinisialisasi biner 1 jika tidak akan diinisialisasi 0. Sehingga hasil dari sampling dan kuantisasi adalah fitur vektor dalam biner dengan ukuran 150x60. Binner tersebut nantinya akan digunakan untuk menemukan pola-pola dengan menggunakan integral proyeksi.[10]

2. Ambil Vektor Ciri

Ciri yang dimaksud adalah vector dari pola gelombang puncak QRS yang tersimpan pada file txt.

```

00000
01110
01110
01110
01110
01110
01110
01110
01110
01110
01110

```

Gambar 6 Pola Gelombang QRS

Melakukan pengambilan ciri vektor dari dalam array. Menjumlahkan nilai kolom dan baris untuk pengenalan pola gelombang QRS.

3. Integral Proyeksi

Merupakan penggunaan integral proyeksi pada puncak gelombang QRS dari fitur vector 0 10 10 10 0 0 3 3 3 3 3 3 3 3 3. Dari hasil fitur vektor tersebut digunakan untuk membandingkan fitur vektor pada gambar sinyal Elektrokardiografi (EKG). Sehingga akan dihasilkan letak gelombang QRS.[11]

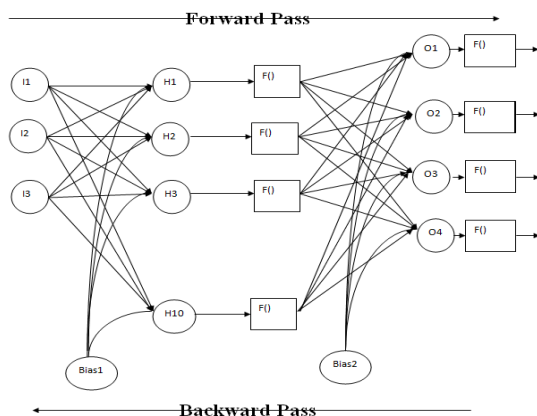
Terdapat kriteria untuk menentukan letak puncak gelombang QRS. Berikut ini adalah kondisi tersebut.

1. Jumlah fitur ke 1,3,5 dan 6 pada fitur vektor gambar sinyal memiliki jumlah sama dengan jumlah nilai pada fitur ke 1,3,5 dan 6 fitur vektor QRS yaitu berjumlah 0,10,0, dan 0..
2. Fitur vektor ke-2 dan ke-4 pada fitur vektor gambar sinyal memiliki jumlah kurang dari 10.
3. Fitur vektor gambar sinyal ke-7 sampai ke-16 memiliki jumlah kurang dari tiga dan tidak boleh bernilai nol.

4. Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*

Hal pertama yang dilakukan adalah mengambil data asli sebagai data training, sehingga menghasilkan bobot final yang terbaik. Untuk proses mapping dilakukan pemrosesan untuk input gambar EKG yang baru dengan hasil bobot dari training. Sehingga akan menghasilkan nilai, dimana nilai tersebut akan menentukan jenis kelainan jantung.[14]

Untuk lebih jelasnya proses backpropagation dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 7 Sistem Backpropagation

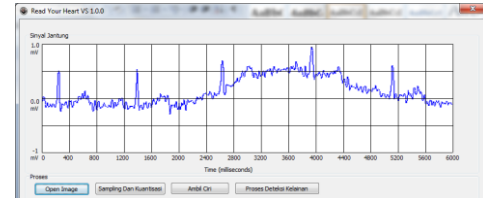
Proses pertama saat umpan maju (*feedforward*) adalah

- Setiap unit *input* (I_i) menerima *input* dan menyebarkan sinyal tersebut pada tiap *hidden* layer unit (H_j).
- Setiap *hidden* unit kemudian akan menghitung aktifasinya dan mengirim sinyal ($f()_j$) ke tiap unit output.
- Setiap unit *output* (O_k) akan menghitung aktifasinya ($f()_k$) untuk menghasilkan respon terhadap input yang diberikan jaringan. Saat proses *training*, setiap unit output membandingkan aktifasinya ($f()_k$) dengan nilai target (*desired output*) untuk menentukan besarnya error.
- Berdasarkan error tersebut dihitung faktor δ_k . faktor δ_k digunakan untuk mendistribusikan error dari *output* kembali ke layer sebelumnya.
- Dengan cara yang sama, faktor δ_k juga dihitung pada *hidden* layer unit H_j . faktor δ_k digunakan untuk memperbaharui bobot antara *hidden* layer dan *input* layer.

Pembaharuan bobot W_{jk} (dari *hidden* unit H_j ke unit *output* O_k) dilakukan bersamaan faktor dan aktivasi $f()_j$ dari *hidden* unit H_j . Sedangkan, pembaharuan bobot v_{ij} (dari *input* unit I_i ke *hidden* unit H_j) dilakukan berdasarkan faktor δ_j dan aktivasi x_i dari input.

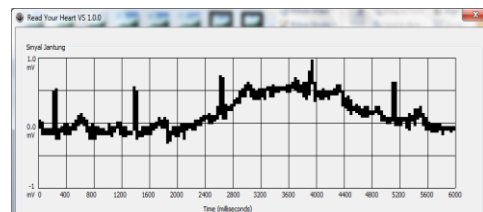
3. Result

Berikut hasil output Pengenalan kelainan ritme EKG



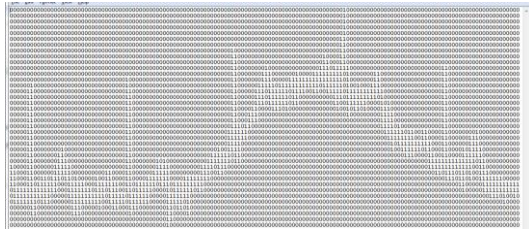
Gambar 8 Sinyal EKG awal

Gambar sinyal EKG masih dalam bentuk analog. Harus dilakukan konversi ke digitan dengan merubah menjadi grid-grid agar mudah untuk pengambilan informasi di dalam gambar sinyal EKG.



Gambar 9 Hasil Tampilan Sinyal Setelah Sampling dan Kuantisasi

Hasil berupa gambar sinyal yang berupa grid-grid. Sehingga mudah dilakukan proses pengambilang ciri-ciri atau informasi yang diperlukan



Gambar 10 Hasil Binner Hasil Sampling dan Kuantisasi

Hasil dari proses sampling dan kuantisasi akan disimpan dalam file txt yang isinya berupa file binner 1 atau 0.

Proses selanjutnya adalah mengambil informasi dari gambar EKG yang telah di sampling dan kuantisasi. Hasilnya seperti gambar 11

Ciri Sinyal
 jumlah Gelombang QRS/top = 5 Gelombang
 ada 50 denyut/menit
 Jarak Antar Gelombang QRS/top = 1200 milliseconds
 ritme atau irama tetap (tidak ada denyut tambahan)

Gambar 11 Hasil Pengambilan ciri

Setelah ciri didapatkan. Maka dilakukan klasifikasi dengan jaringan syaraf tiruan backpropagation. Sehingga didapatkan hasil sebagai berikut.

Output Kelainan
 Sinus Brady

Dibawah ini adalah nilai desimal dari setiap Output
 [0.008881] - [0.090715] - [0.987330] - [0.036328]
 Dibawah ini adalah Nilai Binner dari Output
 [0] - [0] - [1] - [0]

Gambar Hasil Pengenalan Kelainan Jantung

Kehandalan Metode

Untuk mengenali kelainan ritme pada sinyal jantung digunakan metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation*. Dibawah ini beberapa uji coba yang dilakukan untuk menguji kehandalan metode yang digunakan.

Tabel 1 adalah tabel untuk ujicoba metode dengan merubah jumlah data training dan melakukan beberapa kali training untuk mendapatkan error terkecil. hasilnya dapat dilihat seperti pada tabel 1.

Table 1 Ujicoba Dengan Jumlah Data Traning

Training ke -	20 Data		40 Data		60 Data		80 Data		100 Data	
	Error	Learning rate	Error	Learning rate	Error	Learning rate	Error	Learning rate	Error	Learning rate
1	0.015494	0.045045	0.093324	0.045045	0.092755	0.045045	0.040476	0.045045	0.078588	0.045045
2	0.017151	0.045045	0.123456	0.045045	0.05876	0.045045	0.065162	0.045045	0.064793	0.045045
3	0.02019	0.045045	0.094073	0.045045	0.092268	0.045045	0.067522	0.045045	0.067722	0.045045
4	0.023043	0.045045	0.123451	0.045045	0.071397	0.045045	0.042506	0.045045	0.066774	0.045045
5	0.044246	0.045045	0.123456	0.045045	0.091573	0.045045	0.056798	0.045045	0.037478	0.045045
6	0.064436	0.045045	0.115543	0.045045	0.041805	0.045045	0.075321	0.045045	0.053855	0.045045
7	0.021039	0.045045	0.123495	0.045045	0.091673	0.045045	0.079615	0.045045	0.068908	0.045045
8	0.066384	0.045045	0.110483	0.045045	0.090274	0.045045	0.044915	0.045045	0.068817	0.045045
9	0.017555	0.045045	0.123456	0.045045	0.091673	0.045045	0.057736	0.045045	0.049466	0.045045
10	0.044806	0.045045	0.123887	0.045045	0.022248	0.045045	0.067406	0.045045	0.008773	0.079086

Tabel 1 adalah tabel hasil uji coba metode dengan merubah jumlah data training dan melakukannya beberapa kali. Hasil error terkecil adalah pada jumlah data training 100 dan dilakukan sebanyak 10 kali uji coba dengan hasil error 0.008773 dan learning rate sebesar 0.079086.

Tabel 2 adalah tabel untuk ujicoba metode dengan merubah jumlah unit pada hidden layer.

Tabel 2 Uji Coba Unit pada hidden layer

No	Unit hidden layer	Learning Rate	Error
1	3	0.015015	0.171741
2	4	0.015015	0.160560
3	5	0.015015	0.146116
4	6	0.015015	0.020002
5	7	0.015015	0.138380
6	8	0.015015	0.111142
7	9	0.015015	0.113034
8	10	0.015015	0.012199

Dari table 2, pengujian metode dengan merubah jumlah unit untuk mencapai error terkecil. Dari hasil pengujian tersebut diperoleh error terbesar pada jumlah unit hidden layer sebesar tiga dengan error 0.171741 dan diperoleh error terkecil sebesar 0.012199 dengan jumlah unit 10 pada layer hidden.

Setelah diketahui jumlah unit terbaik yang akan digunakan, proses selanjutnya adalah mencari learning rate terbaik sehingga dihasilkan error terkecil. Hasil pengujian terlihat pada table 3

Table 3 Uji coba Masukkan μ_0

No	Masukkan μ_0	Learning Rate	Error
1	0.01	0.050050	0.079777
2	0.02	0.010010	0.066416
3	0.03	0.015015	0.012199
4	0.04	0.020020	0.091993
5	0.05	0.025025	0.089579
6	0.06	0.030030	0.088037
7	0.07	0.035035	0.080634

No	Masukkan μ_0	Learning Rate	Error
8	0.08	0.040040	0.050644
9	0.09	0.045045	0.078588
10	0.1	0.050050	0.064574

Setelah dilakukan beberapa uji coba, hasilnya terlihat pada table 3. Error terbesar ketika masukkan μ_0 sebesar 0.04 dengan error 0.091993 dan learning rate 0.020020. Untuk error terkecil sebesar 0.012199 dengan masukkan μ_0 adalah 0.03 dan menghasilkan learning rate sebesar 0.015015.

Dari uji coba merubah masukkan jumlah unit pada hidden layer dan masukkan μ_0 , diperoleh masukkan terbaik pada jumlah unit hidden layer dan μ_0 untuk digunakan pada metode jaringan saraf tiruan backpropagation. Untuk jumlah hidden layer sebesar 10 dan μ_0 sebesar 0.03 sehingga menghasilkan learning rate 0.015015 dan error 0.012199.

4. Penutup

Kesimpulan

Dari hasil uji coba sistem ini dapat ditarik beberapa kesimpulan:

1. Dengan menggunakan metode jaringan syaraf tiruan backpropagation telah tercapai learning rate sebesar 0.018450 dan MSE sebesar 0.009997 dengan target error sebesar 0.0100 pada iterasi ke-315.
2. Setelah sinyal elektrokardiografi diklasifikasi, selanjutnya dilakukan perbandingan hasil output dari software sebanyak 40 kali uji coba dengan data asal, maka menghasilkan error simpangan sebesar 2.5% dan keberhasilan sebesar 97.5%.

Saran

Dalam proses pengambilan data, sebaiknya dilakukan secara realtime agar pengenalan kelainan jantung segera diketahui hasilnya.

Daftar Pustaka

- [1]. Waslaluiddin ; Setiawan Wawan ; Wahyudin ,Asep(2008).*Klasifikasi Pola Sinyal Elektrik Jantung Pada Elektrokardiograf (Ekg) Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Berbasis Metode Backpropagation*.Bandung : Universitas Pendidikan Indonesia.
- [2]. Yoga Cahya Paratama ; Rita Magdalena ; Rizal Achmad(2007).*Analisis Perbandingan Algoritma Kompresi Pada Monitoring Sinyal Data Elektrokardiogram*. Bandung : Sekolah Tinggi Teknologi Telkom-Bandung
- [3]. Zoltán Germán-Salló(2005). *Applications Of Wavelet Analysis In Ecg Signal Processing* .Technical University Of Cluj-Napocas.
- [4]. Dayong Gao ; Michael Madden ; Michael Schukat. *Arrhythmia Identification from ECG*

Signals with a Neural Network Classifier Based on a Bayesian Framework. Ireland : Department of Information Technology National University of Ireland.

- [5]. Ondřej Polakovič(2005). *Backpropagation and his application in ECG classification*. Czech Republic : University of Ostrava.
- [6]. 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.
- [7]. TW Shen ; TF Laio. *Image Processing on ECG Chart for ECG Signal Recovery*. Tzu Chi University, Hualien, Taiwan.
- [8]. Dwi Andika, Bagus(2010).*PenjejukanObyek Menggunakan Metode Backpropagation*.Surabaya: Politeknik Elektronika Negeri Surabaya PENS-ITS.
- [9]. Ramadijanti, Nana(2009).*Sistem Visual Manusia dan Pengolahan Citra Digital*.Surabaya:Politeknik Elektronika Negeri Surabaya PENS-ITS.
- [10]. Nana Ramadijanti ; Achmad Basuki (2008). *Fitur Bentuk Pada Citra*. Surabaya:Politeknik Elektronika Negeri Surabaya PENS-ITS.
- [11]. *Sistem Syaraf Buatan* , from http://www.scribd.com/document_downloads/direct/46145780?extension=pdf&ft=1296426092<=1296429702&uahk=/fHPeEF7a+dsWxWOqU9rKDOIB0k
- [12]. Anugerah PSW(2007). *Perbandingan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Dan Metode Deret Berkala Box-Jenkins (Arima) Sebagai Metode Peramalan Curah Hujan*.Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- [13]. Setiawardhana. *Metode "Backpropagation"*. Surabaya : Politeknik Elektronika Negeri Surabaya PENS-ITS.
- [14]. Linsay Alan(2006). *ECG LERNING CENTER*. LDS Hospital Salt Lake City, Utah.