

DENOISING SINYAL ELEKTROKARDIOGRAM (EKG) MENGUNAKAN METODE FAST FOURIER TRANSFORM PADA SISTEM DETEKSI KANTUK

DENOISING OF ELECTROCARDIOGRAM (ECG) SIGNAL USING FAST FOURIER TRANSFORM METHOD IN DROWSINESS DETECTION SYSTEM

Sulis Setiowati¹, Muhammad Endar Haryansah Sitompul²

^{1,2}Politeknik Negeri Jakarta

¹ sulis.setiowati@elektro.pnj.ac.id, ² haryansah97@gmail.com

Abstrak

Salah satu penyebab kecelakaan lalu lintas adalah kantuk dimana tingkat konsentrasi dan kewaspadaan menurun. Tingginya angka kecelakaan karena faktor kantuk menjadi suatu permasalahan yang memiliki urgensi tinggi untuk diselesaikan. Sistem deteksi kantuk merupakan solusi permasalahan tersebut. Sinyal EKG adalah salah satu parameter sistem deteksi kantuk. Sinyal denyut listrik kecil memicu detak jantung dan memicu kontraksi otot jantung. Sinyal-sinyal listrik ini dapat dideteksi menggunakan elektroda yang terpasang pada permukaan kulit atau dalam jarak kecil dari kulit. Sinyal EKG merepresentasikan aktivitas listrik jantung pada berbagai tahap aliran darah di jantung. Setiap siklus jantung menghasilkan gelombang EKG yang ditunjuk sebagai P, Q, R, S dan T. Namun, sinyal elektrokardiogram yang dihasilkan oleh sensor masih terdapat noise yang menyebabkan sulitnya menganalisa dan mendapatkan informasi dalam sinyal tersebut. Pada penelitian ini akan dilakukan denoising sinyal elektrokardiogram menggunakan metode fast fourier transform (FFT). Sensor AD8232 digunakan untuk mendeteksi sinyal kelistrikan jantung lalu diakuisi datanya menggunakan arduino uno. Data sinyal yang di akuisisi oleh arduino ditampilkan pada layar LCD untuk mengetahui sinyal secara langsung. Proses pengolahan sinyal dilakukan menggunakan komputer dengan mengirim sinyal yang sudah di akuisisi oleh arduino uno menggunakan media USB serial. Selanjutnya data sinyal disimpan selama 10 detik untuk diproses denoising sinyal menggunakan metode Fast Fourier Transform sehingga hasil dari sinyal EKG dapat divisualisasi dengan baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan metode FFT, sinyal raw EKG 3.30 v dapat terdenoising dengan baik sampai 3.30 v sehingga dapat di proses untuk tahap selanjutnya.

Kata kunci: alat rekam jantung (EKG), fast fourier transform, heart rate mean, R-R interval

Abstract

One of the causes of traffic accidents is drowsiness where the level of concentration and alertness decreases. The high number of accidents due to drowsiness is a problem that has a high urgency to be resolved immediately. The drowsiness detection system is one solution to this problem. The ECG signal is one of the parameters of the drowsiness detection system. The electric pulse signal triggers the heartbeat and triggers the contraction of the heart muscle. This electrical signal can be detected using electrodes that are placed on the surface of the skin. The ECG signal represents the electrical activity of the heart at various stages of blood flow in the heart. Each cardiac cycle produces EKG waves called P, Q, R, S, and T signals. However, the electrocardiogram signal generated by the sensor still contains noise, making it difficult to analyze and obtain information in the signal. In this research, denoising the electrocardiogram signal will be carried out by using the fast Fourier transform (FFT) method. The AD8232 sensor is used to detect the heart's electrical signal and then the data is acquired using the Arduino Uno. The signal data acquired by Arduino is displayed on the LCD screen to find out the signal directly. The signal processing process is carried out using a computer by sending a signal that has been acquired by Arduino Uno using serial USB media. Furthermore, the signal data is stored for 10 seconds to denoise the signal using the Fast Fourier Transform method so that the results of the ECG signal can be visualized properly. The results showed that with the FFT method, the raw ECG signal of 3.30 v can be filtered well to 3.30 v so that it can be processed for the next stage.

Keywords: heart record tool (ECG), heart rate mean, fast fourier transform, R-R interval

1. PENDAHULUAN

Berkendara memiliki banyak resiko salah satunya terjadi kecelakaan. Penyebab dari kecelakaan tersebut umumnya disebabkan oleh faktor *human error*, salah satunya adalah mengantuk [1]. Berdasarkan [2] bahwa pengemudi dengan rasa kantuk yang berlebihan dan gangguan tidur lainnya memiliki tingkat kecelakaan lebih besar dibandingkan dengan individu yang terjaga, dan diperkirakan bahwa 10-30% dari tabrakan ini terkait dengan pengemudi mengantuk atau kelelahan pengemudi. Berdasarkan data dari Jasa Marga, kantuk menduduki 21% dari total kecelakaan lalu lintas di Indonesia.

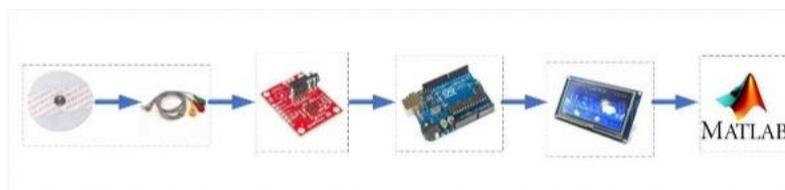
Untuk menghindari kecelakaan akibat dari kantuk, perlu kiranya untuk memonitoring kondisi pengemudi. Penelitian terkait deteksi atau klasifikasi kantuk mulai banyak dikembangkan dengan berbagai parameter dan metode [2-4]. Berdasarkan [5] kantuk dapat dimonitoring dengan mengetahui kondisi detak jantung seseorang, umumnya didapat dengan menggunakan data dari alat rekam jantung elektrokardiogram (EKG). Berdasarkan pemaparan di atas, peneliti menganalisa sinyal denyut listrik kecil yang memicu detak jantung dan memicu kontraksi otot jantung. Sinyal-sinyal listrik ini dapat dideteksi menggunakan elektroda yang terpasang pada permukaan kulit atau dalam jarak kecil dari kulit yaitu sinyal EKG. Sinyal EKG merepresentasikan dari aktivitas listrik jantung pada berbagai tahap aliran darah di jantung. Setiap siklus jantung menghasilkan gelombang EKG yang ditunjuk sebagai P, Q, R, S dan T untuk mewakili berbagai fase detak jantung.

Sinyal EKG tersebut dapat direpresentasikan dengan menggunakan module AD8232 yang merupakan penguat (Op Amp) yang dapat membaca listrik kecil memicu detak Jantung dari electrode yang menempel pada tubuh. Namun sinyal detak jantung keluaran EKG pada umumnya terdapat banyak gangguan noise yang membuat sulit mendapatkan nilai gelombang PQRS [6]. Pada penelitian ini akan dilakukan denoising sinyal pada *pre-processing* sinyal EKG menggunakan Fast Fourier Transform. Fast Fourier Transform adalah salah satu metode yang banyak digunakan dalam preprocessing sinyal. Proses pengolahan sinyal dilakukan menggunakan komputer dengan mengirim sinyal yang sudah di akuisisi oleh arduino uno menggunakan media usb serial.

2. METODOLOGI

2.1 Preprocessing sinyal

Penelitian ini disajikan dalam box berdimensi 11cm × 11cm × 9cm yang berisi Arduino Nano, Modul AD 8232, dan LCD nextion *touchscreen*. Alat ini akan menampilkan sinyal ECG seseorang yang kemudian di *processing* menggunakan software MATLAB dengan menggunakan metode pengolahan sinyal *FFT (Fast Fourier Transform)*. Blok diagram alat dapat dilihat pada Gambar 1.



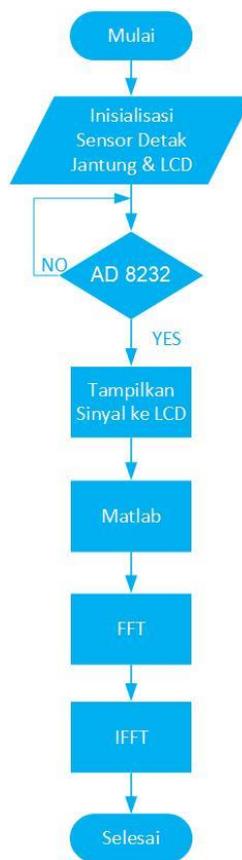
Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Penjelasan fungsi pada bagian Blok Diagram pada Gambar 2 adalah sebagai berikut:

1. Sensor *electrode* EKG sebagai pendeteksi sinyal kelistrikan jantung dari permukaan kulit yang dikonversi menjadi sinyal elektrik agar dapat diukur.

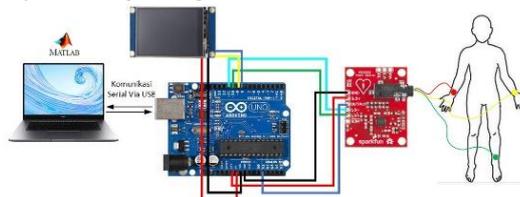
2. AD8232 bertindak sebagai OP-Amp untuk membantu mendapatkan sinyal yang jelas dari sinyal PQRST lebih mudah. Terdapat LED indicator yang akan menyala seiring dengan detak irama jantung.
3. Arduino berfungsi sebagai penghubung sensor dengan komputer dan untuk menghubungkan ke software Matlab.
4. LCD untuk menampilkan sinyal detak jantung EKG secara langsung.
5. Matlab sebagai software pemrosesan sinyal detak jantung menggunakan metode *Fast Fourier Transform*.

Proses pengambilan sinyal EKG dan denoising dapat di representasikan menggunakan flowchart seperti pada Gambar 2. Sinyal dari sensor akan di olah menggunakan MATLAB dimana di dalam software tersebut diaplikasikan metode Fast Fourier Transform sebagai analisator sinyal.



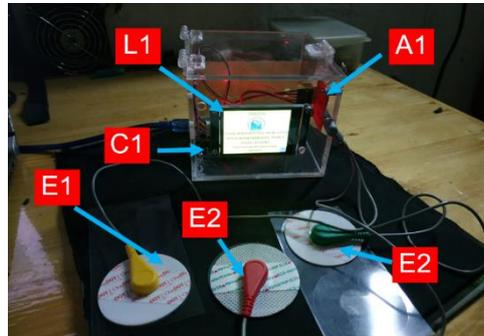
Gambar 2. Flow Chart Sistem.

Wiring alat ini dapat dilihat pada Gambar 3 dimana elektroda sensor di letakkan pada 3 titik tubuh manusia untuk mendapatkan sinyal detak jantung (EKG).



Gambar 3. Wiring diagram Alat

Realisasi alat dilakukan berdasarkan perancangan alat yang telah dibuat baik *hardware* dan *software*, dimana setelah pembuatan rancang bangun alat selanjutnya pembuatan algoritma dan pemrograman.

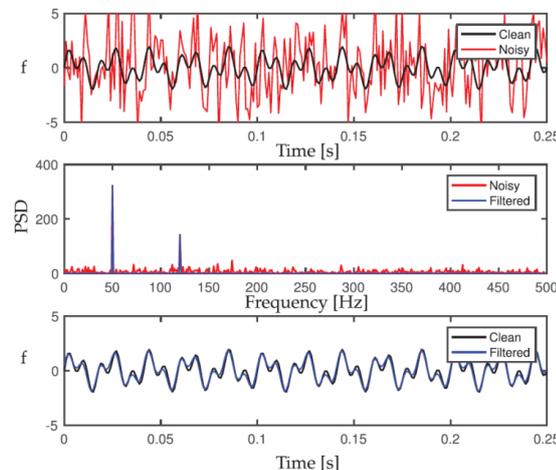


Gambar 4. Realisasi Alat

Aktifitas listrik dari sel-sel yang ada di dalam tubuh menimbulkan sinyal listrik yang disebut biopotensial. Biopotensial dalam tubuh memiliki tegangan yang sangat kecil, sekitar 0-5 mV. Supaya dapat terbaca oleh Arduino Nano perlu dikuatkan menjadi 0-5 V. Penguatan yang dihasilkan oleh Kit AD8232 adalah sebesar 100X agar dapat terbaca oleh Arduino nano. Sinyal biopotensial tidak hanya pada jantung, tapi juga diakibatkan otot dan emosi. Kemampuan memperkuat sinyal EKG yang kecil serta menghilangkan efek dari tegangan offset sinyal DC yang ditimbulkan offset internal op-amp maupun offset karena efek nonpolarisasi yang kurang ideal dari elektroda. Realisasi alat dan wiring alat dapat dilihat pada Gambar 4.

2.2 Fast Fourier Transform

Fast Fourier Transform adalah suatu algoritma untuk menghitung transformasi fourier diskrit dengan cepat dan efisien. FFT dianggap sebagai teknik analisis sinyal yang paling populer, pada umumnya telah diterapkan untuk mengenali frekuensi komponen yang diinginkan. Salah satu keuntungan FFT dari teknik frekuensi domain adalah mempertahankan tahap informasi sinyal yang mungkin membuat transformasi inverse dan relatif sederhana. Pada prinsipnya pengolahan data dilakukan dengan mengonversi data waktu dengan metode Fast Fourier Transform (FFT) [8-10]. Pengolahan data menggunakan FFT ini mempercepat dalam mengkonversi data domain waktu menjadi domain frekuensi dan mampu menyajikan banyak komponen frekuensi yang terdapat dalam sinyal. Pada Gambar 5 adalah proses denoising sinyal menggunakan FFT.

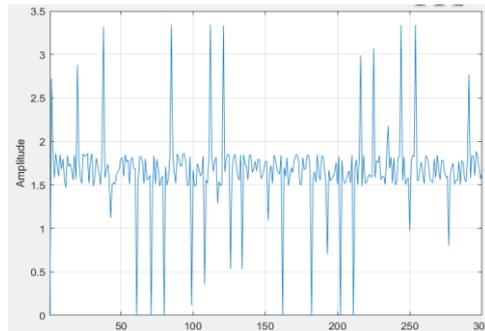


Gambar 5. De-noising dengan FFT

(atas) Noise ditambahkan ke sinyal sederhana yang diberikan oleh jumlah dua gelombang sinus. (tengah) Di domain Fourier, puncak yang dominan dapat dipilih dan noise disaring. (bawah) Sinyal noise diperoleh dengan invers Fourier mentransformasikan dua puncak dominan [7]

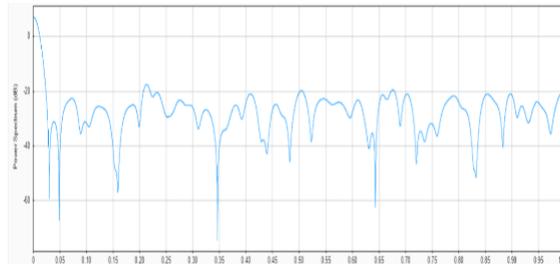
3. PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan untuk membandingkan hasil input EKG dengan output IFFT dan menganalisa bentuk gelombang, hasil filter IFFT dan mendapatkan sinyal domain frekuensi hasil FFT. Pengujian dilakukan dengan mengambil raw data dari AD8232 dari responden dan menghasilkan raw data pada Gambar 6.



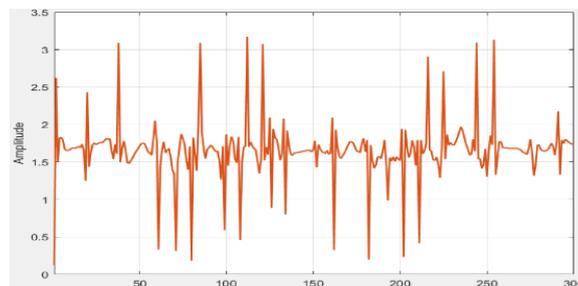
Gambar 6. Raw Data dari AD8232

Data sinyal EKG tersebut akan diolah menggunakan FFT untuk menghilangkan noise yang masih terdapat pada sinyal. Hasil pengolahan sinyal menggunakan FFT terdapat pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil Pengolahan Sinyal Menggunakan FFT

Hasil pengolahan FFT akan diinverskan untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan yaitu dalam spectrum amplitude. Gambar 8 merupakan hasil pengolahan invers FFT yang mengalami perubahan karena denoising sinyal.



Gambar 8. Hasil Output Pengolahan invers Fast Fourier Transform

Data diambil dari sensor elektroda lalu di kuatkan menggunakan AD8232. Keluaran dari AD8232 sebagai input Arduino dan sinyal amplitudo dari EKG di korversi menjadi bentuk tegangan(v) 0 s.d 5 lalu sinyal di olah menggunakan software matlab dan sinyalnya disimpan dengan mengambil *sample* sinyal selama 10 detik lalu di proses menggunakan FFT menjadi bentuk domain frekuensi seperti pada gambar percobaan diatas. lalu di *inverse FFT* untuk di kembalikan menjadi bentuk sinyal time domain.

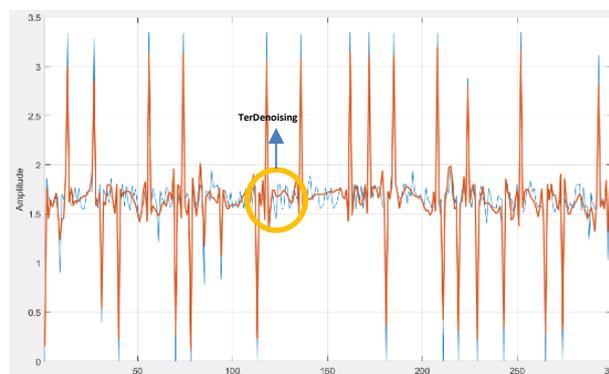
Tabel 1. Pengujian Pada responden pertama

Percobaan	Raw EKG (v)	Heart Rate (Bpm)	RR Interval (s)	IFFT EKG (v)
1	3.34	54	1,1	3,11
2	3,30	60	1	2,91
3	3,35	56	1.07	2,94

Tabel 2. Pengujian Pada responden Kedua

Percobaan	Raw EKG (v)	Heart Rate (Bpm)	RR Interval (s)	IFFT EKG (v)
1	3,35	67	0,96	3,14
2	3,23	70	0,85	2,97
3	3,35	66	0,9	3,19

Berdasarkan data pengujian tingkat keberhasilan dengan membandingkan hasil *raw data input* dan pengolahan sinyal menggunakan *FFT* dan di kembalikan ke *time domain* maka didapat nilai amplitudo dari *IFFT* lebih kecil dari *raw data* dari AD8232 dikarenakan masih adanya noise seperti adanya suara dan getaran yang bisa mengganggu gelombang sinyal EKG meskipun terdapat filter di module AD8232 yaitu *high pass filter* dan *low pass filter* yang membuat sinyal EKG membentuk gelombang PQRST. Namun, gelombang masih membutuhkan denoising untuk mereduksi sinyal noise sekecil mungkin untuk mendapatkan visualisasi sinyal asli dari EKG. Penggunaan FFT pada penelitian ini untuk mendenoising sinyal EKG seperti pada percobaan satu dan dua pada responden pertama atau percobaan satu dan dua pada responden kedua. Pada penelitian ini menunjukan hasil dari sinyal tersebut dapat terdenoising dengan bak. Untuk lebih jelasnya pada gambar berikut mengambil salah satu contoh pengujian tersebut dan di gabungkan antara sinyal raw data dan hasil *IFFT* yang terlihat pada gambar 9. Hasil dari percobaan tersebut di lakukan terhadap responden yang sedang tertidur sehingga data *heart rate* rata rata relative cukup kecil.



Gambar 9. Gabungan raw data ECG dan hasil *IFFT*

Gambar lingkaran tersebut menunjukan bahwa sinyal yang sebelumnya masih terdapat noise telah tereduksi sehingga menghasilkan sinyal PQRST yang lebih jelas. Sinyal PQRST yang telah di

dilakukan preprocessing selanjutnya akan dijadikan parameter system deteksi kantuk dimana dasar klasifikasi adalah sinyal PQRST tersebut.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan tentang hasil pengolahan sinyal processing menggunakan metode Fast Fourier Transform dalam pengolah sinyal EKG dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan FFT membantu mendapatkan R peak sinyal asli dari EKG yang dapat digunakan untuk menentukan heart rate dari penggunanya.
2. Penggunaan FFT pada keluaran sinyal dari AD8232 dapat membantu mendapatkan hasil sinyal EKG PQRST.
3. Dari hasil beberapa kali pengujian di dapatkan bahwa nilai raw ECG sebesar 3.30 v dapat di denoising menjadi 2.91 v dimana data amplitudo hasil denoising lebih kecil dari raw data AD8232 itu dikarenakan masih ada noise pada keluaran AD8232.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sanjaya, K. H., Kusuma Sya'Bana, Y. M., Hutchinson, S., & Diels, C. (2018). Preliminary investigation of sleep-related driving fatigue experiment in Indonesia. *Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology*, 9(1), 8. <https://doi.org/10.14203/j.mev.2018.v9.8-16>.
- [2] H. Garg. (2020). "Drowsiness Detection of a Driver using Conventional Computer Vision Application," 2020 International Conference on Power Electronics & IoT Applications in Renewable Energy and its Control (PARC), Mathura, Uttar Pradesh, India, 50-53, doi: 10.1109/PARC49193.2020.236556.
- [3] Rateb Jabbar, Khalifa Al-Khalifa, Mohamed Kharbeche, Wael Alhajyaseen, Mohsen Jafari, Shan Jiang. (2018). Real-time Driver Drowsiness Detection for Android Application Using Deep Neural Networks Techniques, *Procedia Computer Science*, 130, 400-407.
- [4] Imam F.F., Agi P.K., Sutrisno. (2019). Pengembangan Aplikasi Pendeteksi Knatuk pada Pengendara Kendaraan Bermotor dengan Menggunakan sensor detak Jantung pada Smartwatch. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 3(10), 9568-9578
- [5] Vicente, J., Laguna, P., Bartra, A., & Bailón, R. (2016). Drowsiness detection using heart rate variability. *Medical and Biological Engineering and Computing*, 54(6), 927–937. <https://doi.org/10.1007/s11517-015-1448-7>
- [6] Rubeinstein, David, dkk. 2007. *Lecture Notes Kedokteran Klinis*. Dialih bahasakan oleh Annisa Rahmalia. Jakarta: Erlangga.
- [7] Brunton, S. L., & Kutz, J. N. (2019). Fourier and Wavelet Transforms. *Data-Driven Science and Engineering*, 47–83. <https://doi.org/10.1017/9781108380690.003>
- [8] Sundararajan, D. (2015). Discrete Wavelet Transform: A Signal Processing Approach. In *Discrete Wavelet Transform: A Signal Processing Approach*. <https://doi.org/10.1002/9781119113119>
- [9] Surtono, A., Widodo, T. S., & Tjokronagoro, M. (2012). Analisis Klasifikasi Sinyal EKG Berbasis Wavelet dan Jaringan Syaraf Tiruan. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi*, 1(3), 60–66. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1236.5280>.

- [10] Attarodi, G., Nikooei, S. M., Dabanloo, N. J., Pourmasoumi, P., & Tareh, A. (2018). Detection of Driver's Drowsiness Using New Features Extracted from HRV Signal. *Computing in Cardiology*, 2018-September, 1–4. <https://doi.org/10.22489/CinC.2018.014>