

Perbandingan Pola Penyakit *Arrhythmia* Terhadap Orang Normal Menggunakan Analisis Variansi Signal R-Peak

Matthew Brandon Dani¹, Randy Hanjaya², Richard Alvin Pratama³

^{1,2,3} Teknik Komputer, Fakultas Teknologi dan Informatika, Universitas Multimedia Nusantara, Tangerang, Indonesia.

matthew.brandon@student.umn.ac.id

randy.hanjaya@student.umn.ac.id

richard.alvin@student.umn.ac.id

Diterima

Disetujui

Abstract— Sinyal detak jantung pada database MIT-BIH *Arrhythmia* dapat dijadikan data untuk perbandingan pola penyakit *Arrhythmia* terhadap orang normal. Namun data tersebut terdapat noise yang dihasilkan oleh mesin EKG, sehingga diperlukan adanya preprocess sinyal agar dapat dengan efektif dan akurat dideteksi R-peaknya. Bandpass Finite Impulse Response (FIR) hamming window filter dan wavelet symlet transform digunakan untuk menghilangkan noise. Selanjutnya dilakukan R-peak detection untuk menghitung selisih jarak antar R-peak dan menampilkannya ke dalam grafik variansi. Percobaan ini membuktikan bahwa pola penyakit *Arrhythmia* memiliki variansi jarak waktu antar R-peak yang lebih tersebar dibandingkan pola orang normal. Nilai variansi yang besar menunjukkan adanya ketidakteraturan pada pola detak jantung pasien yang mengidap penyakit *Arrhythmia*. Penggunaan program MATLAB menjadi salah satu cara untuk preprocess sinyal, deteksi sinyal, dan menghasilkan grafik analisis variansi sinyal.

Index Terms—MATLAB, *Arrhythmia*, FIR Hamming Window Filter, Wavelet Symlet, R-Peak Detection, Variansi, Elektrokardiografi (EKG)

I. INTRODUCTION

Penyakit yang disebabkan oleh jantung merupakan hal yang sangat menakutkan untuk semua masyarakat. Karena organ jantung merupakan salah satu organ terpenting dalam tubuh manusia. Dilansir dari suara.com, tingkat kematian per 30 hari meningkat dari 5.4 persen sebelum pandemi menjadi 7.5 persen dari semua pasien jantung di sekitar 23 Maret hingga 19 April 2020 [4]. Sehingga hal tersebut menjadi hal yang perlu diperhatikan oleh tenaga medis maupun masyarakat luas.

Salah satu penyebab penyakit jantung itu adalah *Arrhythmia* atau Aritmia. Aritmia sendiri adalah gangguan pada pola irama jantung yang tidak teratur, dimana bisa terlalu cepat atau terlalu lambat. Namun biasanya diperlukan pengecekan

lebih lanjut untuk mengetahui apakah itu benar penyakit Aritmia atau tidak.

Elektrokardiogram atau EKG merupakan alat pemeriksaan untuk mengukur dan merekam aktivitas listrik jantung [3]. Dengan adanya EKG, akan menghasilkan sinyal kardiografi yang dapat dianalisis untuk melihat berbagai permasalahan dan anomali pada jantung pasien, salah satunya untuk mendeteksi penyakit Aritmia.

Namun sinyal yang dihasilkan terkadang terdapat noise yang perlu diproses terlebih dahulu. Selain itu sulitnya mengetahui pola penyakit aritmia menjadi salah satu masalah yang sangat penting. Oleh karena itu penelitian kami mencoba untuk mengurangi noise pada sinyal kardiografi menggunakan metode filter dengan Finite Impulse Response (FIR) hamming window filter dan juga wavelet symlet. Setelah itu dilakukan pendeteksian R-peak yang digunakan untuk mencari variansi dari selisih jarak waktu antar R-peak. Sehingga dari grafik variansi tersebut dapat lebih membantu menspesifikasikan pola denyut jantung orang normal dan orang yang menderita Aritmia dengan cepat dan efisien.

II. LITERATURE REVIEW

A. *Arrhythmia*

Arrhythmia adalah gangguan yang terjadi pada irama jantung. Penderita aritmia bisa merasakan irama jantungnya terlalu cepat, terlalu lambat, atau tidak teratur [1]. *Arrhythmia* sendiri terdapat berbagai jenis yang, yaitu Atrial fibrilasi (Jantung berdetak cepat dan tidak teratur), AV blok (jantung berdetak lebih lambat), Supraventrikular takikardi (denyut jantung terlalu cepat), dan masih banyak lagi.

Arrhythmia sendiri disebabkan oleh impuls listrik yang berfungsi mengatur detak jantung tidak bekerja dengan baik. Hal tersebut disebabkan oleh berbagai kondisi, diantaranya adalah merokok,

kurang tidur, minum beralkohol dan lainnya. Gejala aritmia juga beragam bahkan bisa tidak disadari oleh penderitanya, diantaranya pusing, pingsan, sesak nafas, dan nyeri dada.

B. Elektrokardiogram (EKG)

Elektrokardiogram adalah pemeriksaan untuk mengukur dan merekam aktivitas listrik jantung. EKG umumnya dilakukan untuk memeriksa kondisi jantung dan menilai efektivitas pengobatan penyakit jantung. EKG sendiri akan ditempelkan di dada, lengan dan tungkai pasien. Mesin EKG akan merekam aktivitas listrik jantung pasien dan menampilkannya dalam bentuk grafik gelombang listrik di monitor. Disini tidak diperbolehkan berbicara atau bergerak karena akan mempengaruhi sinyal kardiografi yang dihasilkan oleh mesin EKG.

EKG memberikan beberapa informasi yaitu irama jantung (teratur atau tidak teratur). Hal tersebut akan mengidentifikasi pasien terkena penyakit aritmia atau tidak. Selain itu, denyut jantung yang normal, terlalu lambat atau terlalu cepat. Ada beberapa informasi lain, tetapi tidak menjadi cakupan dalam penelitian ini.

C. Bandpass FIR Hamming Window Filter

FIR filter adalah salah satu jenis filter digital yang memiliki karakteristik dimana tanggapan impulse filternya terbatas. Dan hamming window adalah salah satu jenis dari FIR filter dan merupakan filter window yang paling banyak dipakai. Hamming window memiliki karakteristik bahwa tidak berhenti pada nilai 0 sehingga masih memiliki diskontinuitas. Dengan kata lain filter hamming tidak sepenuhnya menghentikan frekuensi yang tidak diinginkan, namun frekuensi di sekitar side lobe dengan baik diminimalisir.

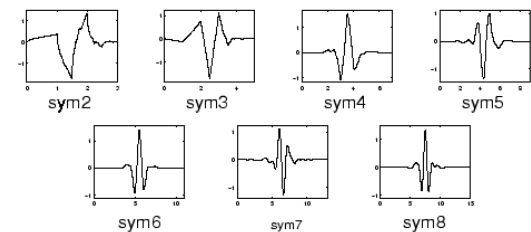
Dengan FIR filter, kita bisa membuat highpass, lowpass, dan juga bandpass. Bandpass filter atau yang sering disebut juga dengan BPF merupakan salah satu metode filtering yang bertujuan untuk melewati sinyal dengan frekuensi tertentu. Penyaringan sinyal dilakukan dengan menggabungkan konsep dari highpass filter dan lowpass filter, dimana bandpass filter menggunakan batas atas dan batas bawah sinyal untuk mendapatkan rentang sinyal yang diinginkan.

D. Wavelet Symlet

Transformasi wavelet dapat digunakan untuk meredam frekuensi yang bervariasi dari waktu ke waktu. Transformasi wavelet sendiri dapat diklasifikasikan ke dalam dua kelas yaitu continuous wavelet transform dan discrete wavelet transform. Penelitian ini menggunakan continuous wavelet transform dikarenakan sinyal yang

dihasilkan dari EKG adalah sinyal kontinyu. CWT ini adalah transformasi waktu terhadap frekuensi yang sesuai dengan analisis sinyal tidak stasioner.

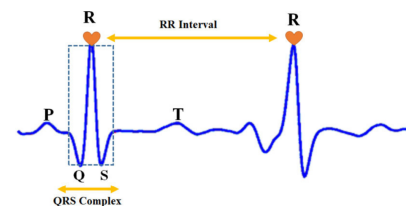
Symlet dapat dikatakan mendekati wavelet yang simetris. Symlet diusulkan oleh Daubechies yang merupakan hasil modifikasi dari Daubechies sendiri. Symlet sendiri memiliki nama pendek sym, yang mempunyai orde N sehingga dapat ditulis dengan SymN. Wavelet Symlet memiliki orde $N=2,...,45$



Gambar 1. Wavelet Symlet Orde [5]

E. Gelombang QRS

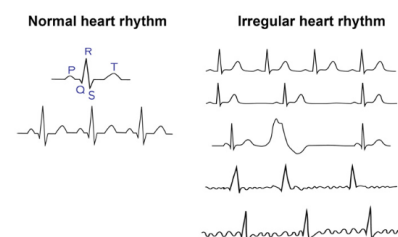
Pada sinyal rekaman EKG atau detak jantung terdapat irama yang menunjukkan gelombang QRS. Visualisasi gelombang QRS sebagai berikut:



Gambar 2. Heart rhythm QRS[11]

Gelombang QRS ini menunjukkan aktivitas jantung dalam satuan waktu. Interval dari R-peak biasanya akan menunjukkan anomali atau gangguan pada jantung. Misal interval dari R-peaknya terlalu lebar atau tidak teratur menunjukkan adanya gangguan pada irama jantung. Normalnya irama jantung dan interval R-peaknya sama dan seragam setiap waktu.

Hal ini sangat dekat dengan penyakit Arrhythmia yang dibahas pada penelitian ini, dimana irama jantung yang tidak teratur. Visualisasi irama jantung yang tidak teratur sebagai berikut.



Gambar 3. Normal and abnormal heartbeat [12]

F. Variansi

Variansi adalah parameter yang digunakan untuk mengukur seberapa jauh sebuah kumpulan bilangan tersebar di sekitar rerata. Variansi dapat divisualisasikan dengan Gaussian Plot. Dengan variansi kita dapat melihat persebaran interval R-Peak yang nantinya bisa mengukur keteraturan darinya. Jika persebarannya terlalu besar maka akan ada indikasi ketidaknormalan jantung.

III. METHODOLOGY AND IMPLEMENTATION

Pada tahap penelitian ini meliputi mencari sumber data signal EKG, preproses sinyal menggunakan teknik bandpass filter dan wavelet symlet, deteksi QRS, dan grafik variansi selisih antar r-peak.

A. Sumber Data Sinyal EKG

Data yang digunakan pada penelitian ini diambil pada website PhysioBank ATM [8] dengan memilih database MIT-BIH Arrhythmia. Data yang kami ambil meliputi 2 pasien normal dan 3 pasien Aritmia.

Tabel 1. Data Uji

Kondisi	Usia	Jenis Kelamin
Normal	56	Perempuan
Normal	68	Laki-laki
Aritmia	72	Perempuan
Aritmia	43	Laki-laki
Aritmia	89	Perempuan

Dari data sinyal tersebut, diambil sampel selama 1 menit per data dengan tujuan agar lebih terlihat hasil variansinya. Selain itu, data yang diambil kami import ke dalam bentuk CSV.

B. Frekuensi Sampling

Kami memakai frekuensi sampling sebesar 250 Hz agar memberikan hasil dengan bentuk sinyal yang sama dengan data aslinya namun tidak terlalu kompleks sehingga akan menambah noise. Dan kami tidak mencari efisiensi komputasi karena penelitian ini hanya memiliki tujuan untuk analisis data saja. Menurut referensi kami frekuensi sampling 250 Hz merupakan yang terbaik untuk mencari variansi aktivitas jantung[13].

C. Preproses Sinyal

Pre Proses sinyal dilakukan melalui 2 tahapan, yaitu tahap bandpass FIR hamming window filter

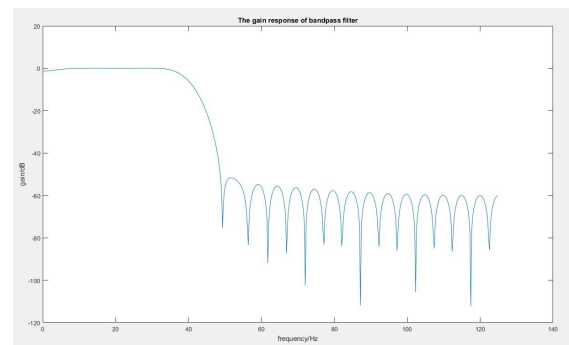
dan wavelet symlet dengan tujuan untuk mendapatkan sinyal yang sedikit noise.

1. Bandpass FIR hamming window Filter

Peneliti memilih hamming window karena tahap pertama filtering digunakan untuk menghilangkan noise yang disebabkan oleh lingkungan sekitar mesin EKG, Seperti noise 50/60 hz dari power supply mesin EKG. Sehingga dengan begitu harus berhati-hati karena frekuensi asli EKG tidak boleh terfilter. Sinyal EKG sendiri memiliki level yang sangat rendah (sekitar 1mV), sehingga perlu dilakukan filtering yang baik untuk menghilangkan noise yang cukup besar [10]. Hamming window yang masih memiliki diskontinuitas akan lebih cocok untuk diterapkan.

Bandpass dipilih untuk menghilangkan frekuensi diatas 40 hz yang berisi noise dari power supply (50/60 hz) dan dibawah 0.50hz yang dari referensi kami tidak ada sinyal EKG yang dibawah frekuensi tersebut. Orde filter juga perlu diperhatikan karena cut off sinyal tidak boleh terlalu curam yang menyebabkan sinyal asli EKG terfilter.

Untuk mencari hasil terbaik dilakukan dengan mencoba beberapa frekuensi dan orde. Dan hasilnya pemotongan pada frekuensi atas 40 Hz untuk dan frekuensi bawah 0,67 Hz dan orde 48 menghasilkan gelombang sinyal yang baik (mengeliminasi noise listrik). Sehingga untuk mencari rumus fir1 yang diperlukan pada aplikasi matlab, dilakukan dengan menggunakan rumus $X * (fs / 2) = F$ dan didapatkan 0.00536 untuk cut off frekuensi bawah dan 0.32 untuk cut off frekuensi atas.



Gambar 4. FIR Hamming Window filter design

2. Wavelet Symlet

Wavelet Symlet digunakan dengan tujuan menyempurnakan sinyal keluaran yang bebas noise dari waktu ke waktu. Pada

penelitian ini, sinyal yang telah diproses pada bandpass filter, kemudian diproses kembali pada wavelet symlet. Wavelet symlet yang digunakan memiliki orde 4 “sym4”. Kami sudah mencoba dengan order yang lain namun orde 4 memberikan hasil terbaik untuk data ini.

D. R Peak Detection

Pada Matlab terdapat tools untuk mendeteksi puncak dari suatu signal, yaitu bernama findpeaks. Kami menggunakan parameter minpeakdistance dan juga minpeakheight. Kedua parameter ini diset dengan nilai berbeda beda setiap data untuk menyesuaikan perbedaan kondisi setiap data.

Minpeakdistance adalah untuk mengatur minimal jarak antara R-peak, kami set pada sekitar 0,75 detik. Dimana normalnya detak jantung sekitar setiap 1 detik sekali. Dan minpeakheight kami cari R-peak paling rendah untuk meminimalisir kesalahan deteksi terhadap Q atau S peak.

E. Perhitungan Variansi

Pada dasarnya rumus variansi sebagai berikut.

$$s^2 = \frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n-1}$$

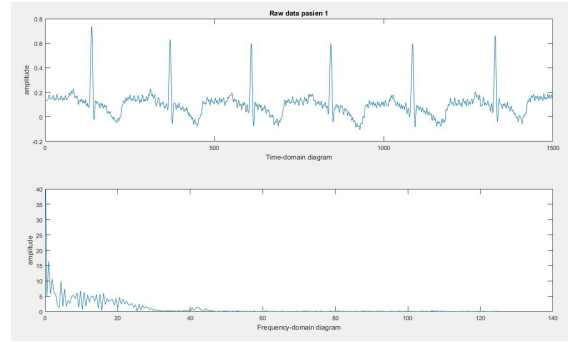
Dari hasil R-peak detection, terdapat data waktu R-peak terdeteksi. Dengan begitu dapat dikalkulasi selisih jarak waktu antar R-peak dengan menggunakan syntax diff. Setelah mendapatkan data selisih jarak waktu antar R-peak dapat dikalkulasi rerata, variansi, dan data analisis lainnya. Akhirnya semua data dirangkum pada 1 tabel dan beberapa grafik agar lebih mudah untuk dianalisis lebih lanjut.

IV. RESULT AND ANALYSIS

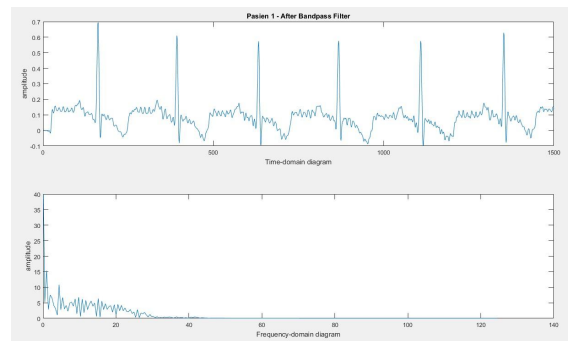
Pada percobaan kami, pertama-tama untuk menentukan apakah seseorang menderita penyakit arrhythmia atau tidak dengan melihat variansi dari selisih jarak waktu antar pola R-peak jantung pasien.

Analisis dilakukan dengan memilih beberapa pasien sehat dan beberapa pasien tidak sehat. Kemudian sinyal detak jantung setiap pasien akan melalui tahap preprocessing. Preprocessing yang kami lakukan adalah bandpass FIR hamming window filter dan Wavelet Symlet sehingga didapatkan sinyal detak jantung yang lebih jelas.

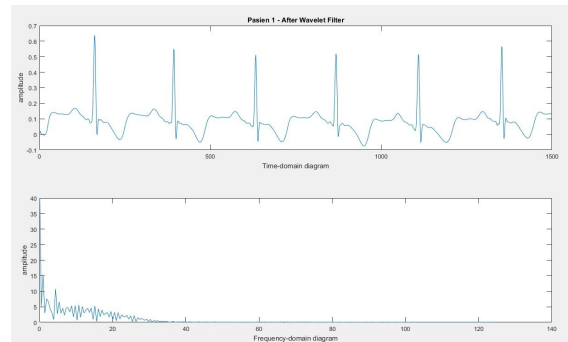
Berikut merupakan sinyal dari salah satu record pasien sebelum di filter, sesudah melewati bandpass filter, dan juga setelah melewati wavelet symlet



Gambar 5. Sinyal EKG Sebelum Filter



Gambar 6. Sinyal EKG Setelah Bandpass Filter



Gambar 7. Sinyal EKG Setelah Wavelet Symlet

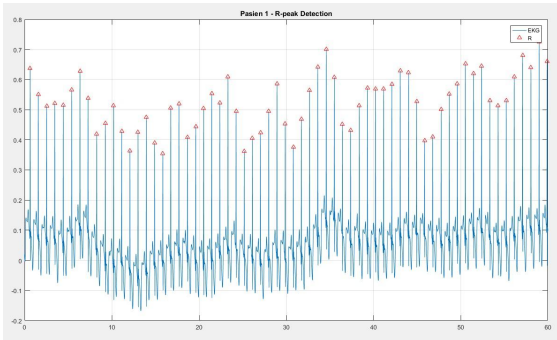
Terlihat pada gambar 4, sinyal yang didapat melalui dataset terdapat noise. Grafik domain frekuensi yang naik turun (terlihat zig zag), menandakan bahwa frekuensi pada sinyal tersebut sangat bervariasi. Sehingga diperlukan preprocess signal untuk menghilangkan noise tersebut.

Terlihat pada gambar 5, setelah sinyal diproses menggunakan FIR hamming window filter lebih bersih dari sebelumnya. Terlihat dari diagram berbasis frekuensi, bahwa frekuensi diatas 40 hz lebih sedikit dibanding sebelumnya.

Terlihat pada gambar 6, setelah sinyal diproses kembali menggunakan wavelet symlet jauh lebih halus. Dimana dengan hasil ini pola QRS jantung

dapat jelas terlihat tanpa adanya distorsi sinyal karena bentuknya mirip dengan data aslinya.

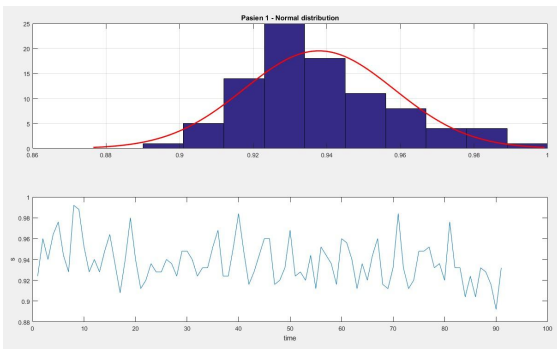
Hasil dari preproses sinyal tersebut digunakan untuk menentukan R-peak menggunakan teknik R-peak detection.



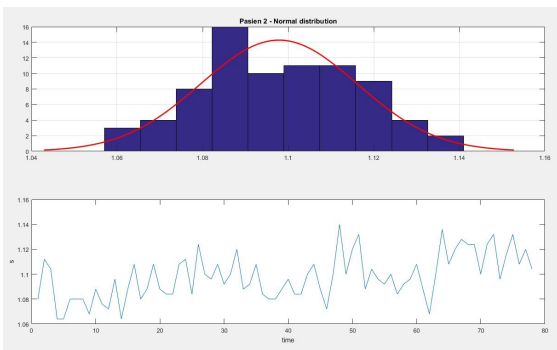
Gambar 8. R-peak Detection

Terlihat pada gambar 7, berhasil untuk mendeteksi R-peak pada sinyal EKG. Data hasil deteksi R-peak tersebut digunakan untuk proses selanjutnya yaitu menentukan variansi melalui selisih jarak waktu antar R-peak.

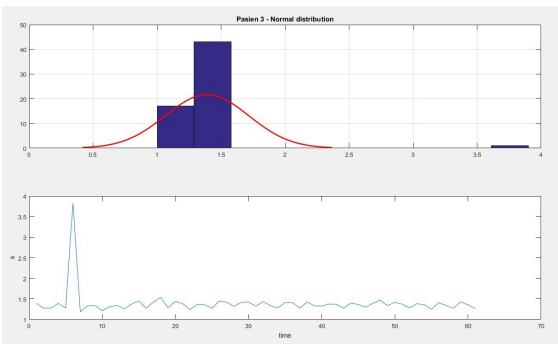
Berikut adalah hasil dari uji coba terhadap beberapa pasien :



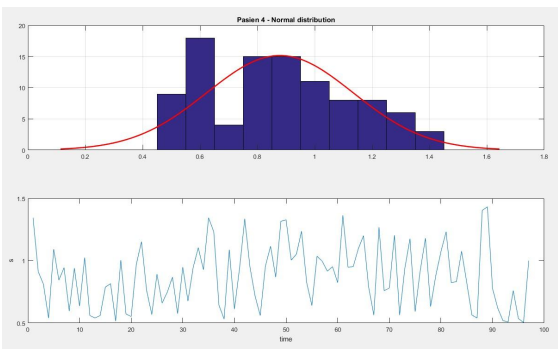
Gambar 9. Pasien 1 - Sehat (min = 0.8920, max = 0.9920)



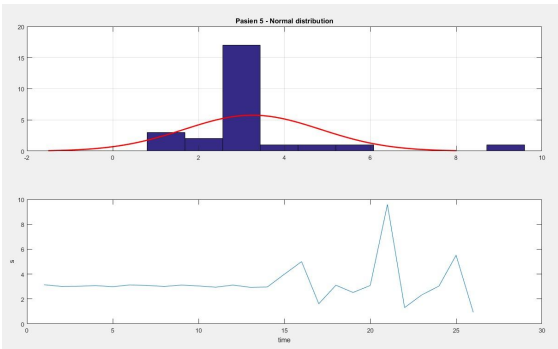
Gambar 10. Pasien 2 - Sehat (min = 1.0640, max = 1.1400)



Gambar 11. Pasien 3 - Tidak Sehat (min = 1.1880, max = 3.8280)



Gambar 12. Pasien 4 - Tidak Sehat (min = 0.5040, max = 1.4320)



Gambar 13. Pasien 5 - Tidak Sehat (min = 0.9360, max = 9.5840)

	averages	lengths	variances	min	max
pasien 1	0.9378	91	4.1789e-04	0.8920	0.9920
pasien 2	1.0978	78	3.3483e-04	1.0640	1.1400
pasien 3	1.3904	61	0.1056	1.1880	3.8280
pasien 4	0.8788	97	0.0651	0.5040	1.4320
pasien 5	3.2529	26	2.5123	0.9360	9.5840

Gambar 14. Result Table

Keterangan:

1. Averages = Rata - rata (dalam detik)
2. Lengths = Jumlah R-peak yang terdeteksi
3. Variances = Nilai variansi
4. Min = Selisih jarak waktu antar R-peak paling dekat (dalam detik)
5. Max = Selisih jarak waktu antar R-peak paling jauh (dalam detik)

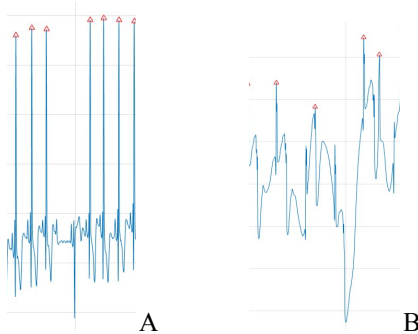
Tabel 2. Hasil Penelitian

	Rata Rata (s)	Nilai Variansi
Pasien 1 (normal)	0.9378	0.0004
Pasien 2 (normal)	1.0978	0.0003
Pasien 3 (tidak normal)	1.3904	0.1056
Pasien 4 (tidak normal)	0.8788	0.0651
Pasien 5 (tidak normal)	3.2529	2.5123

Terlihat pada data analisis variansi pasien tidak sehat, memiliki variansi yang lebih menyebar dibandingkan variansi pasien sehat. Hal tersebut dapat diartikan bahwa, jarak R-peak yang berhasil dideteksi pada orang tidak sehat, tidak teratur atau bervariasi selisih jaraknya. Sedangkan untuk orang sehat, memiliki selisih jarak R-peak yang lebih teratur.

Berdasarkan beberapa hasil penelitian dari pencarian variansi R-Peak pasien, kita bisa melihat beberapa perbedaan antara pasien yang sehat dan tidak sehat. Dari hasil tersebut kami menyimpulkan:

- Terdapat anomali grafik sinyal pada pasien tidak sehat. Beberapa adalah pasien 3 dan 5 memiliki pola sesaat yang tidak teratur. Dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 15. A adalah anomali pada pasien 3 dan B adalah anomali pada pasien 5

- Variansi pasien sehat lebih kecil daripada variansi pada pasien yang tidak sehat. Dalam artian, jika variansinya besar maka pola detak jantungnya akan tidak teratur dan bervariasi sehingga mencerminkan penyakit Arrhythmia.

- Rata-rata tidak bisa menjadi acuan penentu pasien sehat dan tidak sehat. Hal tersebut dikarenakan faktor usia yang menyebabkan jarak antar r-peak per pasien itu berbeda, tetapi tidak bisa menentukan keteraturan irama detak jantung.
- Rata-rata dan length (jumlah r-peak yang terdeteksi) berbanding lurus. Dalam artian jika jumlah R-peak banyak, maka rata-rata akan kecil. Begitu sebaliknya, jika length rendah, maka rata-rata akan tinggi. Hal ini karena dalam 1 menit jika terdapat banyak R-peak maka pasti detak jantungnya akan lebih cepat.

V. CONCLUSION

Preproses sinyal EKG menggunakan bandpass FIR hamming window filter merupakan cara untuk menghilangkan noise pada sinyal EKG yang dihasilkan dari lingkungan sekitar mesin EKG. Penambahan wavelet symlet untuk preproses sinyal, digunakan untuk menghaluskan sinyal keluaran bandpass filter. Sehingga sinyal yang telah diproses, akan lebih mudah diterapkan ke dalam R-peak detection. Kedua preproses sinyal ini efektif untuk menghilangkan noise namun tidak merubah bentuk dan tidak menghasilkan distorsi dari sinyal EKG yang asli.

Kemudian untuk perbandingan pola penyakit Arrhythmia dengan orang normal melalui variansi R-peak, memberikan kesimpulan bahwa variansi yang tinggi dapat menandakan seseorang menderita penyakit arrhythmia. Sedangkan variansi yang lebih rendah, dapat menandakan seseorang yang tidak menderita penyakit arrhythmia. Kesimpulan ini didukung oleh fakta bahwa penyakit Arrhythmia adalah penyakit yang disebabkan oleh ketidakaturan irama detak jantung. Dengan begitu metode penelitian ini dapat dijadikan salah satu bantuan dalam dunia medis untuk menentukan penyakit arrhythmia dengan cepat dan efisien.

VI. DISKUSI SARAN

Untuk kedepannya, penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan lebih jauh. Pertama untuk deteksi R-peak menggunakan metode findpeak ditemukan beberapa kelemahan seperti jika sinyal tidak konsisten akan membuat kesalahan dalam deteksi. Oleh karena itu mungkin diperlukan normalisasi sinyal atau deteksi R-peak menggunakan metode lain atau bahkan dengan machine learning yang akan menghasilkan hasil penelitian yang lebih akurat. Kedua, penelitian ini hanya menerapkan R-peak detection dimana mungkin akan lebih baik jika menerapkan QRS

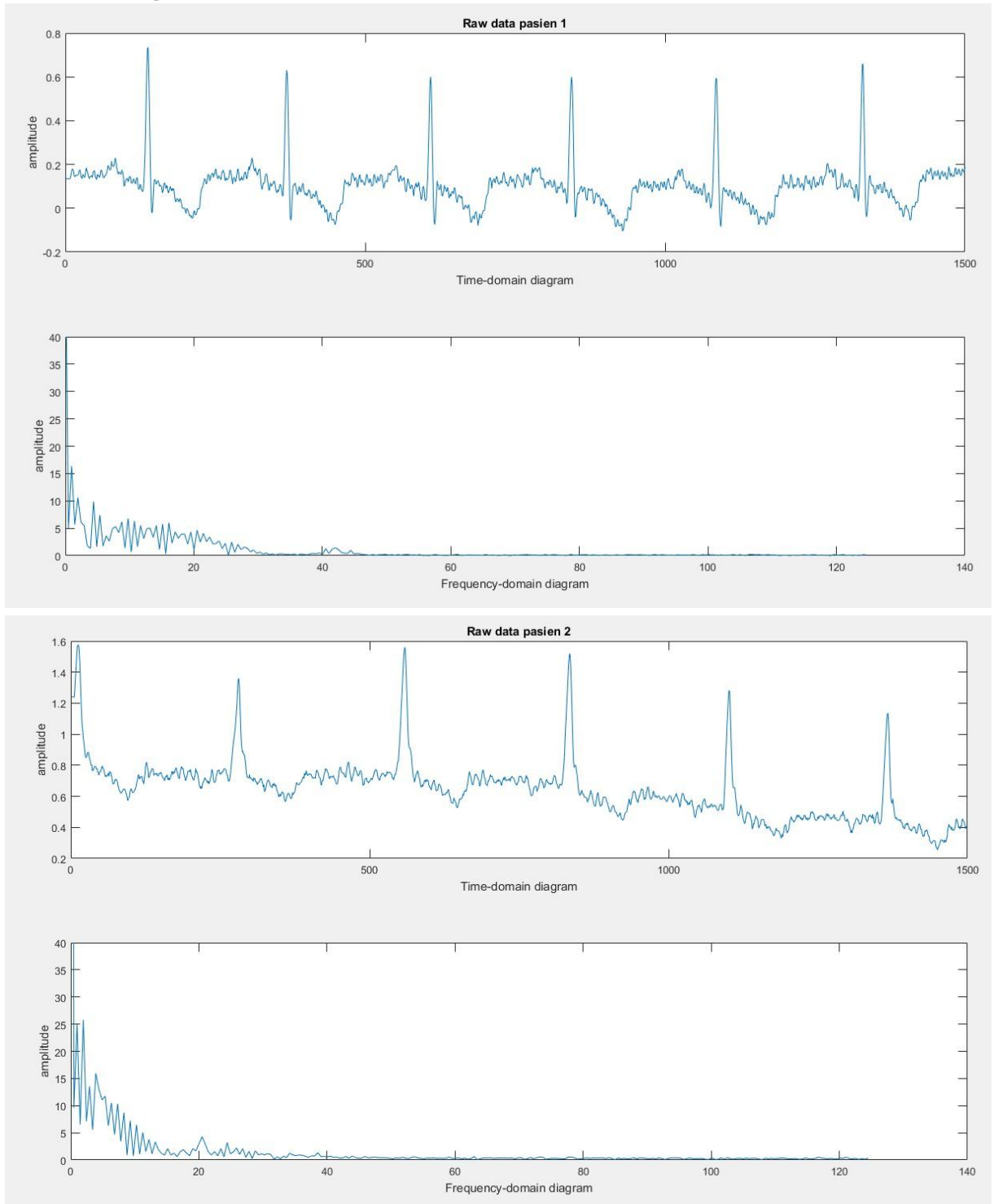
detection yang akan menambah data untuk dianalisis. Ketiga untuk sumber database penelitian mungkin dapat divariasi sehingga tidak tergantung pada database MIT-BIH Arrhythmia.

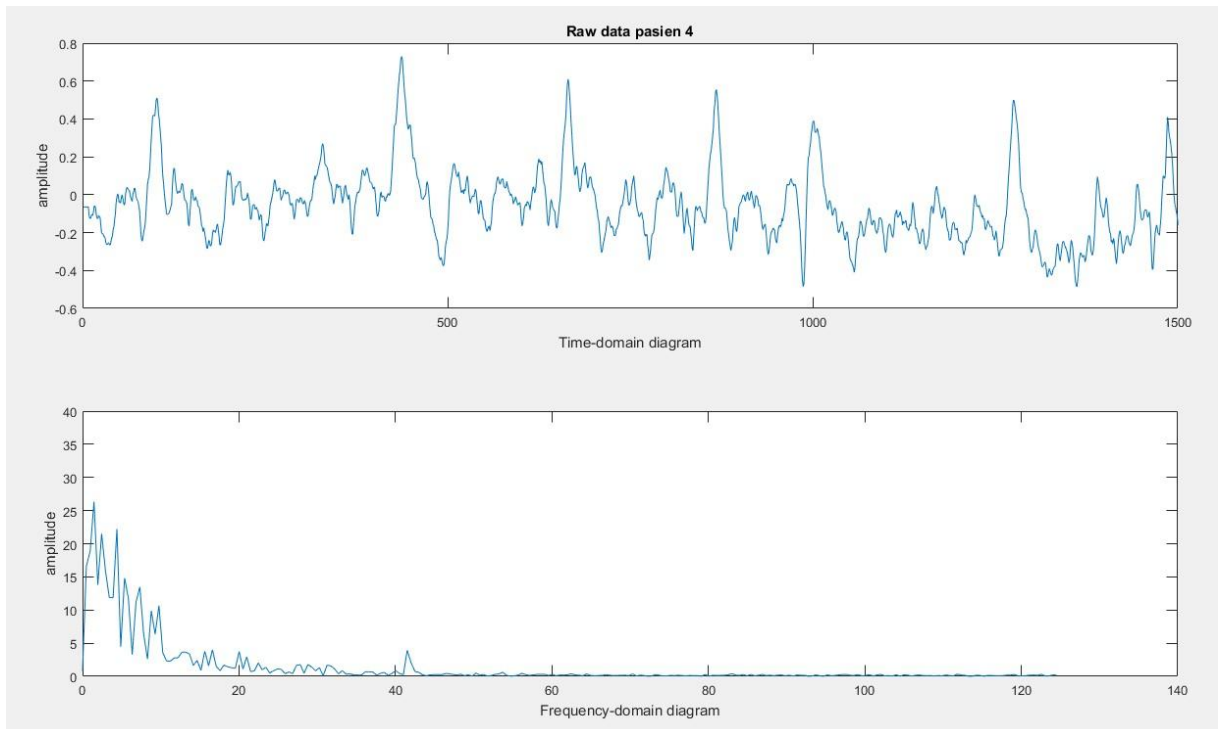
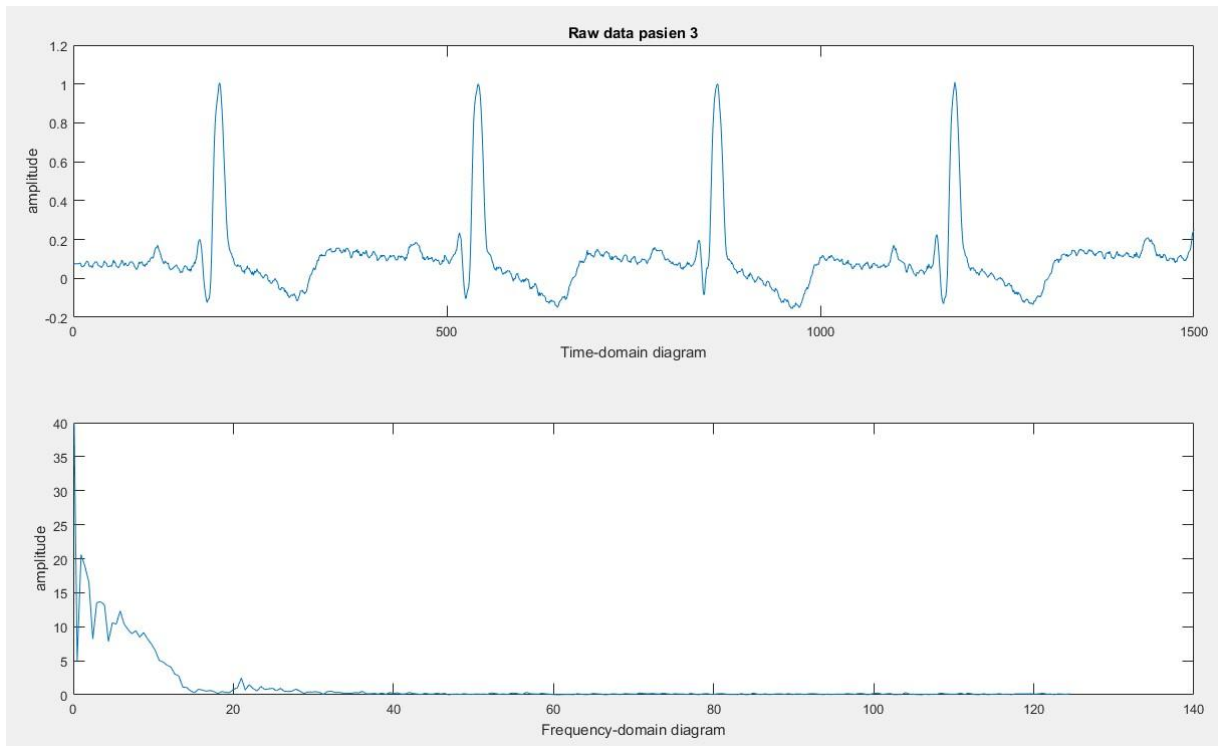
REFERENCES

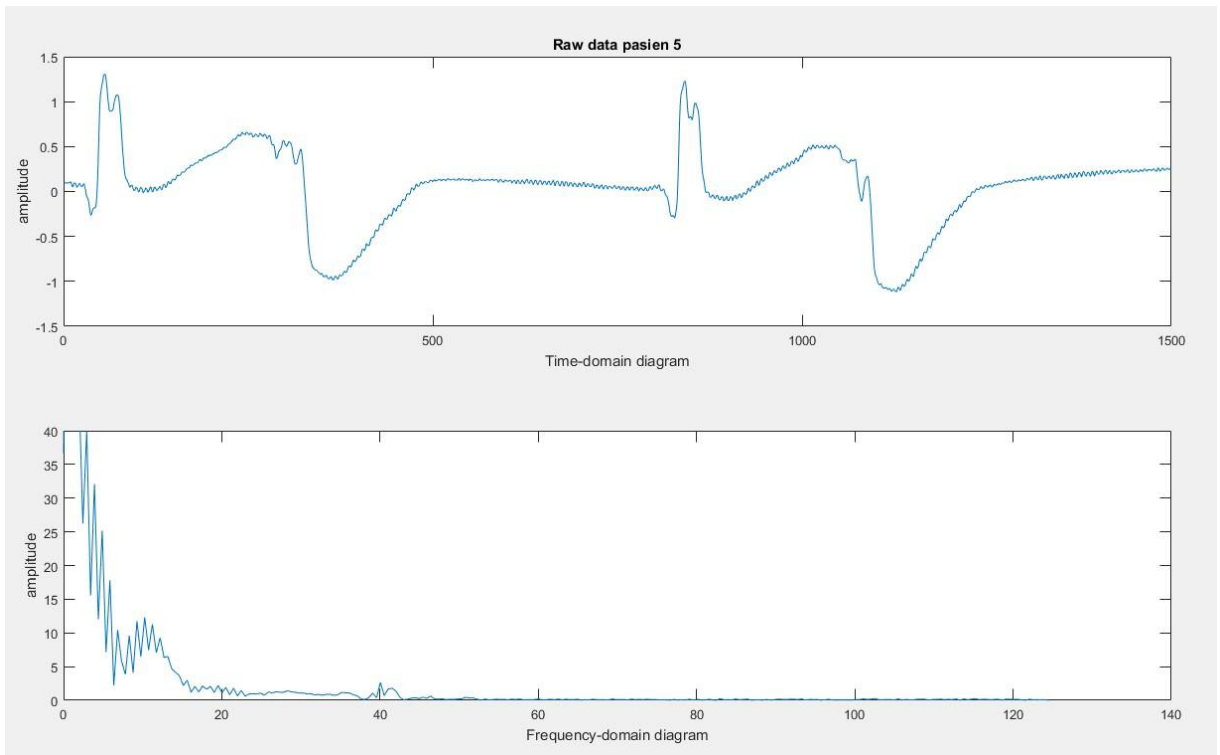
- [1] <https://www.alodokter.com/aritmia>
- [2] <https://www.siloamhospitals.com/informasi-siloam/artikel/waspada-aritmia-menjadi-salah-satu-penyebab-kematian-mendadak>
- [3] <https://www.alodokter.com/elektrokardiografi-ini-yang-harus-anda-ketahui>
- [4] <https://www.suara.com/health/2020/08/05/140947/studi-kematian-akibat-serangan-jantung-meningkat-se-lama-pandemi>
- [5] <https://www2.mathworks.cn/help/wavelet/gs/introduction-to-the-wavelet-families.html>
- [6] <https://www2.mathworks.cn/en/discovery/wavelet-transforms.html>
- [7] http://eprints.undip.ac.id/25455/1/makalah_L2F003543.pdf
- [8] <https://archive.physionet.org/cgi-bin/atm/ATM>
- [9] <https://archive.physionet.org/physiobank/database/html/mitdbdir/records.htm>
- [10] <https://www.medteq.net/article/2017/4/1/ecg-filters>
- [11] https://www.researchgate.net/figure/R-wave-detection-in-the-ECG-signal_fig1_336424687
- [12] <https://www.mountelizabeth.com.sg/id/healthplus/article/arrhythmia-guide>
- [13] https://www.researchgate.net/publication/326917932_Electrocardiogram_Sampling_Frequency_Range_Acceptable_for_Heart_Rate_Variability_Analysis

Lampiran

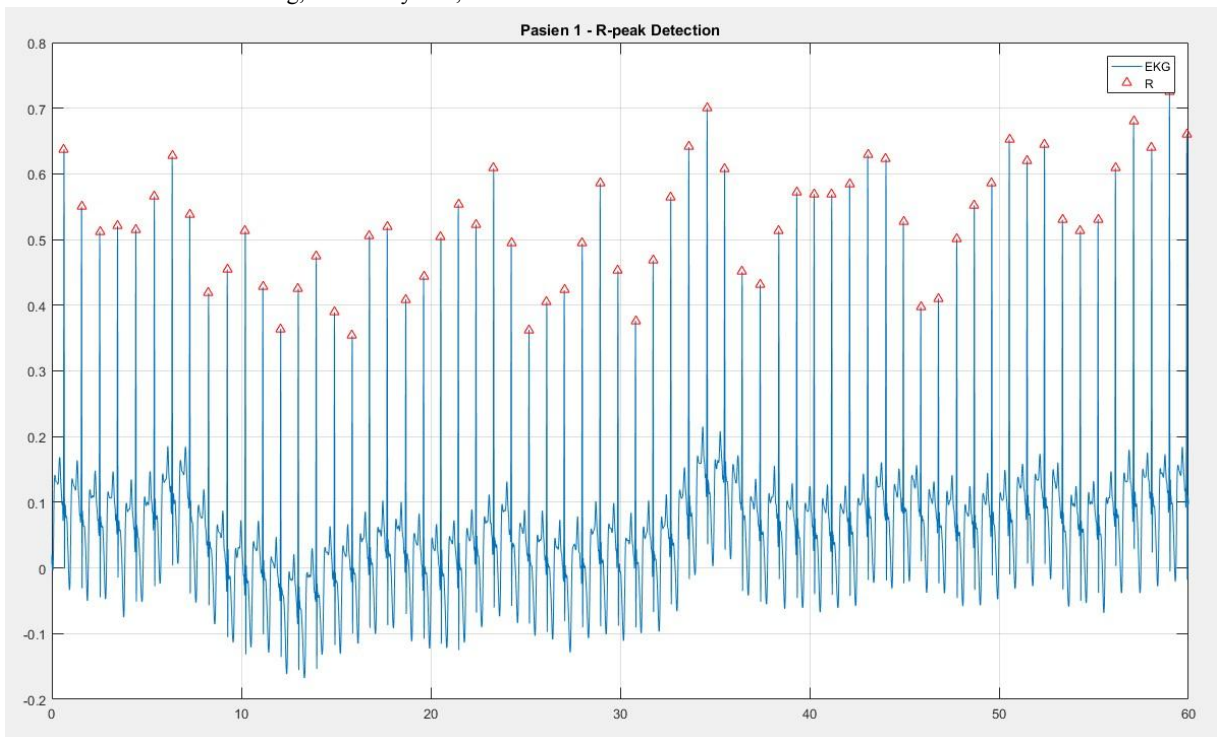
1. Data asli pasien

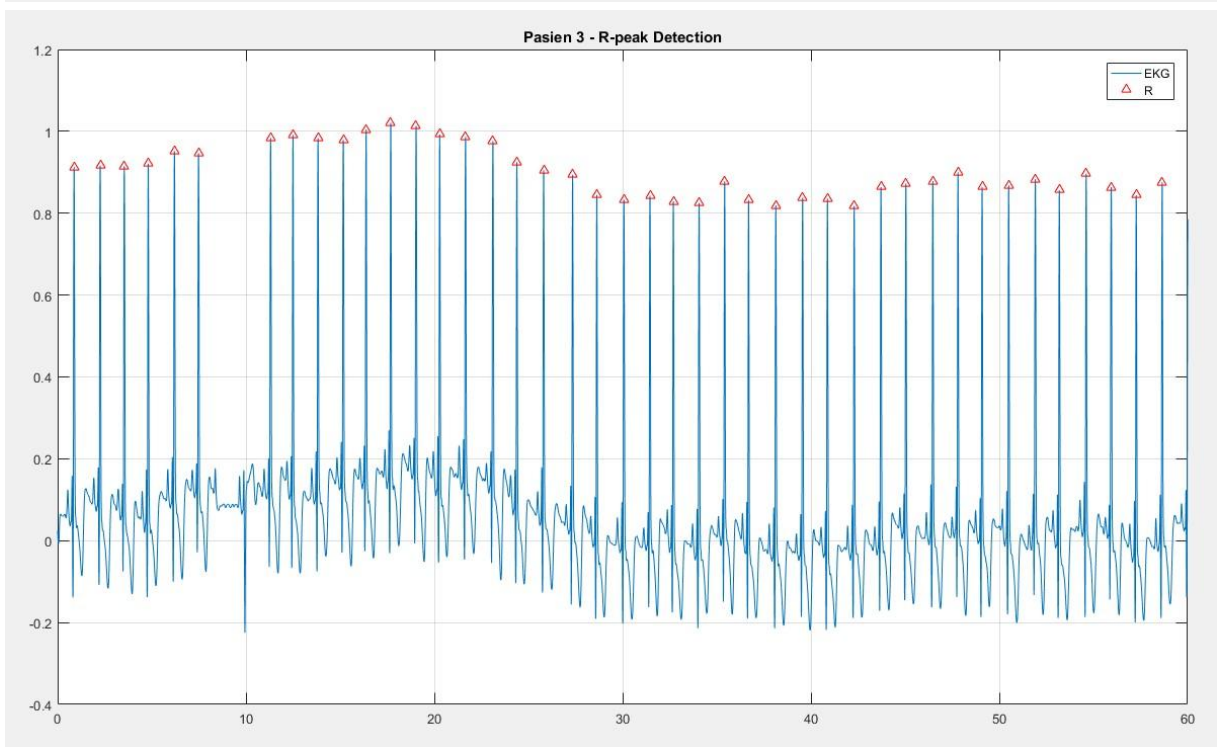
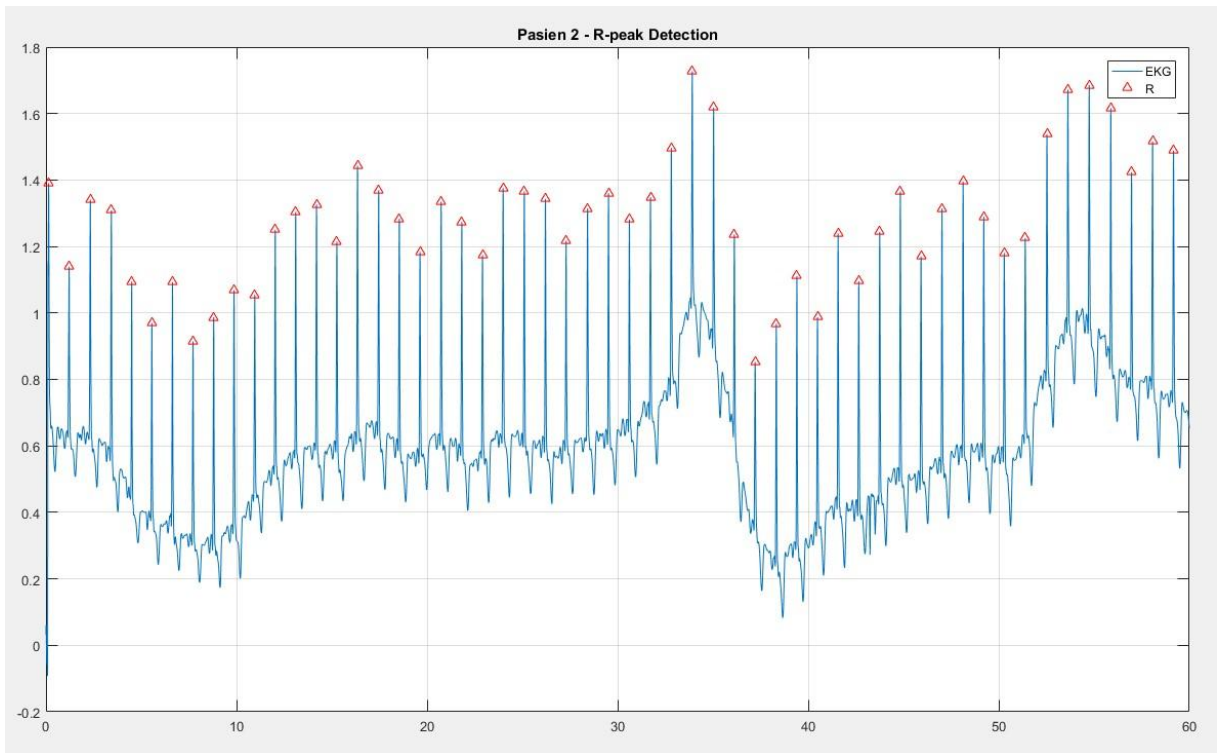


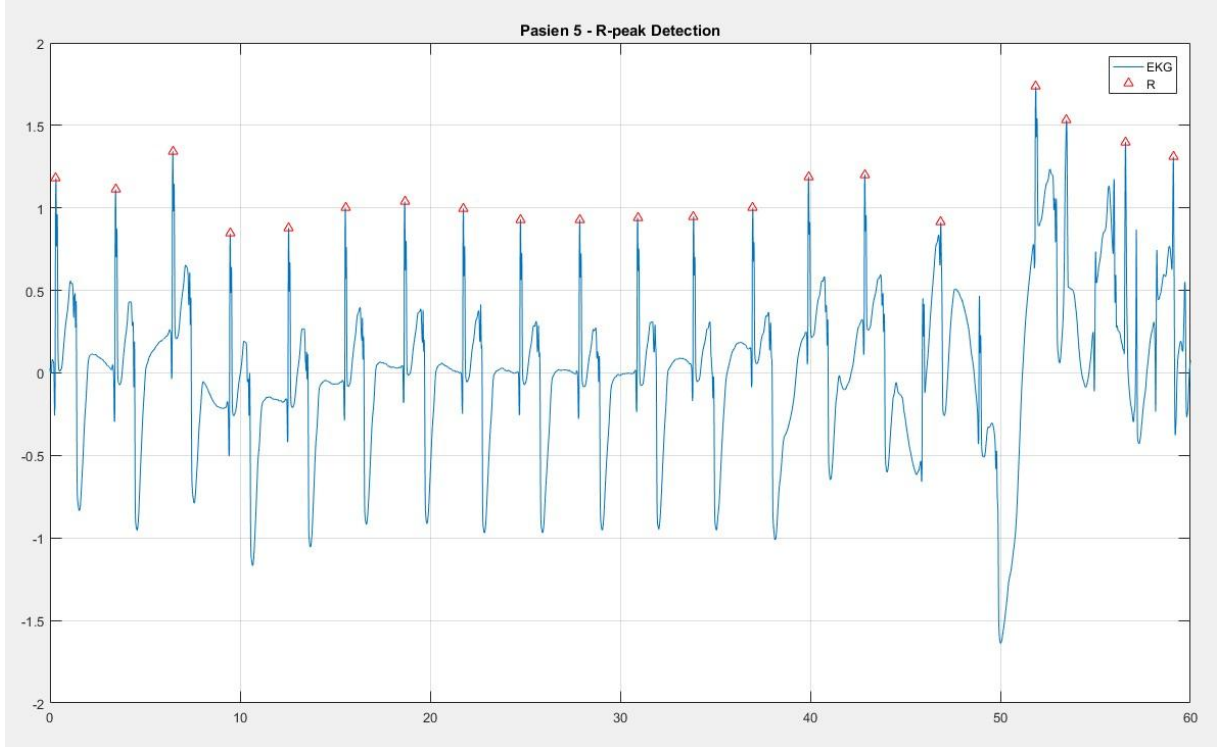
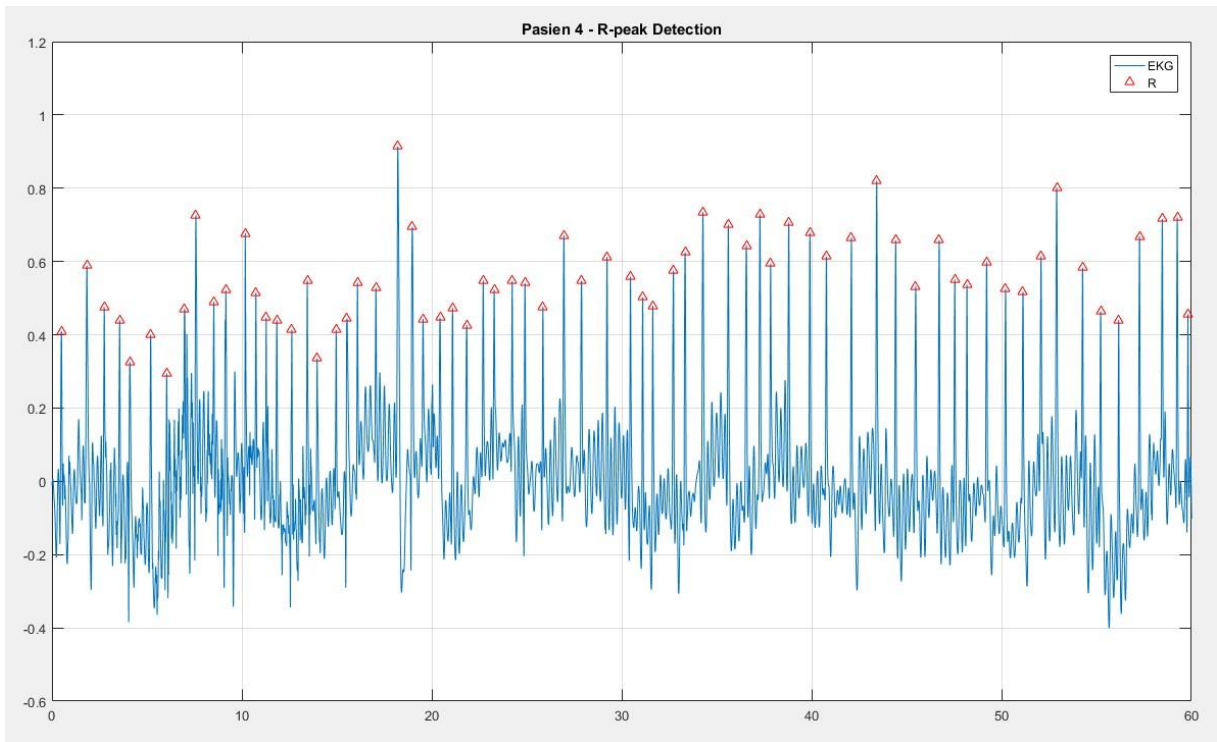




2. Data setelah filtering, wavelet symlet, dan R detection







3. Data normal distribution pasien

