

# Algoritma Mendeteksi Ketidaknormalan *Premature Atrial Contractions(PACs)* Berdasarkan Kombinasi *RR Interval* dan *Correlation Coefficient*

Iman Fahruzi

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Batam  
Parkway St- Batam Centre, Batam, 29461  
iman@polibatam.ac.id

## Abstrak

Sinyal yang dihasilkan saat otot jantung berkontraksi direpresentasikan dalam bentuk rekaman sinyal listrik jantung atau *Electrocardiogram(ECG)*. Umumnya karakteristik berbagai fitur ECG digunakan oleh tenaga medis dilapangan untuk mengambil keputusan secara tepat apakah ada kelainan pada fungsi jantung sehingga proses penanganan pasien jantung bisa segera dilakukan secara sederhana dan cepat. Deteksi gelombang QRS kompleks pada sinyal *ECG* dilakukan dengan melakukan ekstraksi informasi penting dari sinyal *ECG* berbasis kombinasi *RR Interval* dan *Correlation Coefficient* untuk mendeteksi kelainan denyut jantung prematur, yaitu *Premature Atrial Contractions (PACs)*. Pengujian dilakukan menggunakan beberapa data dari *MIT-BIH Arrhythmia Database* yang mewakili bentuk gelombang *ECG* Normal dan *ECG PACs* berdurasi satu menit dengan tingkat akurasi saat pengujian adalah deteksi kelainan *PACs* sebesar 99.71% dan tingkat sensitivitas saat pengujian sebesar 92.98%.

**Kata kunci** : *qrs kompleks, rr interval, pacs, correlation coefficient*

## 1. Pendahuluan

*Electrocardiogram(ECG)* merupakan representasi dari aktivitas listrik sinyal jantung yang mewakili informasi tentang kondisi jantung. Bentuk dan ukuran gelombang P-QRS-T serta interval waktu antara puncak yang satu dengan yang lain bisa jadi berbeda dan tentu saja memiliki arti knilis tertentu.

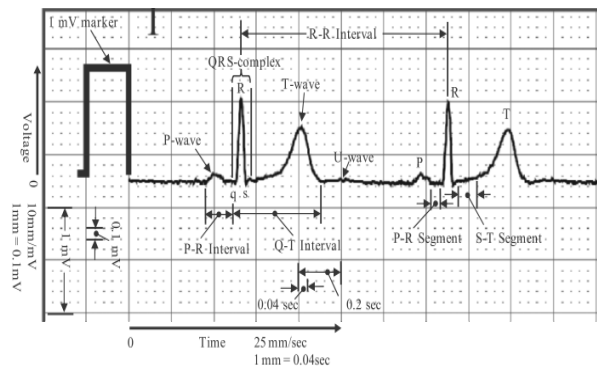
Pada penelitian sebelumnya deteksi kelainan *Premature Atrial Contractions (PACs)* merupakan bagian yang penting untuk mendiagnosa dan memantau kondisi jantung untuk sinyal prematur. Beberapa

penelitian sebelumnya pada area penelitian mengenai kelainan prematur [2] berbasis *wavelet* dan menggunakan *RR Interval*, *template matching* dan *thresholding*. Penelitian berikutnya menggunakan sebuah algoritma untuk menganalisa kelainan *PACs* berdasarkan *baseline wander* dan *wavelet* dengan menggunakan koefisien aproksimasi pada level 2 untuk mendeteksi puncak-puncak *ECG*[3] dan hanya menggunakan parameter *RR Interval* untuk mendeteksi kelainan jantung *PACs* sehingga proses deteksinya kurang akurat. Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki dan mengembangkan sebuah algoritma untuk mendeteksi kelainan jantung *Premature Atrial Contractions(PACs)* dengan melakukan ekstraksi informasi penting dari sinyal *ECG* berbasis kombinasi *RR Interval* dan *Correlation Coefficient* sehingga akurasi dan sensitivitas saat pengujian lebih baik.

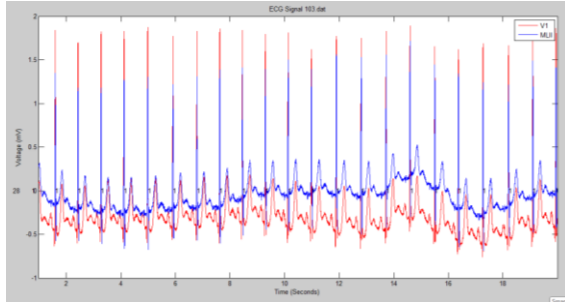
## 2. Metode dan Bahan Penelitian

### 2.1 Morfologi ECG

Perbedaan bentuk morfologi gelombang *ECG* meningkatkan kompleksitas gelombang QRS sehingga sangat sulit pada saat proses deteksi gelombang-gelombang *ECG*. Tipikal gelombang P, Q, R, S dan T bisa dilihat pada gambar 2.1 dan gambar 2.2



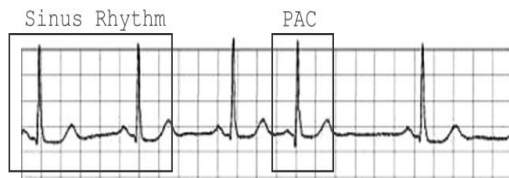
Gambar 2.1 Sinyal QRS Kompleks Orang Normal



Gambar 2.2 Sinyal Asli ECG 103.dat

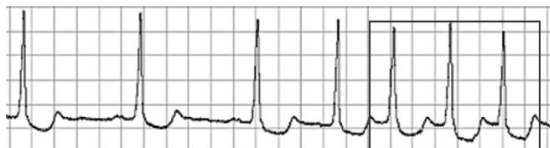
## 2.2 Kelainan Jantung *Premature Atrial Contractions (PACs)*

*Premature Atrial Contractions (PACs)* merupakan suatu kejadian kontraksi yang muncul lebih awal dan bukan berasal dari sumber pacu jantung (*pacemaker*) *SA node* yang diawali dengan kemunculan gelombang P dan diikuti gelombang QRS kompleks dan gelombang T, seperti pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Kelainan jantung *PACs* dengan bentuk gelombang P yang tidak normal

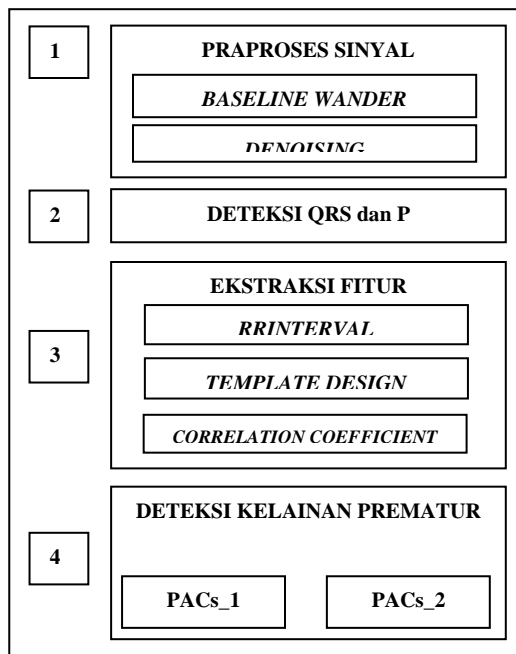
Hal ini bisa terjadi karena adanya sumber pacu jantung yang bekerja sebelum sumber pacu utama, yaitu *SA Node*. Sumber pacu jantung ini bisa berada di dalam setiap bagian dari atrium selain *SA Node*. *PACs* bisa terjadi secara berturut-turut mengikuti *PACs* yang pertama. Atau mungkin terjadi sebagai *Atrial Bigeminy*, dimana *PACs* bisa terjadi bergantian untuk setiap kontraksi atrium normal. Sedangkan pada *Atrial Trigeminy PACs* terjadi untuk setiap dua kontraksi atrium normal. Dan jika kemunculan *PACs* berturut-turut sebanyak tiga atau lebih dinamakan *Atrial Tachycardia*, seperti pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 *Atrial Tachycardia* pada *PACs* terjadi secara berurutan

## 2.3 Diagram Blok Sistem

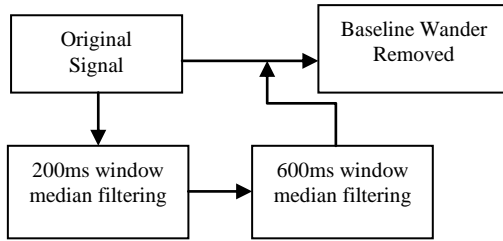
Diagram blok sistem seperti pada gambar 2.5 dengan beberapa tahapan proses, yaitu tahap pertama melakukan praproses sinyal ECG dengan terlebih dahulu menghilangkan *baseline wander* menggunakan metode *median filtering* dan menghilangkan derau atau noise menggunakan *wavelet*. Setelah itu tahap berikutnya adalah melakukan ekstraksi sinyal ECG untuk menentukan puncak dari masing-masing gelombang diantaranya gelombang P, QRS. Setelah informasi penting ini didapat, maka proses deteksi kelainan *premature atrial contractions (PACs)* bisa dilakukan dengan menghitung *RR Interval* berdasarkan persamaan 1, menentukan nilai *correlation coefficient* bentuk ECG normal yang nantinya akan dibandingkan dengan nilai *correlation coefficient* bentuk ECG prematur dengan menggunakan persamaan 2.



Gambar 2.5 Blok Diagram Sistem

### 2.3.1 Menghilangkan *Baseline Wander*

Salah satu masalah yang umum pada sinyal ECG adalah menghilangkan derau atau noise yang dihasilkan oleh frekuensi rendah sinyal ECG yang menyebabkan bentuk gelombang bergerak tidak teratur. Kondisi ini sebagai akibat kontraksi otot jantung saat melakukan pernafasan dan adanya pergerakan pasien saat diperiksa atau di diagnosa. *Median filtering* digunakan untuk menghilangkan efek *wandering* dari sinyal ECG tanpa kehilangan informasi penting dari sinyal ECG seperti pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Blok Diagram Menghilangkan *Baseline Wander*

### 2.3.2 Menghilangkan Derau atau Noise

Sinyal ECG utamanya berisi tiga gelombang dasar P, QRS dan T. Biasanya sinyal ECG juga terkontaminasi noise dari berbagai sumber diantaranya, interferensi noise yang berasal dari sumber listrik, noise ketika otot jantung berkontraksi, noise yang berasal dari kontak antara elektroda dan kulit, pergerakan frekuensi rendah sinyal ECG yang tidak teratur (*baseline wander*) akibat pergerakan pasien saat direkam dan lain sebagainya.

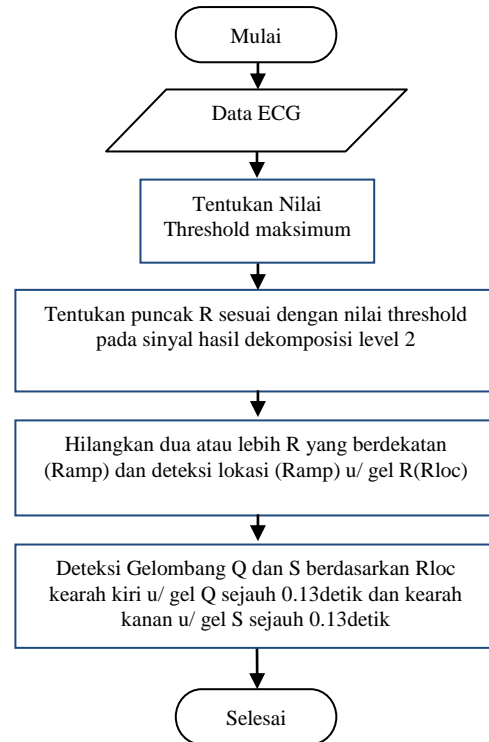
Prinsip kerja proses menghilangkan noise menggunakan transformasi *wavelet diskrit* pada dasarnya dibagi menjadi tiga proses, yaitu:

1. Proses dekomposisi sinyal ECG menjadi band-band frekuensi. Dekomposisi yang dilakukan pada sinyal ECG sampai level 8 dengan menggunakan *Daubechies (db4)* sebagai *mother wavelet*-nya
2. Detail koefisien pada proses dekomposisi digunakan untuk menemukan nilai standar untuk proses denoising sinyal ECG.
3. Hasil proses *threshold* terhadap detail koefisien Sinyal ECG selanjutnya direkonstruksi secara up sampling untuk menghasilkan sebuah sinyal ECG yang bersih dari noise.

### 2.3.3 Deteksi Gelombang QRS dan P

Proses deteksi gelombang-gelombang ECG, yaitu gelombang Q, R dan S, dilakukan dengan beberapa langkah seperti pada gambar 2.7. Proses ini diawali dengan memberikan nilai *threshold* maksimum sehingga bisa dijadikan acuan untuk mendeteksi puncak gelombang R pada sinyal hasil proses dekomposisi level 2.

Hasil dari proses ini selanjutnya digunakan untuk menentukan puncak gelombang R dan lokasi puncak gelombang R pada sinyal asli ECG.



Gambar 2.7 Diagram Alir Modul Deteksi Gelombang ECG

### 2.3.4 Menghitung *RR Interval* dan *Correlation Coefficients*

Pendekatan yang digunakan untuk mendeteksi kelainan jantung prematur berdasarkan *RR Interval* menggunakan persamaan 1 dan *correlation coefficient* menggunakan persamaan 2.

$$RR\_Interval = \frac{0.8}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} (R_{i+1} - R_i) \quad (1)$$

dengan:

N=jumlah sampel

$R_i$ =puncak awal

$R_{i+1}$ = puncak berikutnya

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{[\sum (x - \bar{x})^2][\sum (y - \bar{y})^2]}} \quad (2)$$

dengan:

- r = koefisien korelasi
- n = ukuran sampel
- x = nilai var bebas
- y = nilai var terikat

### 3. Hasil Penelitian

Proses pengujian untuk mendeteksi kelainan jantung *PACs* dilakukan pada beberapa data yang mewakili kondisi pasien penyakit jantung berdasarkan data yang bersumber pada *MIT-BIH Arrhythmia Database* dengan berbagai macam kompleksitas dan heterogenitas morfologi *ECG*. Kelompok data *ECG* yang diuji untuk kelainan *PACs* adalah beberapa data *ECG* dari 100.dat dan 220.dat yang memiliki karakteristik umum kelainan *PACs* seperti pada tabel 3.1 untuk pengujian data *ECG* normal dan tabel 3.2 untuk pengujian data *ECG PACs*. Semua data yang diuji berdurasi 1 menit dan pada setiap data terdapat beberapa *ECG* normal dan *ECG PACs*.

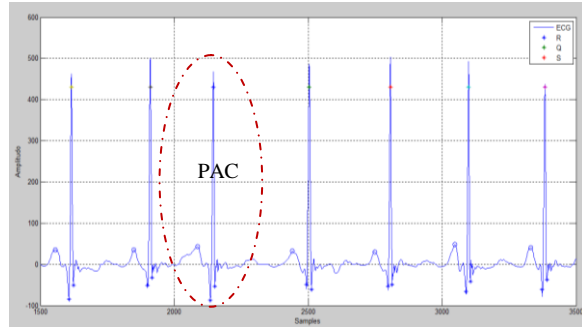
Tabel 3.1 Data Pengujian *ECG* Normal

DATA PENGUJIAN NORMAL(MIT-BIH ARRHYTMIA DB)	
NO	NAMA FILE
1	100_ECG_10_70(74 Normal ECG)
2	100_ECG_1685_1745(74 Normal ECG)
3	101_ECG_1620_1680(74 Normal ECG)
4	103_ECG_5_65(74 Normal ECG)
5	116_ECG_870_930(74 Normal ECG)
6	220_ECG_160_220(74 Normal ECG)
7	220_ECG_230_290(74 Normal ECG)

Tabel 3.2 Data Pengujian *ECG PACs*

DATA PENGUJIAN NORMAL DAN PACs (MIT-BIH ARRHYTMIA DB)	
NO	NAMA FILE
1	100_ECG_1200_1260(4 PAC + 70 NORMAL)
2	100_ECG_185_245(2 PAC + 72 NORMAL)
3	100_ECG_840_900(5 PAC + 69 NORMAL)
4	100_ECG_965_1025(1 PAC + 74 NORMAL)
5	100_ECG_1045_1105(2 PAC + 73 NORMAL)
6	100_ECG_1170_1230(5 PAC + 69 NORMAL)
7	100_ECG_1233_1293(3 PAC + 71 NORMAL)
8	100_ECG_1560_1620(3 PAC + 71 NORMAL)

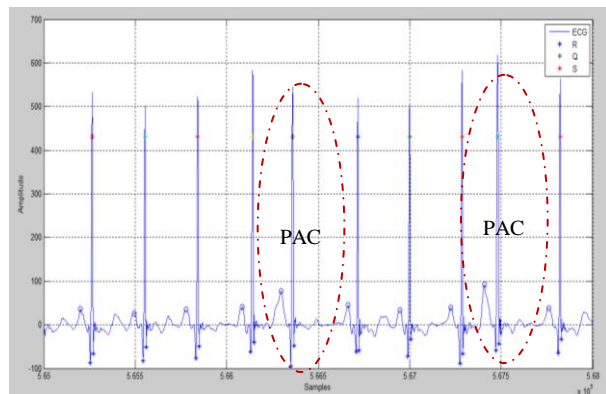
DATA PENGUJIAN NORMAL DAN PACs (MIT-BIH ARRHYTMIA DB)	
9	220_ECG_310_370(3 PAC + 68 NORMAL)
10	220_ECG_400_460(19 PAC + 56 NORMAL)
11	220_ECG_820_880(9 PAC + 58 NORMAL)



Gambar 3.1 Hasil Deteksi *PACs* pada Data 100.dat di Lokasi Sampel 2044

Time	Sample #	Type	Sub	Chan	Num	Aux
0:00.050	18	+	0	0	0	(N
0:00.214	77	N	0	0	0	0
0:01.028	370	N	0	0	0	0
0:01.839	662	N	0	0	0	0
0:02.628	946	N	0	0	0	0
0:03.419	1231	N	0	0	0	0
0:04.208	1515	N	0	0	0	0
0:05.025	1809	N	0	0	0	0
0:05.678	2044	A	0	0	0	0
0:06.672	2402	N	0	0	0	0
0:07.517	2706	N	0	0	0	0
0:08.328	2998	N	0	0	0	0
0:09.117	3282	N	0	0	0	0
0:09.889	3560	N	0	0	0	0
0:10.728	3862	N	0	0	0	0
0:11.583	4170	N	0	0	0	0
0:12.406	4466	N	0	0	0	0
0:13.233	4764	N	0	0	0	0
0:14.056	5060	N	0	0	0	0
0:14.850	5346	N	0	0	0	0

Gambar 3.2 Data Verifikasi *PACs* pada Data 100.text di Sampel 2044

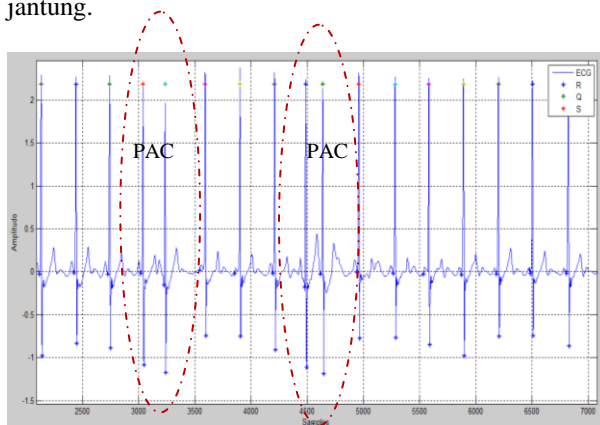


Gambar 3.3 Hasil Deteksi *PACs* Data 100.dat pada 26.12 menit dan 26.16 menit

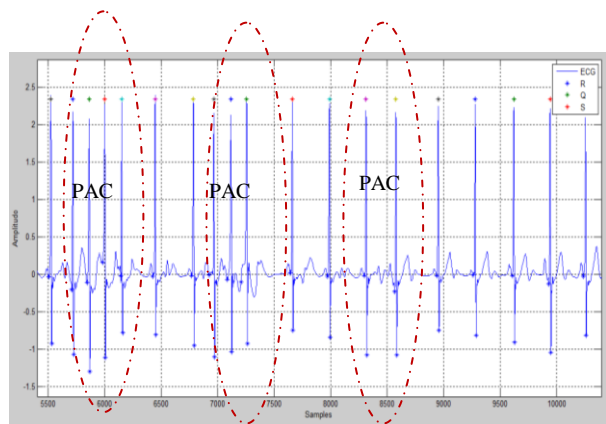
26:04.281	563141	N	0	0	0
26:05.064	563423	N	0	0	0
26:05.919	563731	N	0	0	0
26:06.750	564030	N	0	0	0
26:07.556	564320	N	0	0	0
26:08.336	564601	N	0	0	0
26:09.119	564883	N	0	0	0
26:09.900	565164	N	0	0	0
26:10.700	565452	N	0	0	0
26:11.503	565741	N	0	0	0
26:12.336	566041	N	0	0	0
26:12.942	566259	A	0	0	0
26:13.931	566615	N	0	0	0
26:14.719	566899	N	0	0	0
26:15.514	567185	N	0	0	0
26:16.053	567379	A	0	0	0
26:17.003	567721	N	0	0	0
26:17.853	568027	N	0	0	0
26:18.683	568326	N	0	0	0
26:19.511	568624	N	0	0	0
26:20.331	568919	N	0	0	0
26:21.122	569204	N	0	0	0
26:21.894	569482	N	0	0	0

Gambar 3.4 Hasil Deteksi PACs Data 100.dat pada 26.12 menit dan 26.16 menit

Pada gambar 3.1 memperlihatkan hasil deteksi algoritma untuk kelainan jantung PACs menggunakan *RR interval* dan *Correlation coefficient* pada sampel ke 2044 dan pada lokasi atau durasi ke 5.678 detik, sedangkan gambar 3.3 memperlihatkan hasil deteksi kelainan jantung PACs pada lokasi atau durasi ke 26.12 menit pada sampel ke 566259 dan 26.16 menit pada sampel ke 567379 dan gambar 3.2 dan gambar 3.4 merupakan data verifikasi kelainan PACs(ditandai dengan simbol huruf A) berdasarkan data hasil identifikasi tenaga ahli jantung sehingga bisa dipastikan algoritma tepat mendeteksi pada sampel dan lokasi sesuai yang ditetapkan oleh ahli kardiologi atau ahli jantung.



Gambar 3.5 Hasil Deteksi PACs Data 220\_ECG\_1233\_1293.mat(data PACs pada detik ke 1233 – 1293)



Gambar 3.6 Hasil Deteksi PACs Data 220\_ECG\_400\_460.mat(data PACs pada detik ke 400 – 460)

#### 4. Kesimpulan

Hasil Pengujian algoritma untuk mendeteksi kelainan jantung PACs dengan tingkat akurasi saat pengujian sebesar 99.71% dan tingkat sensitivitas saat pengujian sebesar 92.98%, sehingga pendekatan *RR interval* dan *Correlation Coefficient* sangat efektif digunakan untuk mendeteksi Kelainan jantung PACs.

#### 5. Daftar Pustaka

- [1] Peng Hu, Yonghong Zhang, Jupeng Zhang and Jing Bai (2003), “A Wavelet-Based Arrhythmia Detection Method”, Beijing Biomedical Engineering, vol. 22, no.1, pp. 23-26.
- [2] Zhao Shen, Chao Hu, Jingsheng Liao, Max Q.-H.Meng, *AN Algorithm of Premature Contraction Detection Based on Wavelet Method*, Proceedings of the 2010 IEEE International Conference on Information and Automation June 20 - 23, Harbin, China, 2010
- [3] Iman Fahruzi, Stevanus Hardirianto, Mauridhi Hery P (2012), “Deteksi Kelainan Premature Atrial Contractions(PACs) Berbasis Kombinasi Baseline Wander dan Transformasi Wavelet”, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi. Yogyakarta, 15-16 Juni 2012
- [4] Rajendra Acharya U, Jos A.E. Spaan, Jasjit Suri, Shankar M. Krishnan (2007), “Advances in Cardiac Signal Processing”, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.