

PENDETEKSI AMPLITUDO ELEKTROKARDIOGRAM DISKRIT MENGGUNAKAN ALGORITMA PQRST

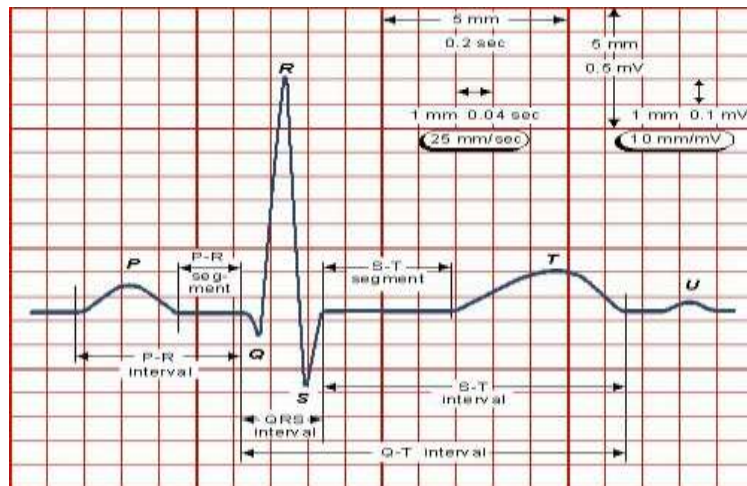
Sabar Setiawidayat, Ratna Hidayati, Emma Budi Sulistiarini, Nurida Finahari
Universitas Widyagama Malang, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Karya Husada
sabarset@widyagama.ac.id, wildanss@yahoo.com, emma_budi@widyagama.ac.id,
finahari@widyagama.ac.id

ABSTRAK. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi nilai puncak *amplitude* PQRST pada tiap *cycle* pada setiap lead dari Elektrokardiogram hasil pemeriksaan kondisi Jantung. Nilai puncak *amplitude* berperan untuk mendiagnosis adanya hipertrofi pada Atrium maupun ventrikel, yang umumnya dihitung secara manual menggunakan kotak-kotak pada kertas khusus ECG. Penentuan nilai maximum threshold pada lead II akan diperoleh nilai-nilai *amplitude peak-R*, dimana tiap nilai *peak-R* mewakili *peak-R* dari tiap *cycle*. Jika durasi R_n ke R_{n+1} adalah dR maka durasi *cycle* ke n adalah dR dimana posisi awal *cycle* (sc) ke n adalah $NR_{n+1}-1.5dR$ dan posisi akhir *cycle* (ec) ke n adalah $NR_{n+1}-0.5dR$. Nilai *amplitude maximum* dan *minimum* antara sc dan *peak-R* masing-masing adalah *amplitude peak-P* dan *amplitude peak-Q*. Nilai *amplitude maximum* dan *minimum* antara *peak-R* dan ec masing-masing adalah *amplitude peak-S* dan *amplitude peak-T*. Performansi algoritma telah diuji menggunakan data pemeriksaan selama 10 detik memakai data diskrit *Electrocardiogram* (ECG) dari database *Physionet* dengan frekuensi sampling 128 Hz dan database *bmeuwg* dengan frekuensi sampling 250 Hz. Performance algoritma ditunjukkan dengan nilai Sensitivity sebesar 99.85%

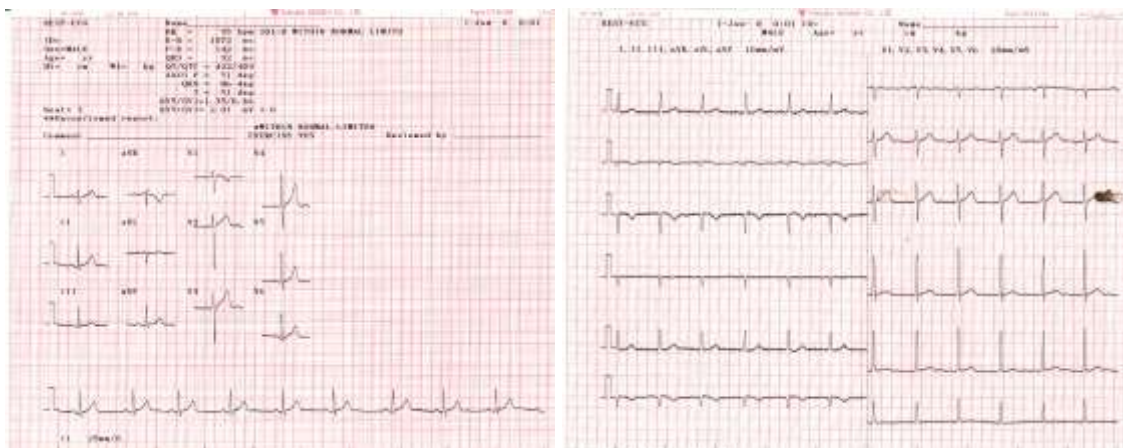
Kata kunci : puncak *amplitude* PQRST; filtering; treshold

PENDAHULUAN

Pemeriksaan kondisi Jantung secara standard klinis umumnya memakai *Electrocardiography* 12-lead (Guyton and Hall, 2006a). Pemeriksaan standard klinis dimaksudkan untuk melihat bagian Jantung dari sisi depan-belakang, kiri-kanan dan atas-bawah dari gambaran *Electrocardiogram* (ECG) (Foster, 2007). Hasil pemeriksaan umumnya langsung direpresentasikan dalam bentuk kardiogram pada layar monitor ataupun tercetak pada kertas khusus ECG (Luna, 2007). Latar belakang kotak-kotak pada kertas khusus ECG maupun layar monitor mempunyai ukuran vertical 0.1 mV untuk *amplitude* dan ukuran horizontal 40 ms untuk durasi pada tiap kotaknya (Chia, 2000). Ukuran durasi digunakan untuk mengukur durasi gelombang, interval, *segment*, dan *heart rate* dengan satuan ms (Guyton and Hall, 2006a). Dalam setiap *cycle* atau denyut Jantung (*beat*) terdapat 5 *amplitude* yaitu *peak P*, *Q*, *R*, *S* dan *T* (Prutchi and Norris, 2005). Gelombang *P* menggambarkan depolarisasi Atrium (*contraction Atrium*), gelombang *QRS* menggambarkan depolarisasi ventrikel dan gelombang *T* menggambarkan repolarisasi ventrikel (Guyton and Hall, 2006a). Kardiogram digunakan untuk melihat morfologi sedangkan nilai-nilai parameter menunjukkan besarnya nilai *amplitude*, durasi segmen dan durasi *interval* dari Kardiogram tersebut. Gambar 1 memperlihatkan kardiogram 1 *cycle* pada kertas khusus ECG dan gambar 2 menunjukkan hasil pemeriksaan kondisi Jantung pada kertas khusus ECG menggunakan *Electrocardiograph* standard klinis 12-lead. Nilai *amplitude* hanya diinformasikan untuk *amplitude peak-R* (lead V5) dan *peak-S* (lead V1) saja yang ditunjukkan dengan angka 1.35 mV dan 0.66 mV, sedangkan *amplitude R* untuk lead yang lainnya termasuk *amplitude P*, *amplitude Q*, *amplitude S* dan *amplitude T* tidak diinformasikan. Keterbatasan nilai parameter kardiogram ini mendorong para kardiolog atau pakar ECG untuk menghitung secara manual menggunakan kotak-kotak pada kertas khusus ECG. Nilai yang dihitung diantaranya adalah *peak PQRST* pada tiap *lead* yang dapat mengindikasikan adanya *hypertrophy Atrium*, *hypertrophy Ventricle*, *Ischemia*, *Injury* maupun *myocard infarct* (Chia, 2000).



Gambar 1. Ukuran dan Skala kertas rekaman ECG (Guyton and Hall, 2006b).



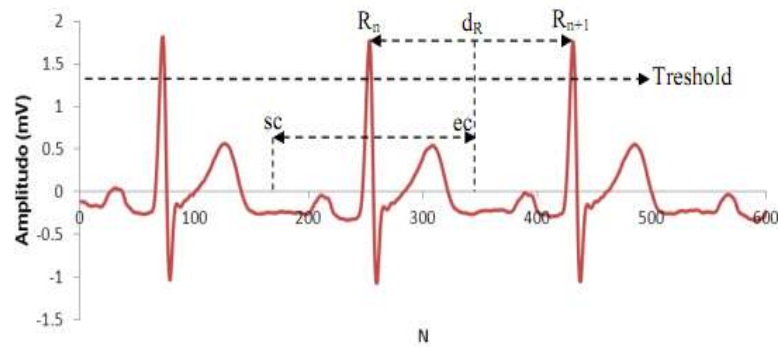
Gambar 2. Hasil pemeriksaan dengan ECG standard 12-lead

METODE PENELITIAN

Algoritma PQRST adalah urutan tahapan-tahapan untuk memperoleh nilai parameter kardiogram dari data diskrit *Electrocardiogram* (ECG). Nilai-nilai parameter tersebut adalah nilai *amplitude peak P*, *peak Q*, *peak R*, *peak S* dan *peak T*, serta durasi gelombang P, QRS, T dan *heart rate* pada tiap siklus (Setiawidayat et al., 2016), (Afkhami and Tinati, 2015), (Arkadiy, 2015). Langkah-langkah dalam algoritma PQRST diperlihatkan pada gambar 3, gambar 4, dan gambar 5.

Deteksi *peak R* dan *cycle*

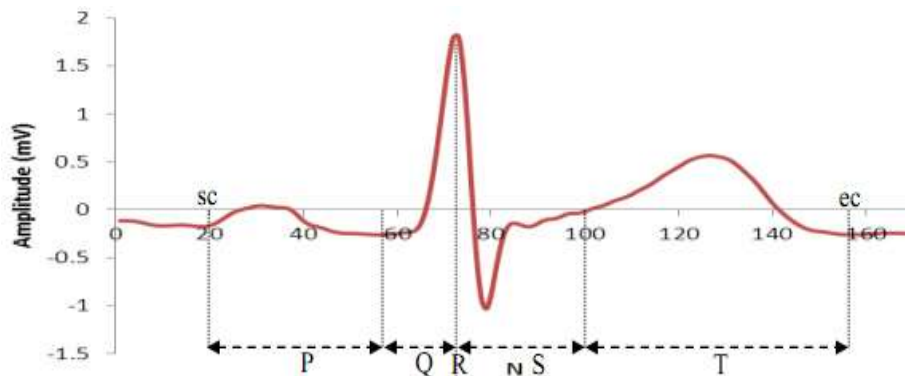
Amplitude maximum pada setiap *beat* atau *cycle* merupakan depolarisasi pada *ventricle*, dalam hal ini adalah *peak-R* (Webster, 2004), (Hussain A. Jaber AL-Ziarjawey and Ilyas Çankaya, 2015). Nilai-nilai *Peak-R* dapat diperoleh dengan cara memfilter maximum pada raw data lead I atau lead II. Durasi *peak R* to *peak R* (R_n to R_{n+1}) adalah durasi *cycle* (dR), yang sama pula dengan *peak-P* to *peak-P* (ali Thariq and Jung H, 2015). Durasi *cycle* ke n dapat diperoleh dengan cara posisi N dari R_{n+1} dikurangi $1.5xdR$ untuk *start cycle* (sc) hingga $0.5xdR$ untuk akhir *cycle* (ec) (Setiawidayat and Sargowo, 2016). N adalah urutan sampling dalam bilangan integer yang mewakili durasi waktu.



Gambar 3. Penentuan peak R dan Siklus

Deteksi amplitudo peak PQST

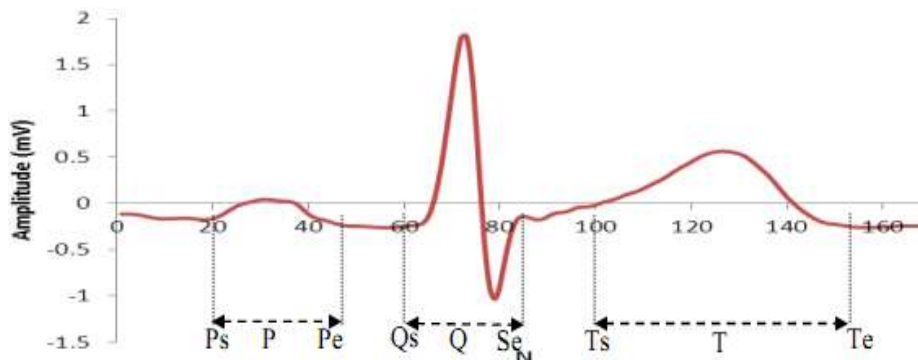
Dalam satu *cycle*, nilai amplitudo maximum dan minimum antara *sc* hingga *peak-R* masing-masing adalah *peak-P* dan *peak-Q* sedangkan antara *peak-R* hingga *ec* masing-masing adalah *peak-S* dan *peak-T*.



Gambar 4. Penentuan amplitudo peak PQST

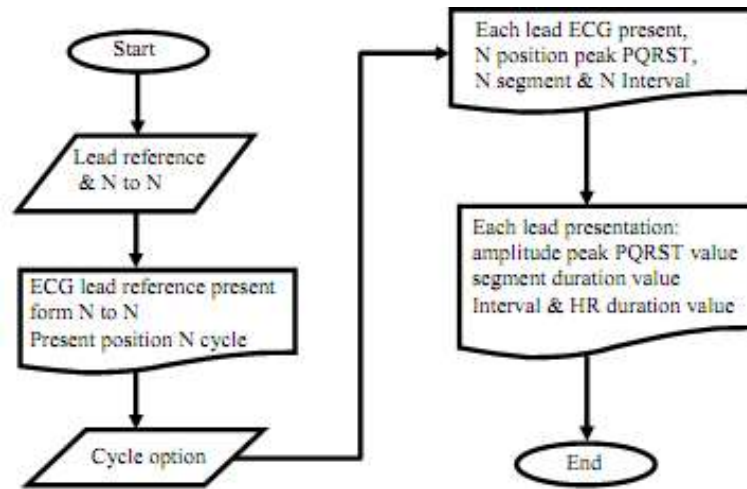
Deteksi gelombang P, QRS dan T

Nilai *amplitude maximum* terakhir sebelum *peak-Q* (Q_s) adalah awal gelombang QRS dan nilai *amplitude maximum* pertama setelah *peak-S* (S_e) adalah akhir gelombang QRS. Penentuan nilai durasi gelombang P didasarkan pada awal gelombang P (P_s), yaitu nilai *amplitude* terendah antara *sc* hingga *peak-P* dan akhir gelombang P (P_e), yaitu nilai *amplitude* terendah pertama setelah *amplitude peak P*. Penentuan nilai durasi gelombang T didasarkan pada awal gelombang T (T_s), yaitu nilai *amplitude* minimum pertama sebelum *peak T* (T_s) hingga akhir gelombang T (T_e), yaitu nilai *amplitude minimum* pertama setelah *peak T*.



Gambar 5. Penentuan Gelombang P, QRS dan T

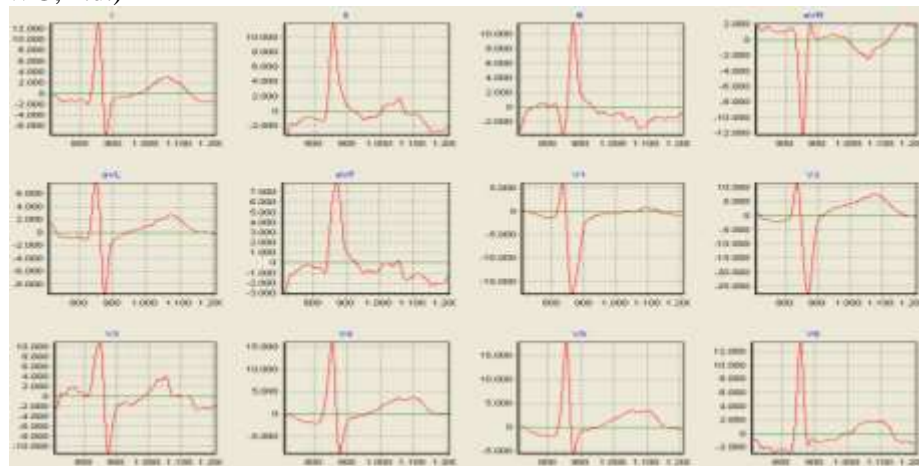
Flowchart dari tahapan algoritma PQRST pada gambar 3, 4 dan 5 ditunjukkan pada gambar 6.



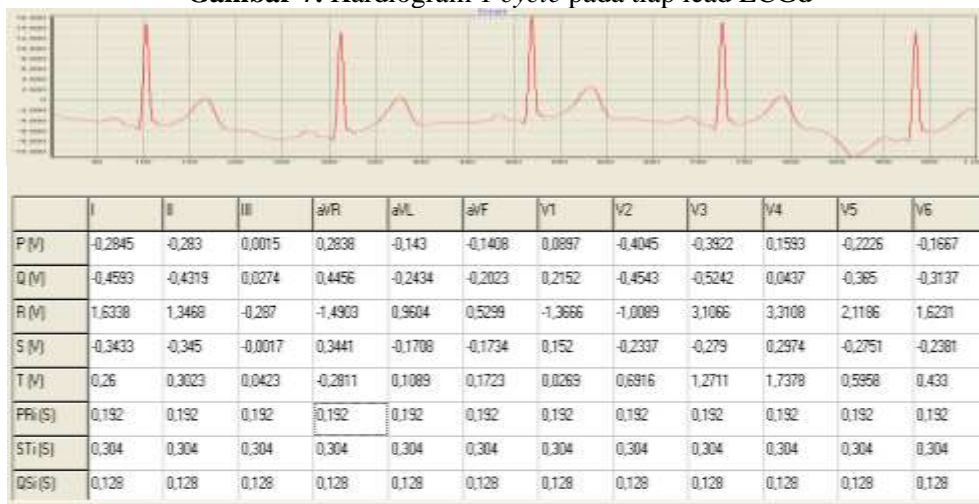
Gambar 6. Flowchart dari algoritma PQRST

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam riset ini, data discrete kondisi Jantung normal diperoleh dari *physionet* dengan *sampling rate* 128 Hz (Physionet, n.d.) dan dari *bmeuwg* dengan *sampling rate* 250 Hz. Pengujian dilakukan selama 10 detik untuk mengetahui *performance* Algoritma. Gambar 7 memperlihatkan *Cardiogram* 1 cycle dan gambar 8 menunjukkan nilai parameter antar lead data ECG 12-lead dari *bmeuwg* (UWG, n.d.)



Gambar 7. Kardiogram 1 cycle pada tiap lead ECGd



Gambar 8. Nilai parameter antar lead dalam 1 cycle dengan referensi lead II

Tabel 1. Hasil uji pasien kondisi Normal

Sample/Lead	I	II	III	aVR	aVL	aVF	V1	V2	V3	V4	V5	V6
P1	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
Q1	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
R1	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
S1	80	160	80	79	80	80	80	160	80	80	80	80
T1	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
P2	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
Q2	80	159	80	80	80	80	80	159	80	80	80	80
R2	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
S2	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
T2	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
P3	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
Q3	79	160	79	79	79	79	79	159	79	79	79	79
R3	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
S3	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
T3	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
P4	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
Q4	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
R4	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
S4	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
T4	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
P5	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
Q5	80	159	80	80	80	80	80	159	80	80	80	80
R5	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
S5	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
T5	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
P6	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
Q6	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
R6	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
S6	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
T6	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
P7	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
Q7	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
R7	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
S7	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
T7	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
P8	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
Q8	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
R8	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
S8	80	160	80	79	79	79	79	159	79	79	79	79
T8	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
P9	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
Q9	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
R9	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
S9	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
T9	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
P10	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
Q10	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
R10	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
S10	80	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
T10	79	160	80	80	80	80	80	160	80	80	80	80
TP (Total)	3998	7998	3999	3997	3998	3998	3998	7996	3998	3998	3998	3998

Data pada tabel 1 merupakan data hasil uji pasien kondisi normal dari *physionet* (lead II dan lead V2) dan dari bmeuwg (12-lead). *Performance* algoritma PQRST dapat diperoleh dengan mengukur *sensitivity* hasil pengukuran. Hasil pengujian *sensitivity* ditunjukkan pada tabel 2 dimana nilai *Sensitivity* (S) diperoleh dari (Sadhukhan and Mitra, 2012) :

$$S = \frac{TP}{TP + FN}$$

Where, TP=True positive (actual R peak correctly detected as peaks)

FN=False negative (actual peaks not detected as peaks)

Tabel 2. Hasil Pengujian *performance* algoritma PQRST

Sample/Lead	I	II	III	aVR	aVL	aVF	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Actual	4000	8000	4000	4000	4000	4000	4000	8000	4000	4000	4000	4000
FN	2	2	1	3	2	2	2	4	2	2	2	2
S (%)	99.95%	99.98%	99.98%	99.93%	99.95%	99.95%	99.95%	99.95%	99.95%	99.95%	99.95%	99.95%
Avg. S (%)	99.95%											

Berdasarkan hasil uji, dengan mengabaikan kesalahan deteksi maka algoritma PQRST memiliki *performance* dengan *sensitivity* sebesar 99.95%.

KESIMPULAN

Perangkat lunak yang didesain berdasarkan algoritma PQRST dalam riset ini dapat merepresentasikan nilai *peak amplitude* (P, Q, R, S dan T), durasi gelombang (P, Q, R, S dan T), pada setiap *cycle* dari setiap lead Elektrokardiogram. Lead I atau lead II dapat digunakan sebagai *lead acuan*. Penentuan posisi N dari *amplitude* R didasarkan hasil filterisasi nilai *amplitude maximum*. Durasi antar R_N dan R_{N+1} (dR) adalah durasi *cycle* ke N, dimana awal *cycle* (sc) $1.5 \times dR$ dan akhir *cycle* (ec) $0.5 \times dR$. Diperolehnya hasil pemeriksaan dalam bentuk kardiogram dan data parameter ECG maka dalam pemeriksaan ini tidak membutuhkan kertas khusus ECG.

DAFTAR PUSTAKA

- Afkhami, R.G., Tinati, M.A., 2015. ECG based detection of left ventricular hypertrophy using higher order statistics, in: 2015 23rd Iranian Conference on Electrical Engineering. Presented at the 2015 23rd Iranian Conference on Electrical Engineering, pp. 1–5. doi:10.1109/IranianCEE.2015.7146172
- ali Thariq, B., Jung H, K., 2015. R-peak detection in ECG signal compression for heartbeat rate patients at 1 kHz using High Order Statistic Algoritm. J. Multidiciplinary Eng. Sci. Technol. JMEST 2, 7.
- Arkadiy, K., 2015. The Algorithm of Estimation of Parameters of Heart Rate, PQ and ST Intervals with Daily Monitoring Using a Portable Multifunction Device, in: 2015 International Conference on Engineering and Telecommunication (EnT). Presented at the 2015 International Conference on Engineering and Telecommunication (EnT), pp. 82–84. doi:10.1109/EnT.2015.25
- Chia, B., 2000. Cnical Electrocardiography, Third Edition. ed. World Scientific, New Jersey.
- Foster, D.B., 2007. Twelve-Lead Electrocardiography, Second. ed. Springer-Verlag London, London.
- Guyton, A.C., Hall, J.E., 2006a. Textbook of Medical Physiology, 11th ed. Elsevier Saundes, Mississippi.
- Guyton, A.C., Hall, J.E., 2006b. Textbook of Medical Physiology, Eleventh edition. ed. Elsevier Saunders, Philadelphia, Pennsylvania.
- Hussain A. Jaber AL-Ziarjawey, Ilyas Çankaya, 2015. Heart Rate Monitoring and PQRST Detection Based on Graphical User Interface with Matlab. Int. J. Inf. Electron. Eng. vol.5 no.4, 6. doi:DOI: 10.7763/IJIEE.2015.V5.550
- Luna, B. de, 2007. Basic Electrocardiography, Normal and Abnormal ECG Patterns, First. ed. Blackwell Futura, Massachusetts.
- Physionet, n.d. <http://www.physionet.org/physiobank/database/mitdb>.
- Prutchi, D., Norris, M., 2005. Design and Development of Medical Electronic Instrumentation. A John Wiley & Sons, Inc, New Jersey.
- Sadhukhan, D., Mitra, M., 2012. R-peak detection algorithm for ECG using double difference and RR interval processing. Procedia Technol. Elsevier Ltd Open Access 4, 5. doi:10.1016/j.protecy.2012.05.143
- Setiawidayat, S., Sargowo, D., 2016. The peak of the PQRST and the Trajectory path of Each cycle of the ECG 12-lead Wave. Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci. 4, no.1, 7. doi:10.11591/ijeecs.v4.i1
- Setiawidayat, S., Sargowo, D., Sakti, S., 2016. Determining the ECG 1 cycle wave using Discrete Data. J. Theor. Appl. Inf. Technol. 88, no.1, 8.
- UWG, B., n.d. bmeuwg database.

Webster, J.G., 2004. *Electrical Measurement, Signal Processing, and Display*. CRC Press, New York.