Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK) DOI: 10.25126/jtiik.202296837
Vol. 9, No. 7, Desember 2022, hlm. 1747-1756 p-ISSN: 2355-7699
Akreditasi KEMENRISTEKDIKTI, No. 36/E/KPT/2019 e-ISSN: 2528-6579

SISTEM DETEKSI *MYOCARDIAL INFARCTION* BERDASARKAN *PATHOLOGICAL Q WAVES* DAN *ST SEGMENT ELEVATION* MENGGUNAKAN METODE *SUPPORT VECTOR MACHINE*

Ragil Hadi Prasetyo*[1], Edita Rosana Widasari [2], Agung Setia Budi[3]

[1,2,3]Universitas Brawijaya, Malang
Email: [1]ragilprasetyo310@gmail.com, [2]editarosanaw@ub.ac.id, [3]agungsetiabudi@ub.ac.id,
*Penulis Korespondensi

(Naskah masuk: 22 Desember 2022, diterima untuk diterbitkan: 27 Desember 2022)

Abstrak

Jantung merupakan organ yang sangat penting bagi tubuh manusia karena jika mengalami gangguan pada jantung akan memberi dampak yang besar pada tubuh. Menurut *World Health Organization* (WHO) kematian yang disebabkan oleh penyakit jantung di dunia mencapai 17.9 juta setiap tahunnya. Salah satu gangguan pada jantung adalah *Myocardial Infarction* yaitu gangguan yang diakibatkan oleh penyumbatan darah menuju jantung. Salah satu cara untuk mengetahui seseorang menderita *Myocardial Infarction* yaitu dengan melakukan tes *Electrocardiogram* (ECG), tetapi untuk melakukan test ECG tersebut cukup mahal dan sulit dijangkau untuk beberapa orang. Penelitian ini melakukan deteksi *Myocardial Infarction* berdasarkan 2 kondisi sinyal abnormal yaitu *Pathological Q Waves* dan *ST Segment Elevation*. Kedua kondisi sinyal abnormal tersebut dapat digunakan untuk mendeteksi *Myocardial Infarction*. Pada penelitian sebelumnya dilakukan deteksi kedua kondis abnormal tersebut pada subjek pendertia *Myocardial Infarction* dan kedua kondisi tersebut terjadi pada penderita *Myocardial infarction.* Penelitian ini menggunakan modul sensor AD8232 sebagai input untuk membaca aliran listrik pada jantung. Kemudian sinyal yang dibaca oleh sensor diproses di Arduino Uno dan dilakukan klasifikasi dan menampilkan hasilnya pada LCD 16x2 sebagai output. Penelitian ini melakukan pengujian modul sensor AD8232 dalam menghitung *Beat per Minute* (BPM) dan mendapatkan akurasi 99%. Klasifikasi yang digunakan yaitu Support Vector Machine yang mendapatkan akurasi 83,30% dengan rata-rata waktu komputasi 31,20ms.

Kata kunci: *Myocardial Infarction, Electrocardiography, Modul Sensor AD8232, Pathological Q Waves, ST Segment Elevation, Support Vector Machine.*

MYOCARDIAL INFARCTION DETECTION SYSTEM BASED ON PATHOLOGICAL Q WAVE AND ST SEGMENT ELEVATION USING SUPPORT VECTOR MACHINE METHOD

Abstract

Heart is a very important organ for the human body because if you experience a disorder of the heart it will have a big impact on the body. According to the World Health Organization (WHO), deaths caused by heart disease in the world reach 17.9 million each year. One of the disorders in the heart is Myocardial Infarction which is a disorder caused by blood blockage to the heart. One way to find out someone has Myocardial Infarction is to do an Electrocardiogram (ECG) test, but to do an ECG test is quite expensive and difficult to reach for some people. This study detected Myocardial Infarction based on 2 abnormal signal conditions, namely Pathological Q Waves and ST Segment Elevation. Both abnormal signal conditions can be used to detect Myocardial Infarction. This study used the AD8232 sensor module as an input to read the electricity flow in the heart. Then the signal read by the sensor is processed in the Arduino Uno and is classified and displays the result on a 16x2 LCD as an output. The study tested the AD8232 sensor module in calculating (Beat Per Minute)BPM and obtained 99% Accuracy. The classification used is the Support Vector Machine which gets an accuracy of 83.30% with an average computing time of 31.20ms.

Keywords: *Myocardial Infarction, Electrocardiography, Modul Sensor AD8232, Pathological Q Waves, ST Segment Elevation, Support Vector Machine.*

1. PENDAHULUAN

Jantung merupakan salah satu organ manusia yang berfungsi untuk memompa darah keseluruh tubuh. Jantung memiliki 4 bagian yaitu Serambi Kiri (*Left Atrium*), Serambi Kanan (*Right Atrium*), Bilik Kiri (*Left Ventricles*), dan Bilik Kanan *(Right Ventricles*). Setiap bagian jantung tersebut memiliki fungsinya masing masing. dikarenakan jantung merupakan organ yang sangat penting jika menderita penyakit jantung atau gangguan pada jantung dapat menyebabkan kematian. Di Indonesia menurut Kementrian Kesehatan pada tahun 2013 penyakit pada jantung merupakan penyebab pertama kematian di Indonesia dengan tingkat 37% dibandingkan penyakit lainnya. Salah satu gangguan pada jantung *Myocardial Infarction* yaitu gangguan yang diakibatkan oleh penyumbatan darah menuju jantung

Myocardial Infarction terjadi ketika suatu atau lebih area jantung tidak mendapatkan suplai oksigen yang cukup dikarenakan aliran darah menuju jantung tersumbat. Tersumbatnya aliran darah menuju jantung disebabkan oleh penumpukan *plaque* di arteri (*atherosclerosis*). *Plaque* terdiri dari kolesterol, lemak dan produk buangan lainnya dari tubuh. Ketika *Plaque* pecah atau hancur maka akan terbentuk gumpalan darah, gumpalan darah inilah yang menjadi penyebab terjadinya *Myocardial Infarction*. Dalam mendeteksi *Myocardial Infarction* dapat menggunakan test *Electrocardiogram* (ECG).

ECG adalah tes yang bertujuan untuk merekam aktivitas listrik pada jantung. aktivitas listrik tersebut memberikan informasi dari keadaan jantung yang diperoleh dengan meletakkan elektroda pada tubuh. Pada penelitian ini menggunakan 3 elektroda yang diletakkan pada bagian tubuh tertentu. Penempatan elektroda menggunakan teori *Einthoven's Triangle. Einthoven's Triangle* adalah formasi segitiga imajiner yang digunakan pada penempatan elektroda saat melakukan pembacaan aktivitas listrik pada jantung. ECG menghasilkan sinyal yang setiap satu siklus terdapat gelombang PQRST. sinyal tersebut yang akan diolah untuk mendapatkan fitur yaitu *Pathological Q Waves* dan *ST Segment Elevation.*

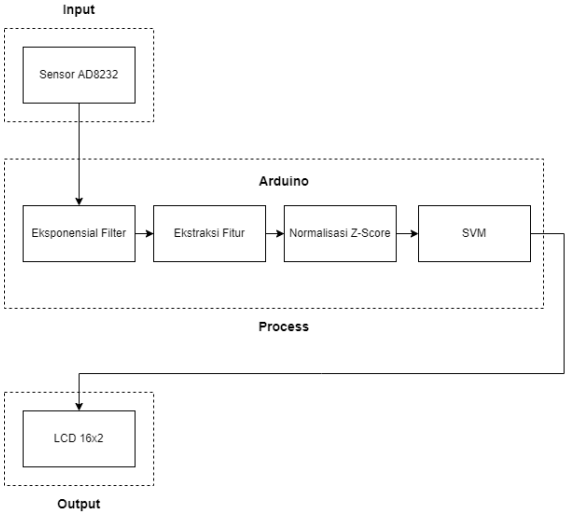
Pathological Q Waves merupakan salah satu petunjuk yang dapat dilihat pada sinyal ECG yang menandakan seseorang sedang menderita atau telah menderita *Myocardial Infarction*. *Pathological Q Waves* menandakan tidak adanya aktivitas listrik, *Pathological Q Waves* bukan merupakan tanda awal terjadinya Myocardial Infarction. Tetapi umumnya membutuhkan waktu beberapa jam hingga *Pathological Q Waves* berkembang dan ketika *Pathological Q Waves* telah berkembang maka akan sulit untuk menghilang. Sementara *ST Segment* adalah bagian datar antara bagian akhir dari S Waves atau biasa disebut titik J (*J point*) dan awal dari T Waves pada sinyal ECG. *ST Segment* merepresentasikan interval antara depolarisasi dan repolarisasi ventrikel. Kelainan yang dapat terjadi pada *ST Segment* yaitu terdapat kenaikan (*Elevation*) yang merupakan salah satu tanda dari *Myocardial Infarction.*

Pada penelitian ini menggunakan kedua fitur tersebut untuk melakukan klasifikasi kondisi jantung normal dan kondisi jantung yang mengalami *Myocardial Infarction. Pathological Q Waves* didapatkan dengan mencari nilai dari gelombang Q dan *ST Segment Elevation* didapatkan dengan menghitung nilai rata-rata dari gelombang S sampai gelombang T. Metode yang digunakan untuk melakukan klasifikasi yaitu *Support Vector Machine* (SVM). Sebanyak 36 data latih dan 18 data uji yang diperoleh dari database Physionet dan akuisisi sinyal secara manual.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Perancangan Perangkat Keras

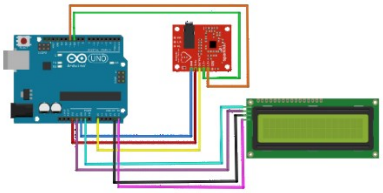
Pada sebuah sistem terdapat input, proses dan output. Pada sistem ini input didapat dari modul sensor AD8232 yang membaca aktivitas listrik pada jantung. Modul sensor AD8232 akan dihubungkan dengan Arduino Uno untuk dilakukan proses. Dan output dari sistem akan ditampilkan pada LCD 16x2. Gambar 1 menunjukkan blok diagram sistem.



Gambar 1. Block Diagram Sistem

.

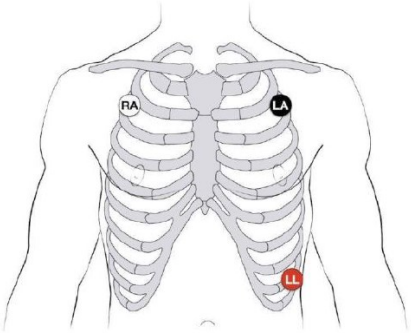
Sistem ini menggunakan tiga komponen utama yang saling berhubungan yaitu modul sensor AD8232 sebagai input, Arduino Uno sebagai Proses dan LCD 16x2 sebagai output. ketiga komponen tersebut dihubungkan dengan menggunakan kabel jumper. Gambar 2 menunjukkan Schematic dari perangkat keras sistem deteksi *Myocardial Infarction*.



Gambar 2. Schematic Perangkat Keras

2.2. Perancangan Pemasangan Elekstroda

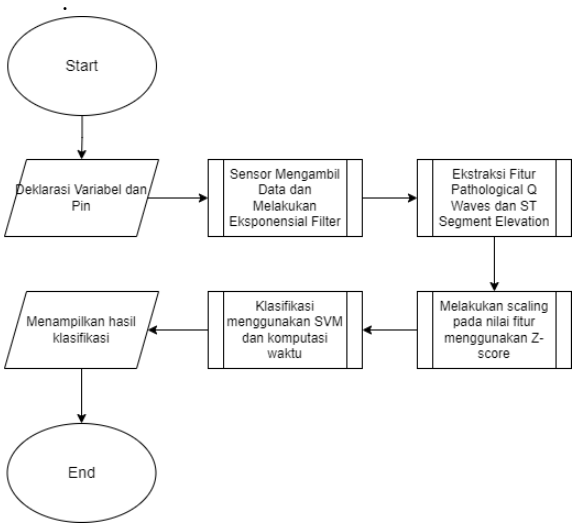
Pada Dalam melakukan pembacaan aktivitas listrik pada jantung, elektroda harus diletakkan pada bagian permukaan kulit tertentu. Penempatan elektroda menggunakan teori Einthoven's Triangle. Einthoven's Triangle adalah formasi segitiga imajiner yang digunakan pada penempatan elektroda saat melakukan pembacaan aktivitas listrik pada jantung. Gambar 2 merupakan perancagan pemasangan elektroda.



Gambar 2. Ilustrasi Perancangan Pemasangan Elektroda

2.3. Perancangan Perangkat Lunak

Pada Perancangan perangkat lunak pada penelitian ini terdiri dari mendapatkan sinyal dari sensor, Sinyal yang didapatkan dilakukan proses filter menggunakan eksponential filter untuk mengurangi *noise* dari sinyal. Kemudian dilakukan ekstraksi fitur yang ingin dicari yaitu *Pathological Q Waves* dan *ST Segment Elevation*. Fitur yang didapatkan dilakukan proses normalisai menggunakan Z-Score kemudian dilakukan klasifikasi untuk menentukan apakah subjek tersebut penderita *Myocardial Infarction* atau normal. Gambar 3 menunjukkan Flowchart dari jalannya sistem.

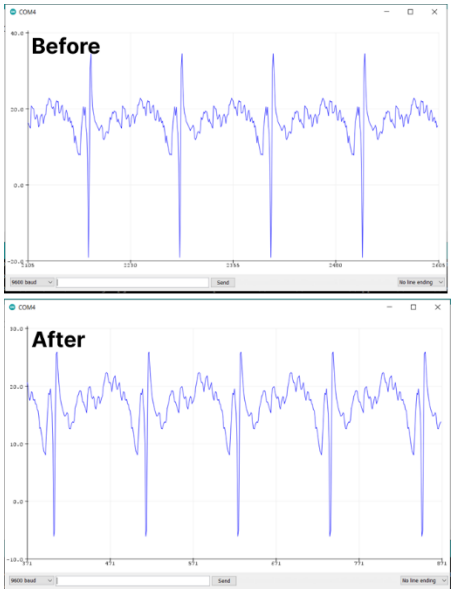


Gambar 3. Flowchart Program Ssitem

Setelah melakukan insialisasi variable dakn pin yang akan digunakan, sistem akan melakukan pembacaan aktivitas listrik pda jantung menggunakan modul sensor AD8232. Sinyal yang didapatkan kemduian dilakukan proses filter menggunakan eksponensial filter. Eksponensial filter digunaakan karena dapat mengurangi noise pada data yang memiliki interval waktu yang konsisten seperti data sinyal ECG. Berikut adalah persamaan dari eksponensial filter yang dapat ditunjukkan pda Persamaan (1)

$$Y_n = w * X_n + (1 - w) * Y_n - 1 \qquad (1)$$

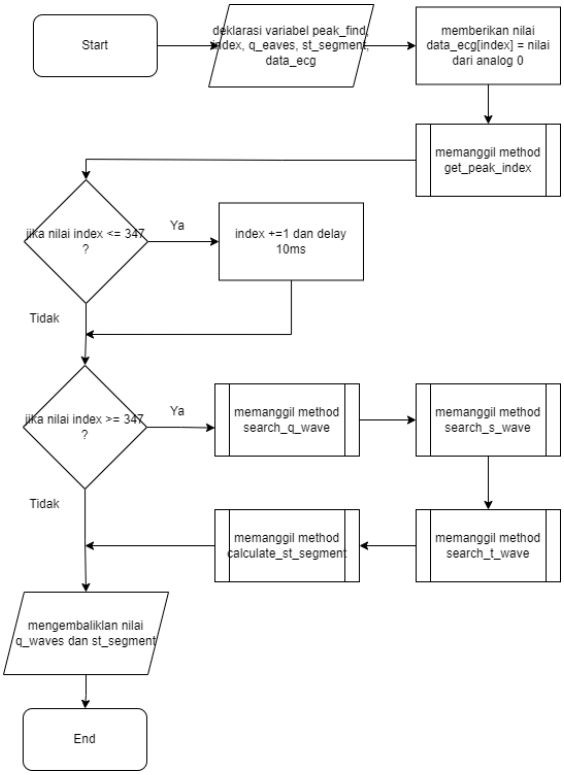
Hasil dari eksponensial filter ditunjukkan dengan variable Y_n. Variabel w adalah konstanta smoothing yang mem memiliki nilai antara 0 hingga 1. Pada penelitian ini menggunakan nilai w = 0.55 setelah dilakukan proses uji coba dan menghasilkan sinyal dengan *noise* sedikit. Variabel X_n merupakan nilai actual dari data yang ingin diubah dan Y_n merupakan perhitungan eksponensial filter sebelumnya. Berikut adalah hasil dari sinyal yang dilakukan proses ekponensial filter yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Perbandingan Sinyal ECG Pada Eksponensial Filter

Selanjutnya dilakukan proses ekstraksi fitur pada sistem ini yaitu proses mendapatkan nilai yang diinginkan dari sebuah sinyal ECG. Fitur yang ingin didapatkan yaitu *Pathological Q Waves* dan *ST Segment Elevation* yang merupakan salah satu tanda penderita *Myocardial Infarction*. Proses ekstraksi fitur dimulai dengan mendapatkan posisi dari gelombang R terlebih dahulu. Gelombang R dipilih karena merupakan gelombang yang memiliki nilai amplitudo tertinggi sehingga mudah untuk ditemukan dalam sinyal. Setelah gelombang R ditemukan maka dilakukan perulangan untuk mendapatkan nilai dari gelombang Q yang akan digunakan sebagai fitur dari *Pathological Q Waves*. Untuk mendapatkan *fitur ST Segment Elevation* juga dilakukan perulangan untuk

mendapatkan posisi dari gelombang S dan gelombang T. Setelah menemukan posisi dari gelombang S dan gelombang T maka dilakukan perulangan untuk mendapatkan rata-rata nilai di antara kedua gelombang tersebut. Gambar 5 merupakan flowchart dari proses ekstraksi fitur.

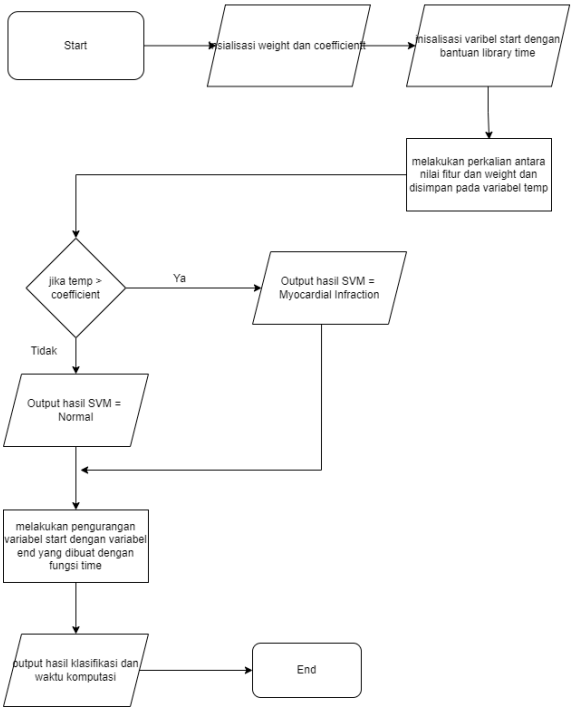


Gambar 5. Flowchart Proses Ekstraksi Fitur

Fitur yang telah didaparkan kemudian dilakukan proses normalisasi dengan menggunakan Z-Score. Normalisasi nilai fitur perlu dilakukan dikarenakan nilai amplitudo sinyal ECG yang didapatkan dari modul sensor AD8232 dengan nilai amplitudo sinyal ECG pada dataset yang digunakan berbeda. Perbedaan nilai tersebut dibutuhkan normalisasi nilai sehingga memiliki nilai yang sama. Z Score adalah salah satu metode dalam melakukan normalisasi yaitu dengan mengurangi nilai dengan rata-rata nilainya yaitu variable μ dan membaginya dengan standar deviasi yaitu variabel σ yang ditunjukkan pda Persamaan (2).

$$z = \frac{x-\mu}{\sigma} \quad (2)$$

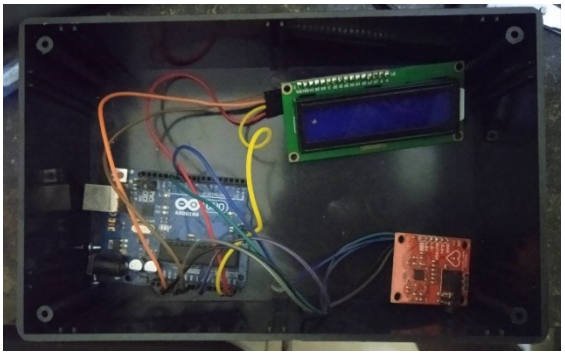
Nilai fitur yang telah dinormalisasikan kemudian digunakan untuk klasifikasi menggunakan metode SVM. Klasifikasi SVM dilakukan dengan melakukan *training* terelbih dahulu pada data latih dengan menggunakan bantuin *python* untuk mendapatkan nilai *weight* dari setiap fitur dan nilai *coefficient*. Setelah kedua nilai tersebut didapatkan maka kedua fitur akan dikalikan dengan nilai *weight* dan dijumlahkan. Hasil penjumlahan tersebut akan dibandingkan apakah nilainya melebihi nilai *coefficient* atau tidak. jika nila penjumlahannya melebihi nilai *coefficient* maka akan diklasifikasikan sebagai *Myocardial Infarction* dan begitu juga sebaliknya. Gambar 6 merupakan flowchart dari proses klasifikasi menggunakan SVM.



Gambar 6. Flowchart Proses Klasifikasi Menggunakan SVM

2.4. Implementasi Sitem

Implementasi sistem dilakukan setelah dilakukan perancangan sistem sebelumnya. Komponen Arduino Uno, LCD 16x2 dan modul sensor AD8232 dihubungkan satu sama lainnya menggunakan kabel *jumper*. Perancangan perangkat lunak yang sebelumnya telah dibuat juka dimplementasikan pada Arduino Uno. Berikut merupakan hasil implementasi pada sistem yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Implementasi Sistem

3. Pengujian dan Analisis

3.1. Pengujian Akurasi Sensor AD8232

Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan perhitungan *Beat Per Minute* (BPM) secara manual dengan BPM menggunakan modul sensor AD8232. pengujian ini dilakukan untuk mengukur akurasi modul sensor AD8232 dalam pembacaan sinyal ECG. Pengujian dilakukan dengan menghitung secara bersamaan selama 15 detik banyaknya BPM kemudian akan dikali dengan 4 untuk mendapatkan nilai dari BPM. Perhitungan nilai akurasi sensor AD8232 dilakukan dengan menggunakan Persamaan (3)

$$Akurasi = \frac{\sum_{i=i}^{n} \frac{|BPM\ Manual - BPM\ AD8232}{BPM\ Manual}}{Total\ Percobaan} \times 100 \quad (3)$$

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor AD8232

No. Pengujian	BPM Manual	BPM Sensor	Error
1	80	80	0
2	76	76	0
3	68	68	0
4	68	68	0
5	76	80	0,05
6	80	80	0
7	72	72	0
8	76	76	0
9	72	72	0
10	84	80	0,05
	Error		**0.1**

Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali untuk mendapatkan nilai akurasi dari pembacaan sensor AD8232. Hasil pengujian perbandingan pembacaan BPM menggunakan sensor dan secara manual ditunjukkan pada Tabel 1. Selanjutnya dilakukan perhitungan didapatkan nilai akurasi sensor AD8232 sebesar 99% dalam menghitung BPM.

3.2. Pengujian Akurasi *Support Vector Machine*

Tabel 2. Hasil Pengujian Klasifikasi SVM

Subjek	Q Waves	ST Segment	Hasil SVM	Kelas Asli
1	-0,12	0,84	MI	MI
2	-0,18	0,97	MI	MI
3	-0.,20	0,86	MI	MI
4	-0,13	0.74	MI	MI
5	-0,09	0.57	Normal	MI
6	-0,18	1,19	MI	MI
7	-0,09	0,66	Normal	MI
8	-0,10	0,79	Normal	MI
9	-0,37	1,15	MI	MI
10	-0,12	0,27	Normal	Normal
11	-0,10	0,53	Normal	Normal
12	-0,04	0,38	Normal	Normal
13	-0,10	0,14	Normal	Normal
14	-0,07	0,40	Normal	Normal
15	-0,08	0,32	Normal	Normal
16	-0,02	0,21	Normal	Normal
17	-0,08	0,63	Normal	Normal
18	-0,19	0,52	Normal	Normal

Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai akurasi dari klasifikasi menggunakan metode SVM. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 18 data uji yang dibagi menjadi 9 data subjek normal dan 9 data subjek penderita *Myocardial Infarction*. Data subjek normal diambil secara langsung dengan subjek sebelumnya harus mengisi kuisoner studi kohor faktor risiko penyakit tidak menular dari badan penelitian dan pengembangan kementrian kesehatan republik Indonesia. Pengisian kuisoner tersebut bertujuan untuk memastikan subjek tidak memiliki gejala terkait penyakit jantung dan keturunan terkait penyakit jantung. Data subjek *Myocardial Infraction* diambil dari database *Physiobank*.

$$Akurasi = \frac{Total\ Pengujian\ Benar}{Total\ Percobaan} \times 100 \quad (4)$$

Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian klasifikasi menggunakan SVM dengan menggunakan 18 data uji. Pengujian akurasi dihitung dengan menggunakan Persamaan (4) dan mendapatkan nilai akurasi 83,30% dalam melakukan klasifikasi menggunakan metode SVM.

3.3. Pengujian Waktu Komputasi Klasifikasi

Pengujian waktu komputasi dilakukan untuk mendapatkan nilai rata-rata waktu komputasi yang diperlukan sistem saat melakukan klasifikasi menggunakan SVM. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan 18 uji dan mendapatkan rata-rata waktu komputasi yaitu 31,29ms. Tabel 3 menunjukkan pengujian waktu komputasi data uji.

Tabel 3. Hasil Pengujian Waktu Komputasi Klasifikasi

Pengujian ke-	Waktu Komputasi (ms)
1	34
2	32
3	30
4	32
5	34
6	33
7	35
8	34
9	32
10	32
11	32
12	33
13	34
14	34
15	34
16	33
17	32
18	32
Rata-Rata	31.20

4. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan yang dapat ditarik berdasarkan penelitian ini yaitu penelitian ini menggunakan 38 data latih dan 18 data uji. Nilai akurasi dari pengujian BPM manual dan BPM sensor AD8232 adalah 99%.Klasifikasi kondisi jantung *Myocardial Infarction* dan jantung normal menggunakan metode SVM mendapatkan akurasi 83,30% dan 31,20 ms

rata-rata waktu komputasi yang diuji dengan menggunakan 18 data uji.

Saran dari penelitian ini yaitu dapat menggunakan karakteristik lain yang dapat digunakan sebagai fitur dalam melakukan klasifikasi dan membagi *Myocardial Infarction* menjadi dua jenis yaitu, *Chronic Myocardial Infarction* dan *Acute Myocardial Infarctio*n untuk lebih spesifik.

DAFTAR PUSTAKA

BHARDWAJ, A.V. et al., 2018, April. Early diagnosis and automated analysis of Myocardial Infarction (STEMI) by detection of ST segment elevation using wavelet transform and feature extraction, Bangalore: IEEE.

DOHARE, A.K., KUMAR, V. and KUMAR, R., 2018. Detection of myocardial infarction in 12 lead ECG using support vector machine, 64, pp.138-147. Rewa: ScienceDirect

GUILLEM, M.S. et al., 2004, September. Q wave myocardial intarction analysed by body surface potential mapping, 2004 (pp. 725-728). Valencia: IEEE.Conference on Design Innovations for 3Cs Compute Communicate Control (ICDI3C) (pp. 24-28).

WAGNER, P. et al., 2020. PTB-XL, a large publicly available electrocardiography dataset. 7(1), pp.1-15. Berlin: Nature Opie, L.H. ed., 2004. Heart physiology: from cell to circulation. 4th ed. Cincinnati: Lippincott Williams & Wilkins.2830.

OPIE, L.H. ed., 2004. Heart physiology: from cell to circulation. 4th ed. Cincinnati: Lippincott Williams & Wilkins.

HAMILTON, P.S., 1996. A comparison of adaptive and nonadaptive filters for reduction of power line interference in the ECG. IEEE transactions on biomedical engineering, 43(1), pp.105-109. Easton: IEEE

BEDNAREK, A., MOSKAL, P., KJELBASA, G., Baranowski, R., Rajzer, M. and Jastrzębski, M., 2020. Selective and nonselective His bundle pacing unmasks pathological Q waves on the electrocardiogram, 78(11), pp.1178-1179. Krakow: Kardiologia Polska (Polish Heart Journal),

Harvard Medical School, 2021. Want to check your heart rate? Here's how. [pdf] Cambridge: Harvard Health Publishing

GRESCH, E.D. and RAMSDALE, D.R., 2003. Acute coronary syndrome: unstable angina and non-ST segment elevation myocardial infarction, 326(7401), pp.1259-1261. Winnipeg: The BMJ

ZIMETBAUM, P.J. and JOSEPHSON, M.E., 2003. Use of the electrocardiogram in acute myocardial infarction, 348(10), pp.933-940. Boston: New England Journal of Medicine

KOSSMANN, C.E., 1953. The normal electrocardiogram. Circulation, 8(6), pp.920-936.

HUANG, S., et al., 2018. Applications of support vector machine (SVM) learning in cancer genomics. Cancer genomics & proteomics, 15(1), pp.41-51. Winnipeg: International Institute of Anticancer Reasearch

PEDREGOSA, et al, 2011. Scikit-learn: Machine learning in Python. the Journal of machine Learning research 12.

PRASAD, A.S. and KAVANASHREE, N., 2019, July. ECG monitoring system using AD8232 sensor. In 2019 International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES) (pp. 976-980). Mysuru: IEEE.

BADAMASI, Y.A., 2014, September. The working principle of an Arduino, (pp. 1-4). Abuja: IEEE.

WILCHER, D., 2012. Learn Electronics with Arduino. CA. New York: Springer Science & Business Media