

Analisis Pengaruh Mendengarkan Jenis Tempo Bacaan Al-Qur'an Terhadap Kelistrikan Jantung Menggunakan Prototype Ekg Berbasis Raspberry Pi

1st Sri Wahyuningsih
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
sriwahyuningsih@student.telkomu
niversity.ac.id

2nd Endang Rosdiana
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
endangr@telkomuniversity.ac.id

3rd Nunung Nurjanah
Dosen Fakultas Ilmu dan
Teknologi Kesehatan
Universitas Jendral Achmad Yani
Cimahi, Indonesia
shafwatunnisa@yahoo.co.id

Abstrak—Detak jantung menjadi salah satu indikator penting untuk mengetahui kesehatan manusia. Suara dapat menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi perubahan detak jantung. Hal tersebut dikarenakan jantung akan cenderung menyamai tempo suara. Dengan demikian, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh bacaan Al-Qur'an tempo *hadr* (cepat) dan *tadwir* (sedang) terhadap kelistrikan jantung (*heart rate*). Hasil pengukuran diolah menggunakan *Paired T-Test*, persentase perubahan, serta grafik perubahan detak jantung responden. Pada penelitian ini terdapat penambahan fitur LCD dan penggantian konektor elektroda untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi penggunaan alat. Prototype EKG yang digunakan memiliki nilai akurasi 97%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh responden mengalami peningkatan *heart rate* akibat penggunaan tempo *hadr* dan *tadwir*, namun peningkatan lebih signifikan terjadi pada pengukuran tempo *hadr*. Berdasarkan hasil *Paired T-Test*, penggunaan kedua jenis tempo tidak memiliki pengaruh yang cukup signifikan terhadap perubahan *heart rate* seluruh responden ($p > 0,05$). Namun demikian, dari saat-setelah diperdengarkan tempo *hadr*, 87% (berdasarkan R^2) perubahan *heart rate* seluruh responden disebabkan oleh penggunaan tempo tersebut, sedangkan selebihnya dipengaruhi faktor lain. Hal tersebut juga berlaku dari saat-setelah diperdengarkan tempo *tadwir*, 93% perubahan *heart rate* seluruh responden disebabkan oleh penggunaan tempo tersebut.

Kata Kunci—Detak Jantung, EKG, *Hadr*, Raspberry Pi, *Tadwir*.

I. PENDAHULUAN

Jantung merupakan organ yang sangat vital dan kompleks, dimana jantung menjadi salah satu indikator penting untuk mengetahui kesehatan

manusia. Berdasarkan *American Heart Association*, jantung yang sehat dan normal pada orang dewasa berdetak sebanyak 60-100 *beats per minute* (bpm). Semakin rendah detak jantung pada rentang tersebut, menandakan bahwa jantung bekerja semakin efisien [1]. Namun demikian, apabila jantung berdetak di luar rentang tersebut, maka dapat dikatakan bahwa jantung berada dalam kondisi yang tidak normal atau memiliki gangguan.

Detak jantung dapat dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya aktivitas olahraga, cuaca, posisi tubuh, emosi, berat badan, obat-obatan, kafein dan nikotin [2]. Selain itu, suara juga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi perubahan detak jantung [3]. Ketika suara menjadi pemicu, maka jantung cenderung akan menyamai tempo suara. Hal ini telah dibuktikan oleh beberapa penelitian yang menyatakan bahwa suara dengan tempo tertentu dapat mempengaruhi perubahan detak jantung.

Perubahan detak jantung tidak lepas dari peranan sistem saraf simpatik dan parasimpatik. Kedua sistem saraf ini bekerja secara sinkron untuk meningkatkan maupun menurunkan detak jantung. Sistem parasimpatik akan memperlambat detak jantung dengan adanya stimulasi berupa suara dengan tempo yang cukup lambat. Sementara itu, detak jantung dapat meningkat akibat suara yang tiba-tiba, dan hal ini berhubungan dengan kerja dari sistem saraf simpatik [4].

Penelitian mengenai efek bacaan Al-Qur'an ini sudah banyak dilakukan. Penelitian-penelitian tersebut dilakukan dari berbagai aspek sudut pandang, mulai dari segi pengamatan terhadap potensial jantung (Hannan & Nailissa'adah, 2021), tingkat kecemasan pada penderita penyakit jantung (Saleh *et al.*, 2018), indikator emosi mahasiswa (Ghanem & Wahab, 2018), hingga tekanan darah pada penderita hipertensi (Depitasari, 2019) dan (Lukito, 2018). Selain penelitian yang telah disebutkan mengenai efek

bacaan Al-Qur'an, terdapat juga beberapa penelitian yang mengkaji mengenai efek musik bertempo cepat dan lambat terhadap detak jantung, tekanan darah, dan *respiratory rate* (Bora *et al.*, 2018) dan (Agrawal *et al.*, 2013).

Berdasarkan penelitian yang telah disebutkan, beberapa diantaranya dapat dijadikan sebagai landasan untuk mengembangkan penelitian ini. Dalam penelitian (Hannan & Nailissa'adah, 2021), telah dianalisa mengenai potensial listrik jantung menggunakan EKG portabel, dengan aktivitas membaca dan mendengarkan Al-Qur'an. Sementara pada penelitian (Bora *et al.*, 2018) dan (Agrawal *et al.*, 2013) menyimpulkan bahwa terdapat pengaruh antara musik bertempo cepat dan lambat terhadap detak jantung, tekanan darah dan juga *respiratory rate*. Oleh karena itu, sebagai penelitian lanjutan, penggunaan bacaan Al-Qur'an tempo *hadr* dan *tadwir* menjadi fokus hasil dari penelitian ini. Diharapkan dengan adanya fokus penelitian terhadap kedua jenis tempo bacaan Al-Qur'an tersebut dapat diketahui pengaruhnya terhadap detak jantung.

II. KAJIAN TEORI

Dalam bab ini dibahas mengenai teori-teori yang digunakan dalam penelitian.

A. Bacaan Al-Qur'an

Al-Qur'an adalah kitab suci umat Islam yang diturunkan melalui Nabi Muhammad SAW. Selain sebagai pedoman, Allah SWT juga menjadikan Al-Qur'an, salah satunya adalah sebagai *As-syifa* atau obat. Dalam artian ini, Al-Qur'an merupakan obat penyakit jasmani maupun rohani.

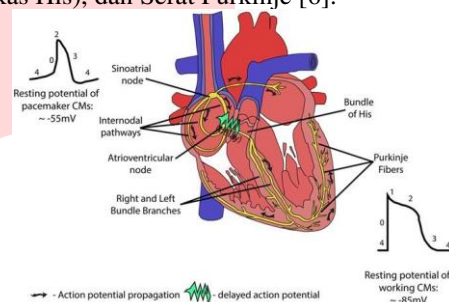
Dalam hal membaca Al-Qur'an terdapat beberapa tingkatan atau tempo bacaan. Menurut Ust. Saiful Anwar, Lc., M.A., Hafidzohullah, terdapat tiga jenis tempo bacaan, diantaranya adalah *At-Tahqiq*, *At-Tadwir*, dan *Al-Hadr* [5]. *At-Tahqiq* merupakan bacaan Al-Qur'an dengan tempo lambat, namun tidak memanjangkan *harakat*, dan biasanya digunakan saat belajar mengajar. *At-Tadwir* merupakan bacaan Al-Qur'an dengan tempo sedang, tidak terlalu cepat maupun terlalu lambat dan biasanya sering terdengar dalam shalat berjamaah. Sementara *Al-Hadr* merupakan bacaan Al-Qur'an dengan tempo cepat namun tetap menjaga hukum tajwid. Tiga bacaan tersebut termasuk kategori *tartil* selama tetap menjaga hukum tajwid [5].

B. Biolistrik dan Kelistrikan Jantung

Pada dasarnya seluruh jaringan tubuh manusia memiliki aktivitas kelistrikan yang dapat dideteksi, termasuk jantung. Aktivitas kelistrikan tersebut biasanya disebut dengan biolistrik atau biopotensial. Dalam hal ini, biolistrik mengacu pada arus listrik yang terjadi atau diproduksi oleh tubuh manusia, dan digunakan untuk melakukan impuls sepanjang serabut

saraf, mengatur fungsi jaringan dan organ, serta mengatur metabolisme.

Kontraksi jantung secara ritmik diakibatkan oleh impuls listrik yang dibangkitkan jantung tersebut. Dalam jantung, terdapat dua jenis sel otot yang sangat berperan penting pada kontraksi sel otot jantung, yaitu sel otot kontraktil dan sel otoritmik. Sel otoritmik jantung tidak memiliki potensial istirahat, namun akan mengulang aktivitas potensial pemicu, dimana potensial membran akan terdepolarisasi secara perlahan hingga ke ambang (potensial pemicu) tersebut [6]. Adanya siklus yang berulang tersebutlah yang menyebabkan jantung berdenyut tanpa adanya rangsangan apapun [6]. Kemudian sel-sel otoritmik jantung tersebut akan membentuk area tersendiri seperti pada Gambar 1 yaitu Nodus Sinoatrial (SA), Nodus Atrioventrikular (NA), Berkas Atrioventrikular (Berkas His), dan Serat Purkinje [6].



GAMBAR 1 Alur Kelistrikan Jantung

Nodus *Keith Black* atau Nodus Sinoatrial (SA) diketahui sebagai "*pacemaker*" atau pemacu jantung. Disebut demikian karena nodus SA tersebut dapat menghasilkan impuls sekitar 60-100 kali per menit, serta dapat menginisiasikan kontraksi yang akan menghasilkan detak jantung [7]. Sementara itu, Nodus Tawara atau Nodus Atrioventrikular (NA) berada dibawah septum atrial atau di bagian atas sinus koronarius. Pada nodus ini menghasilkan impuls lebih sedikit daripada nodus SA yaitu sekitar 40-60 kali per menit [7]. Selanjutnya, Berkas Atrioventrikular atau Berkas His yang dimulai dari nodus AV, bercabang ke dua bagian yaitu bagian kanan dan kiri. Kemudian komponen konduksi kelistrikan jantung yang terakhir adalah Serat Purkinje, dimana serat tersebut berada di ujung percabangan pada bagian kanan dan kiri Berkas His [8].

Proses konduksi jantung dimulai dengan Nodus Sinoatrial (SA) yang menginisiasi impuls untuk kemudian diteruskan ke otot atrium. Impuls dari Nodus SA tersebut menyebabkan atrium berkontraksi. Kemudian, setelah impuls sampai di Nodus Atrioventrikular (NA) akan sedikit mengalami penundaan karena konduksi yang cukup lambat, yaitu sekitar 0,08-0,16 detik [7]. Oleh NA, impuls kemudian diteruskan ke cabang berkas AV, yaitu berkas AV bagian kanan dan bagian kiri, serta diteruskan ke otot papiler. Setelah otot papiler berkontraksi untuk mengencangkan korda tendinea kemudian terjadi kontraksi otot ventrikel [8].

C. Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Jantung

Kinerja jantung dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk faktor internal dan eksternal. Faktor internal akan menyebabkan kinerja jantung mengalami perubahan dari dalam jantung atau tubuh itu sendiri, sedangkan faktor eksternal akan menyebabkan kinerja jantung mengalami perubahan yang berasal dari luar jantung atau tubuh. Beberapa faktor internal yang mempengaruhi kinerja jantung diantaranya adalah usia, berat badan, kondisi psikologis, jenis kelamin, kelainan anatomi jantung, serta frekuensi pernapasan. Sementara itu, faktor eksternal yang biasanya mempengaruhi kinerja jantung adalah suhu tubuh, aktivitas secara fisik, posisi tubuh, suara, serta gaya hidup terutama dalam konsumsi makanan, merokok atau minum minuman beralkohol [3].

Suara atau bunyi menjadi salah satu faktor eksternal yang mempengaruhi kinerja jantung. Beragam jenis bunyi dengan rentang frekuensi tertentu dapat memberikan efek pada jantung. Menurut peneliti Charlotta Eriksson, berdasarkan penelitian mengenai pengukuran aktivitas jantung dengan paparan kebisingan [9], bunyi atau suara dengan intensitas yang cukup rendah dan merdu dapat memberikan efek rileks dan menurunkan detak jantung. Sedangkan suara dengan intensitas yang tinggi mendorong aktivitas saraf simpatik, sehingga meningkatkan detak jantung, dan mempersempit pembuluh darah [10].

D. Kaitan Biopotensial Jantung dengan Cara Kerja Prototype EKG

Secara sederhana, aktivitas depolarisasi dan repolarisasi pada otot jantung menimbulkan arus listrik. Saat potensial membran istirahat, *channel* K^+ dan sebagian besar *channel* Na^+ tertutup, sehingga bagian luar membran sel lebih bermuatan positif dibandingkan di dalam sel. Selanjutnya, Na^+ terbuka dan K^+ mulai terbuka. Depolarisasi terjadi akibat adanya proses difusi Na^+ sehingga menyebabkan bagian dalam membran menjadi positif. *Channel* Na^+ selanjutnya tertutup, sedangkan *channel* K^+ terbuka. Akibat dari pergerakan Na^+ hingga ke pemberhentian sel, dan adanya peningkatan pergerakan K^+ keluar dari sel menyebabkan terjadinya proses repolarisasi [11]. Adanya proses tersebutlah yang kemudian menyebabkan terjadinya beda potensial pada jantung, sehingga dapat dideteksi oleh alat yang disebut dengan elektrokardiograf. Elektrokardiograf dapat mendeteksi potensial listrik yang dihasilkan jantung menggunakan sadapan elektroda yang terpasang sesuai dengan aturan tertentu. Sadapan elektroda tersebut akan mengirimkan sinyal yang terdeteksi melalui *pad* elektroda untuk kemudian dapat ditampilkan pada *display*.

Potensial listrik yang terdeteksi oleh elektroda memiliki amplitudo yang cukup kecil, yaitu sekitar 0,1 mV – 3 mV [12]. Karena potensial yang dihasilkan tersebut sangat kecil, maka diperlukan adanya rangkaian penguat instrumentasi untuk meningkatkan amplitudo tanpa merusak karakteristik sinyal. Dalam

modul AD8232 *heart rate monitor* inilah terdapat penguat instrumentasi, dan komponen-komponen lainnya yang saling terintegrasi untuk menguatkan, mengekstrak, dan juga menyaring sinyal tersebut. Namun, karena hasil penguatan mengandung *noise* yang tidak diinginkan, maka perlu dilakukan adanya *filtering*. Sementara itu, *Noise* yang dihasilkan pada rangkaian dapat juga disebabkan oleh beberapa faktor seperti adanya gerak tubuh yang berlebihan sehingga menghasilkan artefak pada sinyal asli, pemasangan elektroda yang tidak kontak secara sempurna, aktivitas kelistrikan otot, dan juga interferensi jala-jala listrik [12].

Sinyal yang dihasilkan setelah proses *filtering* dan *amplifying* merupakan sinyal analog yang perlu diterjemahkan ke dalam bentuk digital agar dapat ditampilkan pada *display*. Untuk dapat menerjemahkan sinyal analog menjadi digital maka digunakan *Analog to Digital Converter* (ADC). Sinyal yang telah diterjemahkan tersebut kemudian akan dikirimkan ke *microprocessor* untuk dapat diolah dan ditampilkan pada *display* [13].

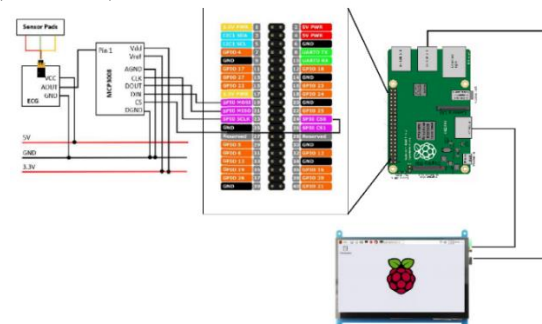
Untuk dapat mendeteksi sinyal biopotensial jantung menggunakan modul sensor AD8232 ini, diperlukan adanya elektroda sebagai transduser. Dalam hal ini, sadapan elektroda yang terdiri lebih dari dua buah *pad* akan mendeteksi adanya aktivitas biopotensial jantung dan kemudian akan mengonversikan parameter fisiologis tersebut menjadi tegangan. Namun, agar *output* berupa sinyal biopotensial tersebut dapat terbaca, perlu adanya beberapa komponen sebagai penunjang. Modul AD8232 dapat digunakan sebagai pengkondisi sinyal untuk menangkap sinyal yang terdeteksi dari jantung. Modul tersebut akan memperkuat dan menyaring sinyal yang terdeteksi agar dapat dianalisa.

III. METODE

Dalam bab ini dibahas mengenai *hardware* dan *software*, hingga alur pengambilan data.

A. Hardware dan Software

Sistem instrumen yang digunakan pada penelitian ini merupakan pengembangan dari instrumen sebelumnya. Dalam penelitian ini ditambahkan LCD 7 inch sebagai *display*, dan penggantian konektor elektroda. Berikut ini adalah skematik hasil pengembangan *hardware* yang telah dilakukan (Gambar 2).



GAMBAR 2 Skematik Rangkaian Hardware

Dengan tegangan masukan sebesar 5 V dan arus 2 A menggunakan *powerbank*, sinyal biopotensial jantung akan dideteksi melalui *biomedical pads* dan diteruskan oleh konektor elektroda. Selanjutnya, sadapan elektroda yang terdiri dari *biomedical pads* dan konektor elektroda akan mengirimkan sinyal biopotensial jantung ke modul AD8232. Oleh modul AD8232 yang merupakan pengkondisi sinyal akan dilakukan berbagai proses pengkondisian seperti penguatan, pengekstraksian, dan pemfilteran. Sinyal dari modul AD8232 kemudian diteruskan ke modul MCP3008 melalui pin *output* modul AD8232 ke *channel 1* modul MCP3008. Sinyal analog tersebut dikonversi menjadi nilai bpm (*beats per minute*) dengan dibagi resolusi ADC yaitu 1023 dan dikalikan dengan 3,3 V. Sinyal yang telah dikonversi kemudian difilter menggunakan *Band Pass Filter* (BPF) untuk menyaring gelombang atau sinyal R berfrekuensi tinggi dengan *High Pass Filter* (HPF) dan menyaring sinyal berdefleksi negatif yang sangat rendah dengan *Low Pass Filter* (LPF). Sinyal yang berhasil terfilter kemudian akan ditampilkan dalam grafik pengukuran detak jantung, dengan sumbu X berupa banyaknya sampel masuk dan sumbu Y merupakan nilai detak jantung yang terbaca. Hasil perekaman data dapat ditampilkan pada LCD maupun *VNC Viewer*, dan akan tersimpan dalam format CSV.

B. Pengujian Alat

Proses pengujian alat terdiri dari karakterisasi sinyal EKG dan kalibrasi. Proses karakterisasi sinyal EKG dilakukan dengan mengetahui kesesuaian bentuk gelombang P-QRS-T yang dihasilkan *prototype* EKG dengan EKG standar. Selanjutnya, proses kalibrasi dilakukan sebagai bentuk tahapan verifikasi atau uji kelayakan alat. Proses kalibrasi dilakukan dengan membandingkan hasil detak jantung yang terekam pada *prototype* EKG dengan EKG standar. EKG yang digunakan sebagai pembandingan dalam proses kalibrasi *prototype* adalah EKG Mindray BeneHeart R3. Hasil detak jantung yang terekam selama delapan menit waktu perekaman dibandingkan dengan rata-rata hasil detak jantung yang terekam pada EKG Mindray dan kemudian akan diketahui nilai error rata-rata dari proses ini. Dengan nilai error tersebut kemudian juga dapat diketahui besarnya akurasi sebagai parameter untuk mengetahui seberapa akurat *prototype* EKG dalam melakukan perekaman sinyal jantung.

C. Alur Pengambilan Data

Alur pengambilan data dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3. Pengambilan data dilakukan kepada 15 orang responden yang terbagi menjadi tiga klaster. Klaster pertama merupakan responden yang sering mendengarkan bacaan Al-Qur'an (intensitas mendengarkan hampir setiap hari), klaster kedua merupakan responden yang cukup jarang mendengarkan bacaan Al-Qur'an (intensitas mendengarkan, dua sampai tiga kali dalam satu minggu), dan klaster ketiga merupakan responden

yang jarang atau sangat jarang mendengarkan bacaan Al-Qur'an (intensitas mendengarkan, satu sampai empat kali dalam satu bulan). Sebelum dilakukan proses pengambilan data, dilakukan pengecekan Tanda-Tanda Vital dan juga pemasangan elektroda pads berdasarkan *Einthoven's Triangle* serta periapan alat. Pengukuran TTV sebelum dilakukannya pengambilan data bertujuan untuk memastikan atau mengetahui keadaan rileks responden.

Berdasarkan *Einthoven's Triangle*, pemasangan sadapan elektroda berwarna merah diletakkan pada bagian kanan dekat tulang selangka, hitam diletakkan di sebelah kiri dekat tulang selangka, dan biru diletakkan dibagian kiri rusuk paling bawah sebagai *grounding*. Selanjutnya, persiapan alat yaitu dengan mempersiapkan segala bentuk koneksi hingga *running source code* program. Pada proses pengambilan data, bacaan Al-Qur'an yang diperdengarkan kepada responden adalah Q.S Al-Qiyamah. Q.S Al-Qiyamah tempo *hadr* dibacakan oleh Syaikh Abdul Rahman Al-Sudaes dengan tempo 127 BPM, sedangkan tempo *tadwir* dibacakan oleh Ust. Hannan Attaki dengan tempo 105 BPM.



GAMBAR 3 Alur Pengambilan Data

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

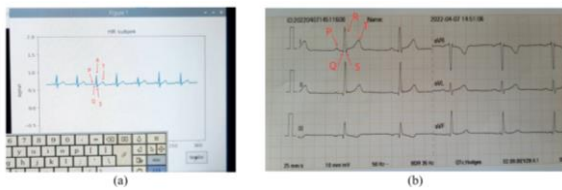
Pada bab ini dibahas mengenai hasil pengembangan *prototype* EKG hingga analisis pengaruh penggunaan tempo *hadr* dan *tadwir* pada seluruh responden dengan, maupun tanpa *clustering* (pengelompokan responden).

A. Hasil Pengembangan *Prototype* EKG

Pengembangan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan adanya penambahan fitur *display* berupa LCD dan penggantian konektor elektroda. *Prototype* EKG dapat dihubungkan dengan *input* tegangan sebesar 5 V, sementara itu untuk menghindari *noise* pada sinyal tidak digunakan adaptor sebagai sumber tegangan, namun menggunakan *powerbank*. Sinyal *input* yang berupa sinyal EKG dapat dideteksi melalui elektroda pads atau *biomedical pads* sebagai sensor basah. Sinyal tersebut akan diteruskan ke modul AD8232 sebagai modulator untuk dilakukan berbagai proses pengkondisian sinyal. Kemudian, karena *Raspberry Pi* tidak dapat membaca hasil sinyal analog secara langsung, maka diperlukan adanya modul pengonversi sinyal analog ke digital berupa ADC MCP3008. Setelah sinyal mampu terbaca oleh *Raspberry Pi*, sinyal dan detak jantung dapat ditampilkan pada *display* berupa LCD.

B. Karakterisasi Sinyal EKG

Karakterisasi sinyal EKG merupakan salah satu proses validasi untuk mengetahui kesesuaian bentuk sinyal yang dihasilkan *prototype* dengan bentuk sinyal yang dihasilkan EKG standar. Selain itu, karakterisasi ini juga dilakukan untuk memastikan apakah *prototype* masih dapat digunakan untuk pembacaan sinyal EKG atau tidak. Proses validasi dilakukan dengan mengkarakterisasi bentuk gelombang P-QRS-T pada *prototype* EKG dan membandingkannya dengan hasil perekaman EKG standar. Karakterisasi bentuk sinyal P-QRS-T pada *prototype* EKG dan EKG Mindray BeneHeart R3 dapat dilihat pada Gambar 4.



GAMBAR 4 (a) Karakterisasi Sinyal pada *Prototype* EKG, (b) Karakterisasi Sinyal pada EKG Mindray

C. Kalibrasi

Proses kalibrasi dalam penelitian ini merupakan salah satu bentuk verifikasi atau uji kelayakan alat. Kalibrasi dilakukan dengan membandingkan nilai detak jantung pada *prototype* EKG dengan EKG sebenarnya dalam satuan bpm (*beats per minute*). EKG yang digunakan sebagai pembanding dalam proses kalibrasi ini adalah EKG Mindray BeneHeart R3. Data yang diolah dalam kalibrasi ini adalah hasil selama delapan menit perekaman data dengan perhitungan error rata-rata tiap dua menit. Kemudian rata-rata error alat diperoleh berdasarkan rata-rata error tiap dua menit perekaman data. Berikut ini adalah data kalibrasi yang diperoleh (Tabel 1).

TABEL 1 Data Kalibrasi *Prototype* EKG dengan EKG Mindray BeneHeart B3

Sampel	Selang Waktu			
	I	II	III	IV
1	53	80	59	81
2	55	57	85	56
3	83	80	55	56
4	81	53	75	72
5	83	49	71	56
6	55	85	53	52
7	52	57	55	72
8	57	57	57	53
Rata-Rata HR	65	65	64	62
HR EKG Mindray R3	62	62	62	62
Error	5%	4%	3%	1%
Rata-Rata Error	3%			
Akurasi	97%			

Error yang dihasilkan pada proses kalibrasi ini yaitu berada pada rentang 1%-5% dengan rata-rata error selama delapan menit yaitu 3%. Menurut Lewis, *error* sebesar 3% menandakan bahwa alat memiliki nilai akurasi yang tinggi. Hal tersebut juga terlihat pada persentase akurasi yang menunjukkan nilai sebesar 97%. Dengan *error* yang rendah dan akurasi yang tinggi, maka dapat dikatakan bahwa *prototype* EKG telah terverifikasi dan layak digunakan untuk melakukan proses perekaman sinyal EKG.

D. Pengaruh Tempo Bacaan Al-Qur'an terhadap Heart Rate (Detak Jantung)

Data yang dianalisis dalam pembahasan ini merupakan data detak jantung 15 responden dengan rentang umur 16-27 tahun. Sementara itu, pengolahan data dilakukan dengan mengetahui besar persentase perubahan detak jantung, dan juga *Paired T-Test* atau Uji T Berpasangan. Pengolahan data menggunakan *tools* berupa IBM SPSS Ver 26. Pengolahan data dilakukan menggunakan Uji T Berpasangan (*Paired T-Test*). Penggunaan Uji T Berpasangan dalam pengolahan data ini adalah untuk menguji besar nilai korelasi, kontribusi, dan juga signifikansi (nilai p) perbedaan antara ketiga waktu pengukuran dengan masing-masing tempo. Nilai korelasi dalam pengolahan data ini digunakan untuk mengetahui besarnya nilai kontribusi variabel independen terhadap variabel dependen. Variabel dependen dari penelitian ini adalah *Heart Rate*, sedangkan variabel independen dalam hal ini adalah tempo bacaan Al-Qur'an. Sementara itu, nilai p dapat digunakan untuk menganalisis apakah terdapat perbedaan HR pada ketiga waktu yang dibandingkan dalam setiap tempo bacaan atau tidak. Data hasil pengolahan menggunakan IBM SPSS Ver 26 dapat dilihat pada Tabel 2.

TABEL 2 Hasil Uji T Berpasangan

Waktu	Uji T	Tempo	
		<i>Hadr</i>	<i>Tadwir</i>
Sebelum-Saat	R	0,846	0,882
	R ² (%)	72%	78%
	Sig R	0,000	0,000
	Nilai p	0,877	0,631
Saat-Setelah	R	0,932	0,964
	R ² (%)	87%	93%
	Sig R	0,000	0,000
	Nilai p	0,156	0,641
Sebelum-Setelah	R	0,778	0,872
	R ² (%)	61%	76%
	Sig R	0,001	0,000
	Nilai p	0,362	0,468

Berdasarkan hasil data secara keseluruhan pada Tabel 2, dapat ditarik garis besar bahwa persen kontribusi tempo bacaan Al-Qur'an mengalami

peningkatan dan penurunan terhadap detak jantung. Persentase kontribusi (R^2) mengalami peningkatan pada saat-setelah mendengarkan tempo *tadwir*, dan mengalami penurunan pada sebelum-setelah mendengarkan tempo *tadwir*. Sementara itu, nilai p dalam pengukuran kedua jenis tempo ternyata tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ($p > 0,05$) antara sebelum-saat, saat-setelah, maupun sebelum-setelah diperdengarkan kedua jenis tempo bacaan tersebut. Adanya peningkatan dan penurunan tersebut dikarenakan respon jantung akan selalu berubah-ubah terhadap stimulasi suara yang diberikan, meskipun dalam kasus ini, perubahan antar waktu pengamatan tidak terlalu signifikan. Terlepas dari hal itu, terdapat beberapa faktor lain yang perlu menjadi perhatian, sebab menurut penelitian, preferensi juga mempengaruhi perubahan HR. Dalam studi relaksasi tes *stress* jantung di Universitas Texas yang menguji musik *rock* dan klasik, ternyata peningkatan HR lebih besar ketika penggemar musik klasik mendengarkan musik klasik, daripada mendengar musik *rock*, dan hal tersebut juga berlaku sebaliknya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa ternyata, preferensi terhadap jenis suara tertentu dapat mempengaruhi detak jantung.

E. Pengaruh Tempo Bacaan Al-Qur'an terhadap Heart Rate (Detak Jantung) Responden Klaster 1

Responden pada klaster 1 adalah responden yang sering mendengarkan bacaan Al-Qur'an, dengan intensitas mendengarkan hampir setiap hari. Persentase perubahan HR pengukuran tempo *hadr* pada responden klaster ini dapat dilihat pada Tabel 3.

TABEL 3 Persentase Perubahan HR Pengukuran Tempo *Hadr*

Responden	Rata-Rata HR			Persentase Perubahan HR		
	Sebelum	Saat	Setelah	Sebelum-Saat	Saat-Setelah	Sebelum-Setelah
1	62	61	60	-2%	-1%	-3%
2	86	88	93	2%	6%	8%
3	92	90	87	-2%	-3%	-6%
4	86	90	86	5%	-5%	0%
5	78	73	84	-6%	15%	8%
Rata-Rata				-1%	2%	1%

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa rata-rata persentase perubahan *heart rate* cukup variatif pada setiap responden klaster 1. Namun demikian, berdasarkan rata-rata persen perubahan, terjadi peningkatan HR pada responden klaster 1, dari sebelum-setelah diperdengarkan bacaan Al-Qur'an tempo *hadr* meskipun tidak signifikan (1%). Perubahan yang variatif ini tidak dapat dipungkiri sangat bergantung pada kondisi responden (internal) dan juga pengaruh eksternal. Seperti yang telah disebutkan, mulai dari faktor eksternal berupa suara, hingga psikologis, dapat mempengaruhi hasil pengukuran.

Persentase perubahan detak jantung responden klaster 1 pada pengukuran tempo *tadwir* dapat dilihat pada Tabel 4.

TABEL 4 Persentase Perubahan HR Pengukuran Tempo *Tadwir*

Responden	Rata-Rata HR			Persentase Perubahan HR		
	Sebelum	Saat	Setelah	Sebelum-Saat	Saat-Setelah	Sebelum-Setelah
1	62	62	67	-1%	9%	8%
2	90	89	88	-1%	-1%	-2%
3	86	89	89	3%	0%	3%
4	84	83	81	-1%	-3%	-4%
5	82	74	74	-9%	0%	-9%
Rata-Rata				-2%	1%	-1%

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa rata-rata persentase perubahan *heart rate* pada pengukuran tempo ini juga cukup variatif. Terlihat dalam tabel tersebut, berdasarkan rata-rata perubahan keseluruhan, HR responden klaster ini mengalami penurunan dari sebelum-setelah, dengan nilai yang perubahan yang tidak signifikan. Serupa dengan analisis sebelumnya, perubahan yang variatif ini sangat bergantung pada kondisi responden (internal) dan juga pengaruh eksternal.

F. Pengaruh Tempo Bacaan Al-Qur'an terhadap Heart Rate (Detak Jantung) Responden Klaster 2

Responden klaster 2 merupakan klaster atau kelompok responden yang cukup jarang mendengarkan Al-Qur'an, dengan intensitas mendengarkan, dua sampai tiga kali dalam satu minggu. Persentase perubahan HR responden klaster 2 pada pengukuran tempo *hadr* dapat dilihat pada Tabel 5.

TABEL 5 Persentase Perubahan HR Pengukuran Tempo *Hadr*

Responden	Rata-Rata HR			Persentase Perubahan HR		
	Sebelum	Saat	Setelah	Sebelum-Saat	Saat-Setelah	Sebelum-Setelah
1	74	77	75	4%	-2%	2%
2	71	70	75	-2%	7%	5%
3	80	76	75	-5%	-1%	-6%
4	71	92	97	30%	6%	38%
5	96	88	94	-8%	7%	-2%
Rata-Rata				4%	3%	7%

Berdasarkan Tabel 5 dapat diketahui bahwa rata-rata persentase perubahan HR pada setiap responden klaster 2 cukup variatif. Terlihat berdasarkan rata-rata persentase perubahan HR pada responden klaster 2 ini mengalami peningkatan HR dari sebelum-setelah diperdengarkan bacaan Al-Qur'an tempo *hadr*. Respon atau reaksi setiap responden dapat berbeda karena kondisi responden maupun faktor eksternal. Faktor eksternal yang dimaksud, dapat berupa suara di luar dari bacaan Al-Qur'an. Adapun faktor internal, meskipun dengan dilakukannya pengecekan *vital signs* (TTV) secara umum sudah dapat mewakili pengecekan kondisi kesehatan, faktor psikologis tetap tidak dapat diabaikan.

Persentase perubahan detak jantung responden klaster 2 pengukuran tempo *tadwir* dapat dilihat pada Tabel 6.

TABEL 6 Persentase Perubahan HR Pengukuran Tempo *Tadwir*

Responden	Rata-Rata HR			Persentase Perubahan HR		
	Sebelum	Saat	Setelah	Sebelum-Saat	Saat-Setelah	Sebelum-Setelah
1	80	82	80	3%	-3%	0%
2	73	73	67	0%	-9%	-9%
3	80	77	77	-4%	0%	-4%
4	86	104	100	20%	-3%	16%
5	84	89	94	6%	5%	12%
Rata-Rata				5%	-2%	3%

Pada Tabel 6 dapat dipahami bahwa respon perubahan HR klaster ini pada pengukuran tempo *tadwir* juga memiliki perubahan yang cukup variatif. Berdasarkan tabel tersebut, responden klaster 2 mengalami penurunan HR dari saat-setelah dan mengalami peningkatan secara keseluruhan dari sebelum-setelah diperdengarkan bacaan Al-Qur'an tempo *tadwir*. Serupa dengan analisis dari hasil pengukuran sebelumnya, hal ini dapat dipahami dengan faktor yang mempengaruhi perubahan detak jantung. Hal tersebut, dapat berupa suara, pergerakan, hingga psikologis, meskipun secara objektif, pengukuran pengaruh efek psikologis tidak benar-benar dilakukan. Terlepas dari itu, faktor-faktor eksternal memiliki pengaruh yang kuat terhadap perubahan detak jantung.

G. Pengaruh Tempo Bacaan Al-Qur'an terhadap Heart Rate (Detak Jantung) Responden Klaster 3

Responden klaster 3 merupakan responden yang jarang hingga sangat jarang mendengarkan bacaan Al-Qur'an, dengan intensitas mendengarkan, satu sampai empat kali dalam satu bulan. Persentase perubahan *heart rate* responden klaster 3 pada pengukuran tempo *hadr* dapat dilihat pada Tabel 7.

TABEL 7 Persentase Perubahan HR Pengukuran Tempo *Hadr*

Responden	Rata-Rata HR			Persentase Perubahan HR		
	Sebelum	Saat	Setelah	Sebelum-Saat	Saat-Setelah	Sebelum-Setelah
1	107	105	105	-2%	0%	-2%
2	84	80	76	-4%	-6%	-10%
3	68	70	73	2%	5%	7%
4	80	79	81	-1%	3%	2%
5	68	68	71	0%	3%	4%
Rata-Rata				-1%	1%	0%

Berdasarkan Tabel 7, dapat diketahui bahwa pada responden klaster 3 memiliki perubahan *heart rate* yang bervariasi. Berdasarkan rata-rata respon perubahan HR dapat disimpulkan bahwa responden klaster ini tidak mengalami perubahan HR dari sebelum-setelah diperdengarkan tempo bacaan *hadr*. Perubahan yang bervariasi ini, seperti yang telah dijelaskan pada analisis sub-bab sebelumnya, dapat disebabkan berbagai hal, termasuk sebab internal maupun eksternal. Dengan adanya pengambilan data *vital sign* (TTV), dapat dijadikan sebagai dasar asumsi bahwa kondisi responden berada dalam keadaan rileks dan sehat saat proses pengambilan data, sehingga

faktor secara internal ini dapat dikesampingkan. Meskipun demikian, faktor internal lebih lanjut seperti kondisi psikologis juga sangat berpengaruh pada pengukuran HR ini. Sementara itu, faktor penyebab eksternal perubahan HR juga dapat diakibatkan karena kondisi sekitar (suara lain di luar bacaan Al-Qur'an), dan juga gaya hidup (merokok, konsumsi makanan, dan juga kurang berolahraga).

Persentase perubahan detak jantung responden klaster 3 pengukuran tempo *tadwir* dapat dilihat pada Tabel 8.

TABEL 8 Persentase Perubahan HR Pengukuran Tempo *Tadwir*

Responden	Rata-Rata HR			Persentase Perubahan HR		
	Sebelum	Saat	Setelah	Sebelum-Saat	Saat-Setelah	Sebelum-Setelah
1	112	108	110	-4%	2%	-3%
2	74	74	77	0%	3%	3%
3	69	71	75	3%	6%	9%
4	82	78	81	-5%	3%	-2%
5	76	78	77	2%	-1%	1%
Rata-Rata				-1%	2%	2%

Dalam Tabel 8 dapat dilihat bahwa perubahan HR pada pengukuran tempo *tadwir* juga bervariasi. Berdasarkan rata-rata perubahan HR, dapat disimpulkan bahwa responden klaster ini mengalami peningkatan HR dari sebelum-setelah diperdengarkan bacaan Al-Qur'an tempo *tadwir*. Dengan perubahan yang bervariasi dapat dipahami seperti analisis-analisis sebelumnya bahwa faktor internal dan eksternal tentu menjadi penyebab perbedaan respon pada setiap responden. Faktor internal berupa TTV dianggap sudah mewakili, sebagai bukti bahwa responden berada dalam kondisi rileks dan sehat sebelum pengambilan data. Meskipun demikian, faktor internal lain seperti kondisi psikologis tidak dapat dikesampingkan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisis dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa *prototype* EKG telah mampu untuk membaca sinyal EKG dengan lebih baik (akurasi 97%). Dari saat-setelah diperdengarkan tempo *hadr*, 87% (berdasarkan R²) perubahan *heart rate* seluruh responden disebabkan oleh penggunaan tempo tersebut, sedangkan sisanya dipengaruhi faktor lain. Hal tersebut juga berlaku dari saat-setelah diperdengarkan tempo *tadwir*, 93% perubahan *heart rate* seluruh responden disebabkan oleh penggunaan tempo tersebut. Perubahan *heart rate* pada masing-masing klaster responden cukup sulit untuk disimpulkan secara objektif apabila dikaitkan dengan latar belakang spiritual responden. Meskipun demikian, dapat ditarik kesimpulan bahwa pada responden klaster 1, 2 maupun 3, mengalami perubahan *heart rate* yang fluktuatif. Perubahan *heart rate* yang fluktuatif dan perbedaan yang cukup

signifikan pada masing-masing klaster dapat disebabkan karena berbagai faktor. Di antara faktor yang sangat mungkin mempengaruhi adalah kondisi psikologis dan juga preferensi.

REFERENSI

- [1] C. Hunter, "How Does Sound Affect Heart Rate?," *Sciencing*, 2017. <https://sciencing.com/body-regulate-heart-rate-19639.html> (accessed Jul. 06, 2022).
- [2] WebMD, "Your Heart Rate," *WebMD*, 2020. <https://www.webmd.com/heart-disease/heart-failure/watching-rate-monitor>.
- [3] S. Sammito and I. Böckelmann, "Factors Influencing Heart Rate Variability," *Int. Cardiovasc. Forum J.*, vol. 6, pp. 18–22, 2016, doi: 10.17987/icfj.v6i0.242.
- [4] Alodokter, "Kenali Fungsi Sistem Saraf Otonom Beserta Gangguan yang Bisa Terjadi," *Alodokter*, 2021. <https://www.alodokter.com/kenali-fungsi-sistem-saraf-otonom-beserta-gangguan-yang-bisa-terjadi>.
- [5] S. Anwar, "Tingkatan Bacaan Al-Qur'an," 2021. <https://alhaqq.or.id/tingkatan-bacaan-al-quran/> (accessed Jun. 15, 2022).
- [6] L. Irawati, "Aktifitas Listrik pada Otot Jantung," *J. Kesehat. Andalas*, vol. 4, no. 2, pp. 596–599, 2015, doi: 10.25077/jka.v4i2.306.
- [7] D. S. Wijayanto, "Implementasi Jaringan Sensor Nirkabel Untuk Pemantauan Electrocardiogram Di Tenda Medis Menggunakan Raspberry PI," p. 114, 2017, [Online]. Available: <http://repository.its.ac.id/47075/>.
- [8] Dr.G Bhanu Prakash Animated Medical Videos, "Conduction system of the heart - Sinoatrial node, AV Node, Bundle of His, Purkinje fibers Animation," 2020, [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=TnFoJ7Hhi-M>.
- [9] U. Kraus *et al.*, "Individual Daytime Noise Exposure during Routine Activities and Heart Rate Variability in Adults: A Repeated Measures Study.," *Environ. Health Perspect.*, vol. 121, no. 5, pp. 607–612, 2013, doi: 10.1289/ehp.1205606.
- [10] Amy Norton, "Everyday Noise Levels May Affect the Heart," *WebMD*, 2017. <https://www.webmd.com/heart/news/20130509/everyday-noise-levels-may-affect-the-heart>.
- [11] BrainKart, "Action Potentials - Electrical Signals and Neural Pathways," *BrainKart.com*. https://www.brainkart.com/article/Action-Potentials---Electrical-Signals-and-Neural-Pathways_21810/ (accessed Jul. 20, 2022).
- [12] D. A. Ardianto and M. R. Bahrulloh, "Rancang Bangun Elektrokardiografi Portabel Berbasis Raspberry Pi," *Epic J. Electr. Power, Instrum. Control*, vol. 2, no. 1, 2018, doi: 10.32493/epic.v2i1.1600.
- [13] N. A. Bestari, "Analisis Pengaruh Membaca Al-Qur'an terhadap Aktivitas Kelistrikan Jantung menggunakan Prototype EKG Berbasis Raspberry Pi," 2021.