

Sistem Pemantau Detak Jantung untuk Intensitas Latihan dengan Metode *Karvonen* berbasis IoT

SITI AMINAH, ANGGRAENI MULYADEWI, RIZQY FATHURROHMAN

Politeknik Manufaktur Bandung, Indonesia
Email: aminah@polman-bandung.ac.id

Received 19 Januari 2024 | Revised 1 Maret 2024 | Accepted 11 April 2024

ABSTRAK

Olahraga merupakan aktivitas untuk meningkatkan kemampuan dan keterampilan fisik seseorang. Untuk mencapai hasil yang optimal, mengetahui kecepatan detak jantung menjadi kunci dalam berolahraga. Kisaran normal detak jantung saat berolahraga adalah 50%-80% dari zona latihan, jika melebihi dapat menyebabkan aritmia atau gangguan irama jantung, sehingga dapat mengakibatkan serangan jantung. Penelitian ini merancang alat pemantau detak jantung menggunakan metode karvonen berstandar ACSM, untuk menghitung Training Heart Rate dan dapat memperhatikan zona latihan dari kegiatan olahraga yang dilakukan. Berdasarkan hasil pengujian, pembacaan sensor detak jantung memiliki tingkat error sebesar 1,11%. Hasil pengujian sistem peringatan ketika mencapai intensitas yang diinginkan telah 100% berfungsi dengan baik. Jika detak jantung yang terbaca oleh sensor lebih dari atau sama dengan Training Heart Rate maka buzzer akan menyala dan status kondisi pada aplikasi akan berubah menjadi sudah mencapai target. Alat ini membantu mengawasi olahraga dengan tepat serta dapat memperkecil kemungkinan adanya latihan olahraga yang membahayakan.

Kata kunci: *detak jantung, training heart rate, metode karvonen, intensitas olahraga, zona latihan*

ABSTRACT

Sport is an activity to improve a person's physical abilities and skills. To achieve optimal results, knowing your heart rate is key in exercising. The normal range for heart rate when exercising is 50% - 80% of the training zone, if it exceeds it it can cause arrhythmia or heart rhythm disturbances, which can result in a heart attack. This research designed a heart rate monitoring device using the ACSM standard carvonen method, to calculate the Training Heart Rate and be able to pay attention to the training zone of the sports activity being carried out. Based on test results, heart rate sensor readings have an error rate of 1.11%. The test results of the warning system when it reaches the desired intensity have 100% functioned well. If the heart rate read by the sensor is more than or equal to the Training Heart Rate, the buzzer will turn on and the condition status in the application will change to having reached the target. This tool helps supervise sports properly and can reduce the possibility of dangerous sports training.

Keywords: *heart rate, training heart rate, karvonen method, excercise intensity, exercise zone*

1. PENDAHULUAN

Olahraga merupakan aktivitas untuk meningkatkan kemampuan dan keterampilan fisik. Olahraga yang paling mudah dan murah adalah lari (**Hidayah, 2020**). Untuk menilai apakah intensitas olahraga mencapai target, maka digunakanlah indikator detak jantung dengan *Training Heart Rate* (THR) (**Harsono, dkk, 1988**). Parameter yang digunakan untuk capaian intensitas ketika olahraga adalah THR. Berbagai metode telah diterapkan untuk mendapatkan nilai *Training Heart Rate* (THR), tetapi ACSM (American College and Sport Medicine) telah menentukan metode karvonen sebagai standar mengukur *Training Heart Rate* (THR) dalam semua bentuk aktivitas fisik. Kisaran normal detak jantung saat berlari adalah pada intensitas 50% - 80% dari zona latihan (**Maulana, dkk, 2023**). Jika detak jantung melebihi 80% dari zona latihan, maka dapat menyebabkan aritmia atau gangguan irama jantung, sehingga dapat mengakibatkan serangan jantung (**Akbar, 2022**). Penggunaan metode manual untuk menghitung kecepatan detak jantung saat berolahraga tentunya sangat tidak memungkinkan, sehingga diperlukan suatu alat yang dapat memantau (**Sandra, dkk, 2016**) kecepatan detak jantung secara terus menerus ketika berolahraga. Dari permasalahan di atas maka tujuan dari penelitian ini diusulkan merancang sebuah alat pemantau detak jantung menggunakan metode karvonen, metode ini dilengkapi perangkat IoT (*Internet of Things*) untuk menghitung *Training Heart Rate* dan dapat memperhatikan zona latihan dari kegiatan olahraga yang dilakukan.

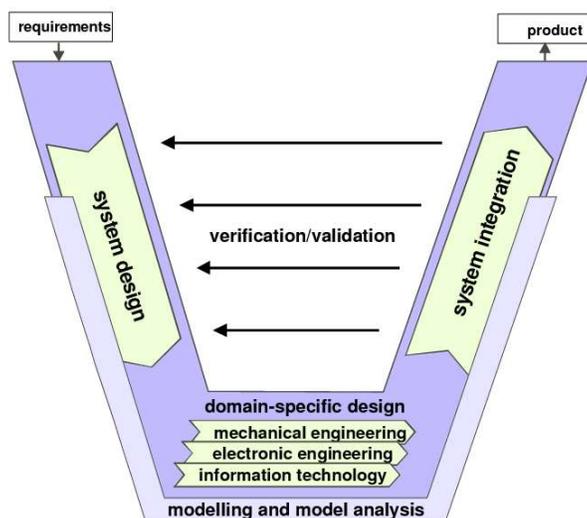
Sistem pemantauan detak jantung dengan menggunakan metode karvonen berbasis IoT merupakan solusi untuk memantau intensitas latihan yang dilakukan. Hasil pengujian sistem pemantauan detak jantung yang dikembangkan oleh Dody Ichwana (**Ichwana, dkk, 2018**) dari kualitas penggunaan menunjukkan hasil yang baik. Pengguna akan mendapatkan notifikasi peringatan pertama dan bergetar untuk dua detik ketika detak jantung lebih dari 70% *maximum heart rate*. Ketika detak jantung pengguna lebih dari 80% *maximum heart rate* akan diberikan peringatan kedua dan bergetar selama empat detik. Penerapan Metode karvonen yang belum menerapkan sistem IoT (**Gunoto, dkk, 2022**) karena masih menggunakan sinyal *bluetooth* sebagai komunikasinya. Berdasarkan hasil penelitian oleh Ira Puspasari (**Puspasari, dkk, 2018**), penelitian dilakukan dengan menggunakan metode karvonen untuk menentukan *Training Heart Rate* (THR), detak jantung ditampilkan secara *realtime* pada LCD dan akan mengirimkan notifikasi lewat SMS yang berisi informasi bahwa olahraga yang sedang dilakukan telah mencapai 0%, 30%, 70% dan 100% dari THR. Namun pada penelitian ini data belum *realtime*, melainkan hanya ada notifikasi SMS, serta desain yang kurang *portable* karena masih bergantung pada catu daya laptop saat digunakan. Mengembangkan penelitian sebelumnya, hasil penelitian oleh Musayyanah (**Musayyanah, dkk, 2018**) penelitian ini menggunakan metode karvonen untuk menentukan *Training Heart Rate* dan bisa diakses secara *realtime* menggunakan android dan web. Penelitian ini menyimpan data detak jantung pada basis data lokal, yang kemudian data tersebut diunggah manual ke basis data *hosting* atau *cloud*, sehingga alur pengiriman data masih perlu diperbaiki. Desain dari alat pun masih cukup besar sehingga desain perlu dikembangkan lebih lanjut agar memudahkan pelari saat beraktifitas.

Berdasarkan latar belakang yang sudah diuraikan dan beberapa penelitian sebelumnya yang masih memiliki kekurangan yaitu desain alat kurang *portable*; data tidak *realtime* dan alur pengiriman data yang perlu diperbaiki. Penelitian ini akan merancang pemantauan detak jantung menggunakan Metode Karvonen untuk menentukan *Training Heart Rate* dengan *Internet of Things* sehingga data dapat diakses secara *realtime* menggunakan aplikasi android yang memiliki desain *portable* serta memiliki alarm berupa *buzzer* untuk memberikan

peringatan jika latihan olahraga telah melebihi detak jantung normal yaitu melebihi 80% dari zona latihan yang dapat membahayakan (*overtraining*).

2. METODE

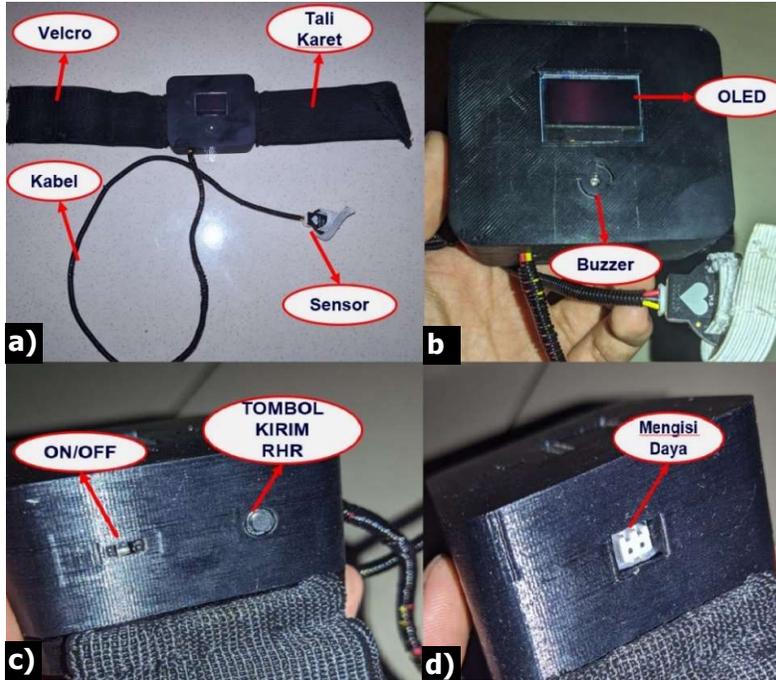
Metodologi penelitian yang dipakai menggunakan VDI 2206 meliputi tiga domain perancangan yaitu mekanikal, elektrikal dan juga informatik (**Aminah, dkk, 2020**). Dalam pembuatan sistem, dibutuhkan metode yang bisa mengintegrasikan ketiga domain tersebut. Salah satu metode yang memenuhi kebutuhan tersebut, dalam pembuatan sistem ini adalah VDI2206 (**Mustoffa, dkk, 2012**), terdapat beberapa tahap yang akan diimplementasikan ditunjukkan pada Gambar 1.



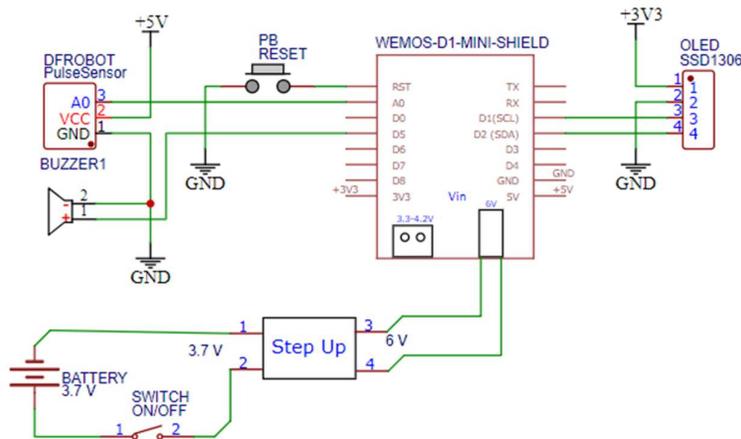
Gambar 1. Model VDI2206

2.1 Perancangan Mekanikal dan Elektrikal

Pada tahap ini dibangun solusi antar domain berupa konsep yang menjelaskan domain mekanik dan elektrik. Domain mekanik merupakan perancangan *hardware* yang telah dibuat ditunjukkan pada Gambar 2, bagian sebelah kiri terdapat tombol untuk mengirim RHR dan tombol *on/off*, pemilihan posisi ini agar memudahkan pengguna untuk menjangkau tombol ketika alat sedang digunakan. Pada bagian kanan terdapat bagian untuk mengisi daya baterai, lalu di bagian bawah ada lubang untuk kabel sensor yang akan dipasang pada jari tangan. Pada bagian atas terdapat OLED yang akan menampilkan detak jantung dan kondisi dari pengguna dan di bawahnya terdapat *buzzer* sebagai alarm peringatan ketika olahraga yang dilakukan telah mencapai intensitas yang diinginkan. Hasil perancangan mekanik menghasilkan alat yang *portable* yang lebih mudah dibawa-bawa. Perancangan elektrik yang ditunjukkan pada Gambar 3 adalah diagram elektrik yang di dalamnya terdapat wemos, DFRobot *pulse* dan OLED *display*. Sensor terkoneksi ke mikrokontroler untuk memberikan *input*. *Input* tersebut lalu diolah dan diproses apakah *input* mencapai *Training Heart Rate* atau belum. Jika *Heart Rate* melebihi *Training Heart Rate*, maka *buzzer* akan menyala menunjukkan aktif.



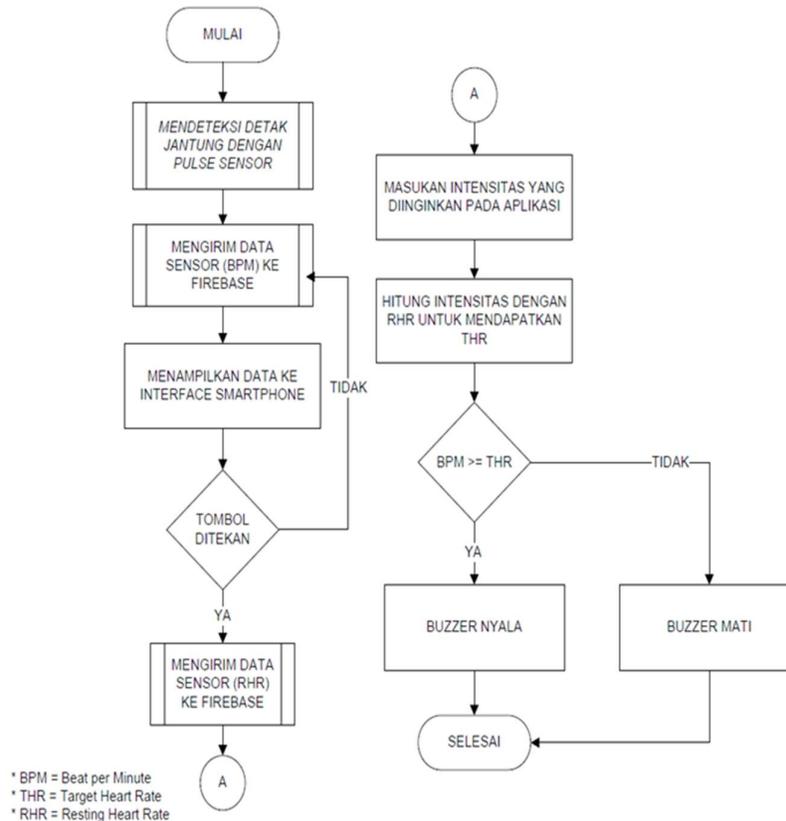
Gambar 2. *Hardware* a) Keseluruhan b) Bagian Depan c) Bagian Kiri d) Bagian kanan



Gambar 3. Skematik Elektrik

2.2 Desain dan Perancangan Informatik

Pada tahap ini dibangun suatu alur logika dari alat untuk menyelaraskan konsep alur logika yang dibangun, dengan alur logika yang bekerja dalam mikrokontroler, seperti mengatur nilai-nilai parameter, dan mengatur bagaimana cara aktuator bekerja. Pada Gambar 4, menunjukkan ketika sistem mulai beroperasi, maka sensor akan mulai mendeteksi detak jantung seseorang yang sedang berolahraga. Detak jantung yang terdeteksi akan ditampilkan pada layar *smartphone* dan OLED. Jika tombol ditekan, maka detak jantung yang terbaca akan dikirim sebagai RHR. Pengguna memasukkan intensitas yang diinginkan yang kemudian intensitas tersebut dengan RHR yang ada akan digunakan untuk mendapatkan nilai THR. Jika THR tercapai, *buzzer* akan menyala sebagai alat peringatan agar olahraga yang dilakukan dihentikan sementara karena sudah mencapai THR yang diinginkan.



Gambar 4. Model Alur Logika alat

Tahapan setelah tiga domain perancangan yaitu mekanik, elektrik dan informatik selesai, implementasi alat dibuat sebagai hasil dari tahapan integrasi dan selanjutnya dilakukan validasi atau pengujian sistem.

2.3 Pengujian Akurasi Sensor, Metode Karvonen, dan Sistem Peringatan

Setelah tahap sebelumnya selesai dilakukan, maka tahapan selanjutnya adalah tahapan pengujian sistem. Pengujian yang akan dilakukan adalah pengujian tingkat akurasi dari pembacaan sensor, pengujian metode karvonen untuk menghitung THR, dan pengujian sistem peringatan dengan *buzzer* ketika mencapai intensitas yang diinginkan.

Pembacaan sensor diuji tingkat akurasi dengan cara melakukan perbandingan dengan alat yang sudah jadi seperti *Pulse Oximeter*. Dalam menghitung nilai *error* dari hasil pengujian digunakan rumus MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). MAPE digunakan untuk menghitung tingkatan *error* dari hasil pengujian, seperti yang ditunjukkan pada Persamaan (1).

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{At - Ft}{At} \right| \quad (1)$$

n : Jumlah data keseluruhan

At : Nilai hasil seharusnya

Ft : Nilai hasil pengujian

Semakin rendah nilai MAPE maka hasilnya semakin baik. Terdapat *range* nilai MAPE yang dapat dijadikan acuan atau parameter, *range* tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 (Maricar, 2019).

Tabel 1. Range Nilai MAPE

Range	Keterangan
<10%	Sangat Baik
10-20%	Baik
20-50%	Layak
>50%	Buruk

Pengujian metode karvonen untuk menghitung THR dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan dari program dengan hasil perhitungan manual dengan Persamaan (2):

$$THR = \{(Max\ HR - RHR) \times iyd\} + RHR \quad (2)$$

Keterangan:

- a. Max HR adalah *Heart Rate* maksimal,
- b. RHR adalah *Rest Heart Rate*,
- c. iyd adalah intensitas yang diinginkan

Pengujian sistem peringatan ketika mencapai intensitas yang diinginkan ini dilakukan dengan cara memasang DFRobot *pulse* pada jari tangan. Kemudian pemantauan detak jantung ditampilkan pada OLED *display* dan juga dimunculkan pada aplikasi, jika detak jantung yang terbaca lebih dari atau sama dengan THR maka kondisi pengguna sudah mencapai target yang diinginkan dan kondisi *buzzer* akan menyala. Tujuan pengujian ini untuk memastikan sistem peringatan dini yang dirancang sudah berfungsi dengan baik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan berisi pengujian dari alat meliputi pengujian akurasi sensor, pengujian metode karvonen dan pengujian sistem peringatan. Pengujian akurasi sensor dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran alat yang telah dibuat dan hasilnya dibandingkan dengan hasil dari alat yang sudah ada yaitu *Pulse Oximeter*. Pengujian metode karvonen menghasilkan data hasil perhitungan THR dan dibandingkan dengan pengukuran manual dan pengujian sistem peringatan memastikan jika nilai melebihi THR yang ditentukan maka sistem peringatan melalui *buzzer* akan aktif.

3.1 Pengujian Akurasi Sensor

Pengujian akurasi sensor dilakukan dengan melakukan perbandingan dengan alat yang sudah jadi yaitu *Pulse Oximeter* (Tabel 2). Pembacaan nilai detak jantung dilakukan sebanyak 30 kali. Pada Gambar 5 ditampilkan grafik hasil pengujian dengan membandingkan nilai pembacaan sensor dari alat yang dibuat dengan *Pulse Oximeter*.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kalibrasi Pulse Oximeter

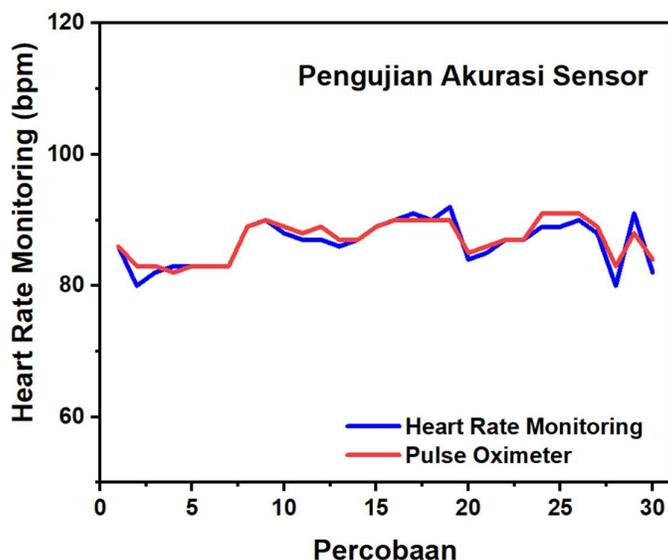
No.	Perhitungan Denyut Nadi Manual (bpm)	Pulse Oximeter (bpm)	Selisih (bpm)	Error (%)
				$\frac{ At - Ft }{At}$
1.	76	76	0	0,00
2.	76	74	2	2,63
3.	76	78	2	2,63
4.	76	77	1	1,32
5.	80	80	0	0,00
6.	80	81	1	1,25
7.	88	87	1	1,14
8.	68	67	1	1,47
9.	68	66	2	2,94
10.	64	66	2	3,13
11.	68	67	1	1,47
12.	80	79	1	1,25
13.	80	81	1	1,25
14.	80	78	2	2,50
15.	84	82	2	2,38
16.	88	86	2	2,27
17.	88	87	1	1,14
18.	80	78	2	2,50
19.	80	80	0	0,00
20.	84	86	2	2,38
21.	84	85	1	1,19
22.	84	83	1	1,19
23.	84	82	2	2,38
24.	88	87	1	1,14
25.	88	87	1	1,14
26.	88	87	1	1,14
27.	88	88	0	0,00
28.	88	86	2	2,27
29.	88	89	1	1,14
30.	84	86	2	2,38
Rata-Rata (%)				1,59

Pada Tabel 2. menunjukkan data hasil kalibrasi alat ukur yang dijadikan referensi yaitu *Pulse Oximeter* dengan perhitungan denyut nadi secara manual memiliki selisih ± 2 bpm atau memiliki *error* sebesar 1,59%. Nilai *error* alat masih dalam batas toleransi yaitu $< 5\%$ berdasar ketentuan Balai Pengaman Fasilitas Kesehatan (BPFK), sehingga alat ukur ini dapat dikatakan layak.

Tabel 3. Hasil Pengujian Akurasi Alat**Hasil Rata-Rata Perbandingan Alat Heart Rate Monitoring dan Pulse Oximeter**

No.	<i>Heart Rate Monitoring</i> (bpm)	<i>Pulse Oximeter</i> (bpm)	Error (%)
			$\frac{ At - Ft }{At}$
1.	86	86	0,00
2.	80	83	3,61
3.	82	83	1,20
4.	83	82	1,22
5.	83	83	0,00
6.	83	83	0,00
7.	83	83	0,00
8.	89	89	0,00
9.	90	90	0,00
10.	88	89	1,12
11.	87	88	1,14
12.	87	89	2,25
13.	86	87	1,15
14.	87	87	0,00
15.	89	89	0,00
16.	90	90	0,00
17.	91	90	1,11
18.	90	90	0,00
19.	92	90	2,22
20.	84	85	1,18
21.	85	86	1,16
22.	87	87	0,00
23.	87	87	0,00
24.	89	91	2,20
25.	89	91	2,20
26.	90	91	1,10
27.	88	89	1,12
28.	80	83	3,61
29.	91	88	3,41
30.	82	84	2,38
Rata-Rata (%)			1,11

Pada Tabel 3 ditunjukkan data hasil pengujian pembacaan detak jantung. Pengujian ini dilakukan sebanyak 30 data. dengan menggunakan rumus MAPE yang sudah dijabarkan pada perancangan pengujian tingkat pengujian sensor didapatkan nilai *error* sebesar 1,11%.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Pengambilan Data

Pada Gambar 5 dan Tabel 3 ditunjukkan grafik hasil pengujian pembacaan detak jantung. Pengujian ini dilakukan sebanyak 30 data. dengan menggunakan rumus MAPE yang sudah dijabarkan pada pengujian sistem, didapatkan nilai *error* sebesar 1,11%. Hasil *error* pengujian perangkat tidak melebihi batas toleransi yaitu <5% sehingga alat ukur perangkat dapat dikatakan layak (Alwie, dkk, 2022).

3.2 Pengujian Metode Karvonen

Pengujian kemudian dilanjutkan dengan menguji metode karvonen ditunjukkan Tabel 4. Pengujian metode karvonen dilakukan dengan melakukan perbandingan antara *Training Heart Rate* pada aplikasi dengan perhitungan metode manual. Pengujian ini dilakukan sebanyak 20 kali, 10 kali pada gender perempuan berusia 22 tahun, 10 kali pada gender laki laki berusia 22 tahun.

Tabel 4. Hasil Pengujian Metode Karvonen pada Wanita

No.	Umur (tahun)	Gender	Intensitas yang diinginkan (%)	Resting Heart Rate (bpm)	THR pada aplikasi (bpm)	THR perhitungan Manual (bpm)	Status
1.	22	P	60	63	137	137,4	Sesuai
2.			70	65	150	150,4	Sesuai
3.			60	60	136	136,2	Sesuai
4.			70	69	152	151,6	Sesuai
5.			80	66	163	162,8	Sesuai
6.			75	69	158	157,5	Sesuai
7.			65	61	143	142,9	Sesuai
8.			85	70	169	169,4	Sesuai
9.			80	67	163	163	Sesuai
10.			75	67	157	157	Sesuai

Tabel 5. Hasil Pengujian Metode Karvonen pada Pria

No.	Umur (tahun)	Gender	Intensitas yang diinginkan (%)	Resting Heart Rate (bpm)	THR pada aplikasi (bpm)	THR perhitungan Manual (bpm)	Status
1.	22	L	60	63	140	140,4	Sesuai
2.			70	65	154	153,9	Sesuai
3.			60	60	139	139,2	Sesuai
4.			70	69	155	155,1	Sesuai
5.			80	66	167	166,8	Sesuai
6.			75	69	161	161,2	Sesuai
7.			65	61	146	146,1	Sesuai
8.			85	70	174	173,7	Sesuai
9.			80	67	167	167	Sesuai
10.			75	67	161	160,7	Sesuai

Pada Tabel 4 dan 5 ditampilkan data hasil pengujian yang dilakukan hasil perhitungan dari alat yang dibuat dibandingkan dengan perhitungan manual. Data di atas menggunakan parameter umur 22 tahun antara wanita dan pria dan hasil perhitungan aplikasi dan perhitungan manual sudah sesuai.

3.3. Pengujian Sistem Peringatan

Pengujian kemudian dilanjutkan dengan menguji sistem peringatan ditunjukkan Gambar 6. Pengujian sistem ini dilakukan dengan melakukan pengujian pada pembacaan detak jantung yang terbaca. Jika detak jantung yang terbaca lebih dari atau sama dengan THR yang sudah ditentukan, maka kondisi *buzzer* akan menyala dan kondisi pengguna pada aplikasi akan berubah menjadi sudah mencapai target.

**Gambar 6. Pengujian Sistem Peringatan**

Pada Tabel 5 ditunjukkan data hasil pengujian sebanyak 15 kali mengenai sistem peringatan ketika mencapai intensitas yang diinginkan.

Tabel 6. Hasil Pengujian Sistem Peringatan

No.	<i>Heart Rate</i> (bpm)	<i>THR</i> (bpm)	Kondisi Pengguna pada Aplikasi	Kondisi <i>Buzzer</i>	Status
1.	142	141	Sudah Mencapai Target	Menyala	Berhasil
2.	141	141	Sudah Mencapai Target	Menyala	Berhasil
3.	144	141	Sudah Mencapai Target	Menyala	Berhasil
4.	143	141	Sudah Mencapai Target	Menyala	Berhasil
5.	145	141	Sudah Mencapai Target	Menyala	Berhasil
6.	156	154	Sudah Mencapai Target	Menyala	Berhasil
7.	163	154	Sudah Mencapai Target	Menyala	Berhasil
8.	157	154	Sudah Mencapai Target	Menyala	Berhasil
9.	158	154	Sudah Mencapai Target	Menyala	Berhasil
10.	156	154	Sudah Mencapai Target	Menyala	Berhasil
11.	167	167	Sudah Mencapai Target	Menyala	Berhasil
12.	171	167	Sudah Mencapai Target	Menyala	Berhasil
13.	169	167	Sudah Mencapai Target	Menyala	Berhasil
14.	168	167	Sudah Mencapai Target	Menyala	Berhasil
15.	168	167	Sudah Mencapai Target	Menyala	Berhasil

Pada Tabel 5 di atas, menunjukkan bahwa pada aplikasi maupun *buzzer* telah berhasil secara 100% sesuai dengan sistem yang telah dibuat.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pengujian yang dilakukan, ada beberapa poin kesimpulan dari penelitian ini. Pertama, sensor detak jantung yang diuji menunjukkan tingkat *error* sebesar 1,11%, mengindikasikan tingkat akurasi yang tinggi sekitar 98,89%. Selanjutnya, alat yang dirancang mampu menghitung *Training Heart Rate* (THR) dengan metode karvonen berdasarkan masukan *Rest Heart Rate* dan intensitas yang diinginkan oleh pengguna. Terakhir, sistem peringatan yang diuji juga berfungsi dengan baik; ketika detak jantung mencapai atau melebihi nilai THR yang diinginkan, *buzzer* pada alat akan menyala dan status kondisi pengguna pada aplikasi akan berubah menjadi "sudah mencapai target". Desain Alat sesuai kebutuhan, mudah dibawa-bawa (*portable*), dapat menampilkan data secara *realtime* pada aplikasi android; mampu membaca nilai THR dengan metode karvonen dan sistem peringatan menggunakan *buzzer* berfungsi dengan baik.

Daftar Rujukan

- Akbar, M. M. (2022). *Sistem Monitoring Detak Jantung Atlet Berbasis IoT*. UMM Institutional Repository. 1–21.
- Alwie, A. B., Rahmat, B., & Istiqomah. (2022). Perangkat Non-Invasive Pengukuran PaO₂ Dan SpO₂ Untuk Triase Pasien COVID-19 Berbasis IoT (A Non-Invasive Device For Measuring PaO₂ And SpO₂ For Triage Of COVID-19 Patients). *eProceedings of Engineering*, 9(5), 2268–2274.
- Aminah, S., Sumardi Sunarya, A., & Hadiatiningsih, N. (2020). Perancangan Sistem Peminjaman Alat Praktikum Pada Laboratorium dengan Metode VDI 2206. *Seminar Nasional Informatika dan Aplikasinya (SNIA)*, 4, B6-10.
- Chan, F. (2012). Strength Training (Latihan Kekuatan). *Jurnal Cerdas Sifa Pendidikan*, 1(1), ISSN: 2809-8986.
- Gunoto, P., Rahmadi, A., & Susanti, E. (2022). Perancangan Alat Sistem Monitoring Daya Panel Surya Berbasis Internet Of Things. *Sigma Teknika*, 5(2), 285–294.
- Harsono, M. S., & Drs, M. S. (1988). *Coaching dan aspek-aspek psikologis dalam coaching*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi.
- Hidayah, I. (2020). *Sistem Monitoring Kondisi Kesehatan Sebelum Dan Sesudah Olahraga Menggunakan Pulse Sensor Dan Sensor DS18B20 Dengan Metode Naive Bayes*. Universitas Mataram Repository. 1–91.
- Ichwana, D., Zaitul Ikhlas, R., & Ekariani, S. (2018). Heart Rate Monitoring System During Physical Exercise for Fatigue Warning Using Non-invasive Wearable Sensor. *International Conference on Information Technology System and Innovation*, ISBN: 978-5386-5692-1, 497–502.
- Maulana, S. A., Touvan Juni Samodra, Y., Firsta Yosika, G., Fatima Gandasari, M., & Dwi Pusppita Wati, I. (2023). Dampak Aktivitas Fisik (Jogging) terhadap Denyut Nadi Latihan. *Jurnal Pendidikan Kesehatan Rekreasi*, 9(1), 1–10. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7497760>
- Maricar, M. A. (2019). Analisa Perbandingan Nilai Akurasi Moving Average dan Exponential Smoothing untuk Sistem Peramalan Pendapatan pada Perusahaan XYZ. *Jurnal Sistem dan Informatika*, 36–45.
- Musayyanah, Puspasari, I., & Susanto, P. (2018). Monitoring Target Heart Rate (Thr) Untuk Optimalisasi Latihan Lari Berbasis Internet of Things. *Teknika: Engineering and Sains Journal (TESJ)*, 2(2), 87–94.

- Mustoffa, N., Rokhim ST. MT., I., & Purnomo ST. MT., W. (2012). *Perancangan Dan Pembuatan Sistem Pemanas Induksi Untuk Bearing Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno*. Politeknik Manufaktur Negeri Bandung Repository.
- Puspasari, I., Musayyanah, & Susanto, P. (2018). Telereport Target Heart Rate (THR) pada Cardio Exercise Berbasis Metode Karvonen. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATi)*, (pp. 42–48).
- Sandra, R., Simbar, V., & Syahrin, A. (2016). Prototype Sistem Monitoring Temperatur Menggunakan Arduino Uno R3 Dengan Komunikasi Wireless. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)* 5(4), 175-180.