

Desain dan Implementasi Sepeda Statis untuk Kebugaran Berbasis Sensor PPG

Rifat al Jufri, Susi Juniastuti

Dept. Teknik Komputer Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Indonesia

Email: rifat2020@gmail.com, susi@te.its.ac.id

Abstrak

Bersepeda merupakan olahraga dengan risiko cedera yang rendah, namun dapat meningkatkan kebugaran fisik secara signifikan serta mengurangi risiko masalah kesehatan seperti obesitas dan penyakit jantung. Jumlah pesepeda meningkat pada tahun 2020, yang dapat dibuktikan dengan peningkatan penjualan sepeda hingga sepuluh kali lipat. Seiring dengan meningkatnya jumlah pesepeda, jumlah kecelakaan lalu lintas yang melibatkan pesepeda juga mengalami peningkatan. Selain itu, masyarakat cenderung lebih jarang melakukan aktivitas di luar ruangan dan menghabiskan lebih banyak waktu di rumah, bahkan untuk bekerja, yang menyebabkan peningkatan berat badan. Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah bersepeda di dalam ruangan menggunakan sepeda statis atau alat pelatih sepeda dalam ruangan. Dengan menggunakan alat pelatih sepeda, aktivitas bersepeda dapat dilakukan di ruang terbatas seperti di dalam ruangan. Penambahan sensor efek Hall pada alat pelatih sepeda bertujuan untuk menghitung jumlah putaran roda sehingga kecepatan sepeda dapat dihitung. Sensor PPG dipasang pada pesepeda untuk mengukur denyut jantung per menit selama bersepeda. Dengan membandingkan denyut jantung dan kecepatan sepeda, pola bersepeda yang terukur dapat ditentukan. Untuk membuat aktivitas bersepeda dapat diukur, ditetapkan lima model latihan berdasarkan rentang BPM (Beat Per Minute) dan kecepatan, yaitu intens, ringan, intensif, aerobik, dan anaerobik.

Keyword: Sepeda, Kecepatan, Denyut Jantung

Diterima Redaksi: 20-Juni-2025 Selesai Revisi: 10-Juni-2025 Diterbitkan Online: 15-Juli-2025
DOI: <https://doi.org/10.59378/jcenim.v3i2.72>

I. Pendahuluan

Bersepeda merupakan suatu aktivitas yang hampir dapat dilakukan oleh siapa saja, dengan kata lain aktivitas ini mudah untuk dilakukan. Bersepeda termasuk olahraga dengan dampak rendah, yang berarti hampir tidak menimbulkan cedera pada tubuh. Namun demikian, aktivitas ini dapat menjadi berbahaya pada kondisi tertentu, seperti jalan yang padat atau adanya lubang di jalan. Pada tahun 2020, jumlah kecelakaan lalu lintas yang melibatkan pesepeda meningkat seiring dengan melonjaknya jumlah pesepeda. Terdapat beberapa penyebab utama yang memengaruhi fenomena ini, yaitu faktor lingkungan dan kesalahan manusia. Selain itu, kondisi jalan di wilayah perkotaan kurang ramah bagi lanjut usia. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, terdapat suatu solusi, yaitu bersepeda di dalam ruangan menggunakan sepeda statis atau alat pelatih sepeda. Kebutuhan akan jalan dapat dihilangkan karena perangkat ini memungkinkan pengguna untuk bersepeda di ruang yang terbatas. Selain itu, perangkat ini juga dapat melacak kecepatan dan denyut jantung pengguna. Tujuan dari pengembangan sistem ini adalah untuk menciptakan perilaku bersepeda yang sehat dan efisien. Kecepatan sepeda dapat diukur menggunakan sensor efek Hall yang dipasang pada alat pelatih sepeda. Denyut jantung dapat diukur menggunakan sensor PPG yang dikenakan oleh pengguna.

II. Tinjauan Pustaka

A. Sepeda

Sepeda merupakan suatu alat yang memiliki dua roda, setang, tempat duduk, dan pedal. Sepeda memiliki dua roda gigi utama yang dihubungkan oleh rantai, dengan roda gigi yang terletak pada pedal dan roda belakang. Sepeda bekerja sepenuhnya dengan tenaga manusia; semakin kuat pengguna, maka semakin cepat sepeda tersebut bergerak.

B. Alat Pelatih Sepeda Dalam Ruangan

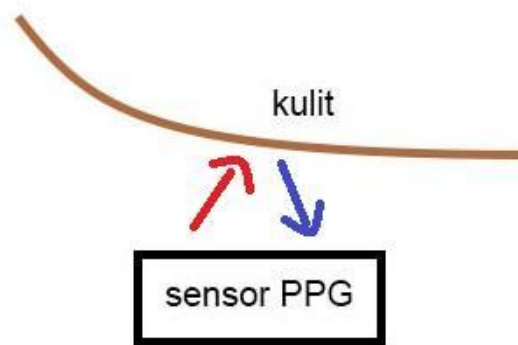
Alat pelatih sepeda dalam ruangan merupakan suatu alat untuk latihan bersepeda. Alat ini dirancang untuk digunakan pada ruang yang terbatas dengan mengubah sepeda biasa menjadi sepeda statis. Alat ini melatih keseimbangan, stamina, dan kayuhan pengguna.

C. Sensor Efek Hall

Efek Hall merupakan suatu fenomena di mana arus listrik mengalami pembelokan akibat adanya medan magnet. Sensor Efek Hall adalah sensor yang dapat mendeteksi medan magnet di sekitarnya. Sensor ini akan menghasilkan keluaran tegangan ketika mendeteksi adanya medan magnet di sekelilingnya.

D. Sensor PPG (Photoplethysmogram)

Sensor PPG merupakan sensor yang mendeteksi perbedaan volume darah pada lapisan jaringan tubuh tertentu. Sensor ini bekerja dengan cara memancarkan sinyal dan menerima kembali sinyal tersebut. Dalam hal ini, sinyal dipancarkan pada permukaan kulit.



Gambar 1: Sensor PPG

E. Mi Band 3 Smartwatch

Mi Band 3 merupakan sebuah jam pintar yang diproduksi oleh Xiaomi pada tahun 2018. Perangkat ini telah dilengkapi dengan sensor PPG dan akselerometer. Sensor PPG digunakan untuk mengukur denyut jantung, sedangkan akselerometer digunakan untuk identifikasi gerakan.

F. Perhitungan Ambang Denyut Jantung (HRmax)

Ambang denyut jantung merupakan jumlah maksimum denyut jantung seseorang dalam satu menit. Nilai ini ditentukan oleh dua faktor, yaitu usia dan jenis kelamin.

$$\text{HRmax (laki-laki)} = 220 - \text{usia} \quad (1)$$

$$\text{HRmax (perempuan)} = 226 - \text{usia} \quad (2)$$

G. Zona Latihan Bersepeda

Zona latihan bersepeda merupakan jenis latihan yang dibagi ke dalam tujuh bagian atau zona berdasarkan persentase denyut jantung. Zona pertama adalah pemulihan aktif yang berada pada rentang 60% hingga 70%. Zona terakhir adalah neuromuskular yang membutuhkan usaha maksimal dari pengguna.

Tabel 1: Zona Latihan Bersepeda

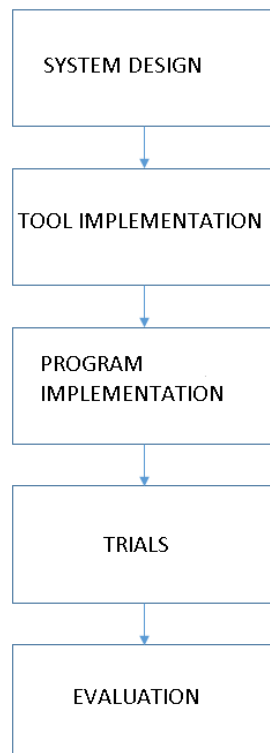
Nama Zona	% Ambang Denyut Jantung
Pemulihan Aktif	60–70%
Daya Tahan	68–83%
Tempo	84–93%
Ambang	95–105%
Supra-Ambang	100–110%
VO ₂ Max	110–115%
Anaerobik	–
Neuromuskular	Usaha Maksimal

H. Raspberry Pi 3 Model B

Raspberry Pi 3 Model B merupakan sebuah perangkat yang bekerja seperti komputer. Dengan dimensi 85×56×17 mm, perangkat ini memiliki prosesor 1.2 GHz, Bluetooth 4.1, 40 pin GPIO, jaringan nirkabel LAN, empat port USB 2.0, serta slot kartu microSD untuk media penyimpanan dan *booting* sistem operasi. Perangkat ini membutuhkan catu daya sebesar 5 V dan 2.5 A.

III. Perancangan Sistem

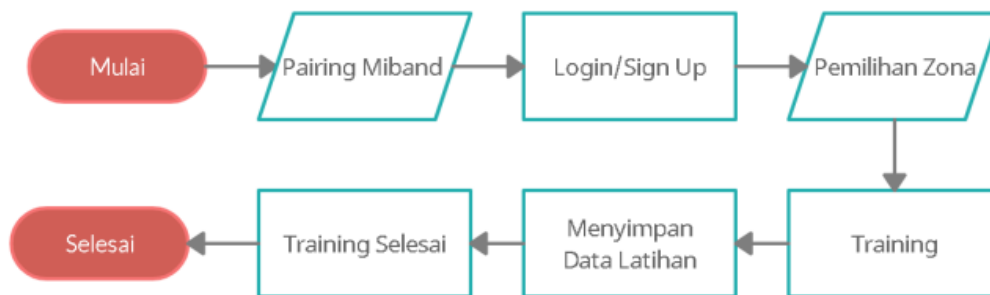
Pada dasarnya, terdapat dua jalur utama dalam penelitian ini, yaitu perangkat lunak dan perangkat keras. Perangkat lunak dipasang pada Raspberry Pi 3 dan sensor dipasang pada sepeda serta alat pelatih sepeda.



Gambar 2: Perancangan Sistem

A. Perancangan Perangkat Lunak

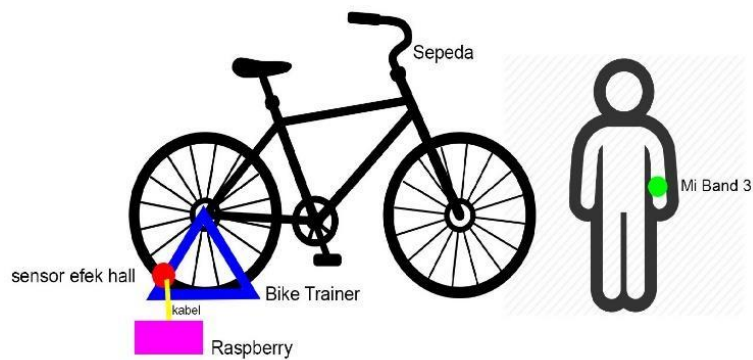
Gambar 3 di atas merupakan gambaran umum alur program. Tahap pertama yang dilakukan adalah melakukan *pairing* Bluetooth antara Mi Band 3 dan Raspberry Pi 3. Jika proses *pairing* berhasil, maka proses dapat dilanjutkan. Pengguna diwajibkan untuk melakukan pendaftaran agar dapat menggunakan program ini. Jika pengguna telah memiliki akun, maka pengguna dapat melanjutkan dengan melakukan proses masuk. Selanjutnya, pengguna akan dipandu untuk memilih salah satu dari tujuh zona latihan. Tahapan ini dilakukan untuk memperkirakan nilai ambang batas. Pada sesi latihan, pengguna dapat melihat informasi denyut jantung dan kecepatan. Ketika denyut jantung belum mencapai ambang minimum, sistem akan memberikan peringatan kepada pengguna untuk meningkatkan kecepatan. Jika denyut jantung terlalu tinggi, sistem akan memberikan peringatan untuk menurunkan kecepatan. Selama pengguna melakukan latihan, sistem secara otomatis menyimpan data ke dalam basis data.



Gambar 3: Diagram Alir Program

B. Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras merupakan penghubung antara pengguna dan perangkat lunak. Gambar 4 berikut menunjukkan perancangan perangkat keras.



Gambar 4: Perancangan Perangkat Keras

Sepeda dipasang pada alat pelatih sepeda yang telah dilengkapi dengan sensor Efek Hall. Sensor tersebut akan mendeteksi putaran roda. Data ini akan dikirimkan melalui kabel dan diproses oleh Raspberry Pi 3. Sementara itu, Mi Band 3 akan mengumpulkan data denyut jantung dari pergelangan tangan pengguna dan mengirimkannya ke Raspberry Pi 3 melalui Bluetooth. Data tersebut kemudian diproses dan ditampilkan pada layar.

IV. Implementasi dan Hasil

Bab ini akan menjelaskan hasil dari implementasi sistem. Sistem diimplementasikan pada sepeda dengan diameter roda 66 cm dan menggunakan 5 subjek yang berbeda.



Gambar 5: Sepeda dan Alat Pelatih Sepeda Dalam Ruangan



Gambar 6: Raspberry Pi 3, Sensor Efek Hall, dan Magnet

A. Akurasi Galat Denyut Jantung

Untuk memperoleh nilai galat dari sensor PPG, dilakukan perbandingan antara sensor PPG dan pulse oximeter.

Data denyut jantung ini diambil dari lima subjek yang berbeda dengan variasi usia dan jenis kelamin. Pengujian dilakukan dalam kondisi istirahat, yaitu kondisi di mana subjek tidak melakukan aktivitas tertentu. Hasil pengujian menunjukkan bahwa Mi Band 3 selalu menampilkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai sebenarnya, dengan galat berkisar antara 1.16% hingga 5.95%.

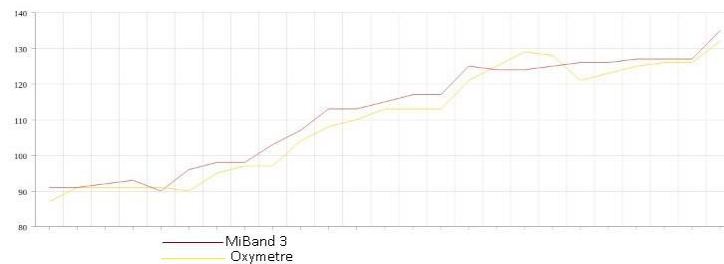
B. Denyut Jantung pada Aktivitas Bersepeda

Pada pengujian ini, subjek melakukan aktivitas bersepeda pada zona pemulihan. Setiap subjek diberikan satu kali percobaan. Garis merah menunjukkan denyut jantung dari Mi Band 3 dan garis kuning menunjukkan denyut jantung dari pulse oximeter.

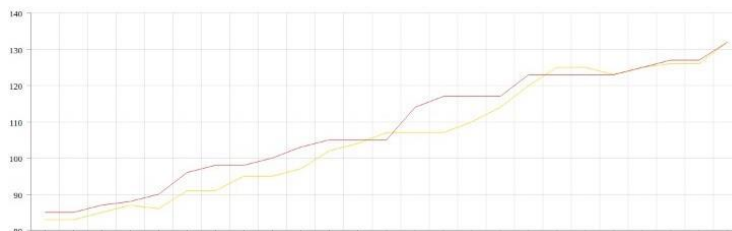
Berdasarkan Gambar 7 hingga Gambar 11, pola yang dihasilkan hampir selalu sama. Mi Band 3

Tabel 2: Perbandingan antara Mi Band 3 dan Pulse Oximeter

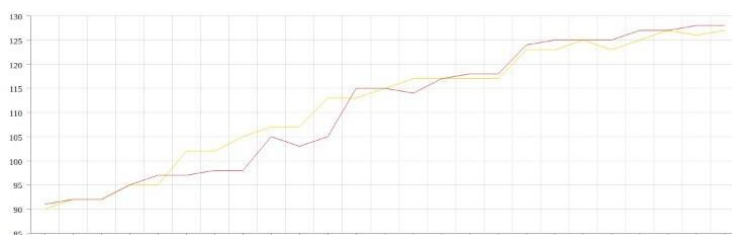
Subjek Ke-	Mi Band	Oximeter	Galat Persentase
1	93	90	3.33
2	87	86	1.16
3	87	84	3.57
4	88	85	3.52
5	89	84	5.95



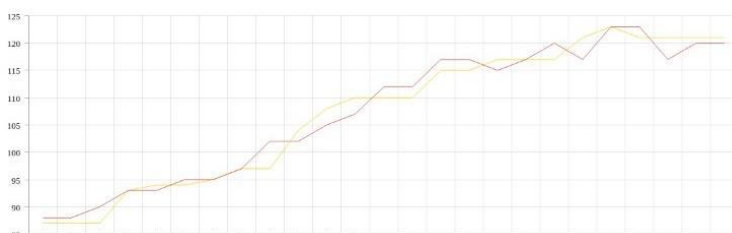
Gambar 7: Subjek 1



Gambar 8: Subjek 2

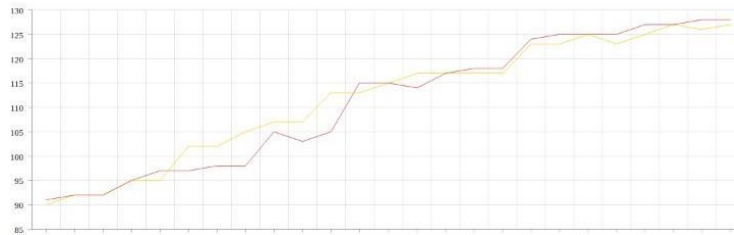


Gambar 9: Subjek 3



Gambar 10: Subjek 4

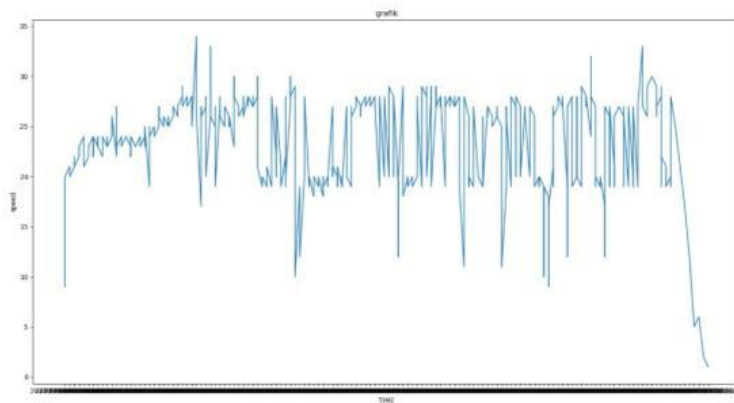
menunjukkan nilai yang lebih tinggi dari seharusnya. Hal ini sama dengan hasil pengujian pada kondisi istirahat.



Gambar 11: Subjek 5

C. Grafik Kecepatan

Sumbu X pada Gambar 12 merepresentasikan waktu dan sumbu Y merepresentasikan kecepatan. Kecepatan meningkat pada awal sesi latihan dan kemudian menjadi stabil, meskipun sensor Efek Hall masih menghasilkan beberapa galat. Galat tersebut berupa nilai yang tiba-tiba naik atau turun.



Gambar 12: Grafik Kecepatan

V. Simpulan

Setelah melalui serangkaian pengujian, dapat ditarik beberapa simpulan sebagai berikut. Pertama, nilai galat terkecil dari sensor PPG adalah sebesar 1.16% dan nilai galat tertinggi adalah sebesar 5.95%. Dengan nilai tersebut, dapat disimpulkan bahwa Xiaomi Mi Band 3 layak digunakan untuk mengukur denyut jantung. Kedua, Xiaomi Mi Band 3 selalu menunjukkan nilai yang lebih tinggi pada kondisi istirahat. Namun, pada aktivitas bersepeda, perangkat ini menunjukkan beberapa nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai sebenarnya. Sistem ini berhasil menunjukkan kemampuan dalam melacak performa bersepeda melalui pengukuran denyut jantung dan kecepatan, sehingga menyediakan sebuah platform yang andal bagi pengguna untuk memantau kebugaran selama latihan menggunakan sepeda statis. Pengembangan selanjutnya dapat difokuskan pada peningkatan akurasi sensor PPG pada kondisi dengan pergerakan tinggi serta pengembangan sistem agar mendukung pengukuran biometrik tambahan untuk pemantauan kebugaran yang lebih komprehensif.

Daftar Pustaka

- [1] A. Davis and N. Cavill, "Cycling & health what's the evidence?," 2007.
- [2] R. Apriastini, R. I. Mahbubah, M. Z. Arifin, and A. Wicaksono, "Analisis prediksi kecelakaan pengguna sepeda di Kota Surabaya, Jawa Timur," *Rekayasa Sipil*, vol. 12, no. 2, pp. 4–12, 2018. DOI: <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2018.012.02.4>
- [3] M. Ammar, K. Brach, H. Trabelsi, et al., "Effects of COVID-19 home confinement on eating behaviour and physical activity: Results of the ECLB-COVID19 international online survey," *Nutrients*, vol. 12, no. 6, pp. 1583, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu12061583>

- [4] I. Setiawan, *Buku Ajar Sensor Dan Transducer*, Bandung, Indonesia, 2009.
- [5] C. A. Pratiwi, P. Madona, and Y. P. Wijawa, “Akuisisi data sinyal photoplethysmograph (ppg) menggunakan photodiode,” 2016.
- [6] R. P. Foundation, “Raspberry pi 3 model b,” Raspberry Pi, 2018, diakses pada 11 Oktober 2018. [Online]. Available: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>
- [7] C. R. Martika, “Android application development to train cyclists by monitoring heart performance capabilities,” Master’s thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2020.