

Pemodelan Ritme Kalori Terbakar Setiap Waktu Selama Bersepeda dengan *Feedforward Neural Network*

MUHAMMAD ICHWAN, SALMAN FATHUL ALFARISYI

Program Studi Informatika, Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia
Email: ichwan@itenas.ac.id

Received 14 Agustus 2023 | *Revised* 15 September 2023 | *Accepted* 5 Oktober 2023

ABSTRAK

Pemanfaatan teknologi dalam bidang kesehatan dan olahraga telah berkembang dengan pesat. Aplikasi dan smartwatch dapat menghitung total kalori terbakar selama berolahraga namun tidak memberikan rincian kalori terbakar setiap detiknya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memodelkan ritme kalori terbakar setiap detiknya selama bersepeda. Terdapat usulan mengenai metode yang digunakan untuk penelitian ini yaitu menggunakan metode Feedforward Neural Network untuk memprediksi jumlah kalori yang terbakar pada saat berolahraga sepeda. Masukan jaringan saraf tiruan adalah detak jantung (HR_t), kecepatan kayuh (Cad_t), berat badan (m) dan suhu (c). Pada penelitian ini yaitu menggunakan jaringan syaraf tiruan Feedforward Neural Network mendapatkan nilai 59 neuron pada lapisan tersembunyi dan mendapatkan nilai akurasi keberhasilan sebesar 93%.

Kata kunci: *feedforward neural network, sepeda, kalori terbakar, detak jantung, berat badan, kecepatan kayuh*

ABSTRACT

The use of technology in the field of health and sports has grown rapidly. Apps and smartwatches can calculate total calories burned during exercise but don't provide a breakdown of calories burned per second. Therefore, this research aims to model the rhythm of calories burned every second during cycling. In this study, it is proposed to use the Feedforward Neural Network method to predict the number of calories burned while exercising a bicycle. The inputs to the artificial neural network are heart rate (HR_t), pedaling speed (Cad_t), body weight (m) and temperature (c). In this study using a Feedforward Neural Network artificial neural network to get a value of 59 neurons in the hidden layer and get a success accuracy score of 93%.

Keywords: *feedforward neural network, cycling, calories, heart rate, weight*

1. PENDAHULUAN

Saat ini prevalensi penduduk obesitas dan kegemukan selalu meningkat (**Riskesdas, 2018**). Padahal obesitas merupakan penyebab timbulnya berbagai macam penyakit mematikan. Maka dari itu, menjaga berat badan agar tetap ideal adalah suatu hal yang tidak bisa diremehkan karena sangat penting, hal tersebut bisa dengan cara mengontrol kalori pada tubuh. Kalori merupakan takaran energi dalam makanan (**Adrian, 2017**). Kalori yang masuk dapat diperoleh dari makanan sedangkan kalori yang keluar dapat dicapai dengan melakukan aktivitas fisik seperti olahraga sepeda. Salah satu yang berkaitan erat dengan badan yang ideal yaitu kesehatan pada tubuh manusia, tetapi banyak anggapan salah dari beberapa orang yaitu bahwa yang ideal itu yang kurus dan kurus, bahkan banyak orang yang menganggap berat badan tidak ideal berapa lama itu normal. Jika sehat tentu ada standar idealnya, seperti halnya berat badan, berat badan yang ideal itu tidak bisa disamaratakan karena berat badan ideal itu dilihat dari tinggi badan pada masing-masing orang (**Setiadi, dkk, 2020**).

Dengan bersepeda, kinerja kardiovaskular dan otot bekerja secara optimal (**Adrian, 2019**). Selain itu, olahraga sepeda juga sedang menjadi tren saat ini. Dikutip dari tempo.com (**Wibowo, 2020**), Salah satu bentuk kegiatan rekreasi atau olahraga yaitu bersepeda, tidak hanya itu bersepeda juga merupakan alat transportasi jalan raya. Tidak sedikit orang-orang yang terbiasa melakukan segala aktivitasnya dengan bersepeda, juga dengan berbagai macam medan yang dilaluinya, misalnya diperbukitan, jalan raya, medan yang sulit ataupun hanya sekedar bersepeda biasa (**Hafizah, dkk, 2021**).

Kegemukan dan obesitas yaitu merupakan yang termasuk beban masalah pada gizi yang terjadi di Indonesia, di samping kekurangan gizi dan kekurangan zat gizi mikro. Menurut Riset Kesehatan Dasar (**Riskesdas, 2018**). Hingga 21,8% penduduk dewasa di Indonesia mengalami obesitas. Prevalensi obesitas pada orang dewasa lebih banyak terjadi pada masyarakat perkotaan, yaitu sebesar 25,1% dibandingkan dengan 17,8% di pedesaan. Terjadi karena apa yang masuk pada tubuh manusia seperti makanan ataupun minuman yang dikonsumsi, manusia tidak bisa menghitung berapa kalori yang masuk bersama makanan ataupun minuman tersebut (**Tirasirichai, dkk, 2018**).

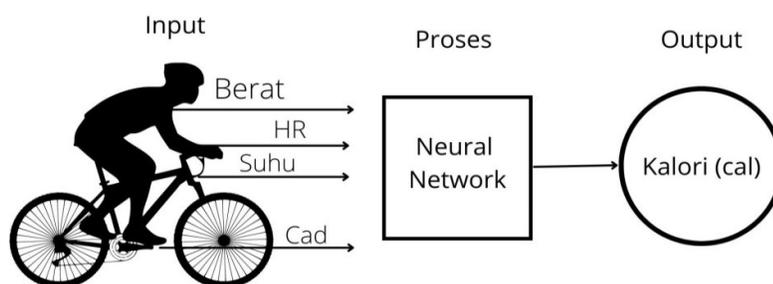
Pada penelitian (**Ansari, 2016**) membahas tentang perkiraan mengenai tingkat kelulusan yang terjadi pada mahasiswa dengan jaringan syaraf tiruan, penelitian (**Pujianto, dkk, 2018**) membahas tentang penggunaan metode *neural network backpropagation*, untuk merencanakan sebuah sistem demi pendukung sebuah keputusan mengenai prediksi penerimaan beasiswa. Lalu pada penelitian (**Yanu & Bursah, 2017**) membahas cara untuk mengoptimasi suatu akurasi yaitu pada prediksi financial distress perusahaan *dengan menggunakan backpropagation neural network* (**Harumy, dkk, 2022**) membahas pengembangan model *prostis Neural Network* untuk prediksi dan klasifikasi data, pada prosiding seminar (**Hammains, dkk, 2021**) membahas tentang sebuah metode *feedforward neural network* yaitu digunakan untuk memprediksi penggunaan pada energi listrik.

Maka dari itu, *Feedforward Neural Network* adalah metode yang diambil pada penelitian ini yaitu agar dapat memprediksi berapa besar kalori yang terbakar pada saat seseorang bersepeda. Ada juga sejumlah penelitian yang melibatkan penggunaan jaringan saraf maju untuk prediksi, yaitu salah satunya pada prediksi detak jantung yang ada 2 prediksi yaitu berdasarkan aktivitas fisik dan kecepatan pedal (**Utami & Ichwan, 2016**). Terdapat 3 lapisan yang berada di Arsitektur *Feedforward Neural Network* yaitu ada *input layer, hidden layer dan juga output layer*. Djantung (HRT), kecepatan pedal (Cadt), berat badan (m) dan suhu lingkungan (c) itu merupakan input dari detak jantung tiruan.

2. METODE

2.1 Prediksi Kalori Terbakar

Dalam penelitian ini, denyut jantung, kecepatan putaran kaki, berat badan, dan suhu lingkungan digunakan untuk memprediksi pengeluaran kalori selama bersepeda. Detak jantung (HRt) diukur dengan sensor detak jantung yang dapat dikenakan. Kecepatan rotasi kaki (Cad) diukur dengan sensor irama lalu untuk berat badan diukur menggunakan timbangan sedangkan suhu diukur menggunakan suhu sekitar. Keempat hasil yang sudah didapatkan dari pengukuran untuk setiap detiknya digunakan sebagai input dari jaringan syaraf tiruan model *FFNN*. Hasil dari *Feedforward neural network* ini yaitu nilai prediksi kalori yang terbakar pada saat bersepeda pada detik tersebut (Cal_t) (**Utami & Ichwan, 2016**). Untuk mengukur tingkat akurasi hasil prediksi, maka dihitung nilai error ($et+1$) dari hasil prediksi kalori terbakar pada detik tersebut (Cal_t). Diagram blok sistem prediksi kalori terbakar dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem Prediksi Kalori Terbakar

2.2 FeedForward Neural Network

Feedforward neural network merupakan sesuatu model pada jaringan syaraf yang relatif sederhana arsitekturnya dengan memiliki beberapa lapisan tersembunyi yang pastinya dapat diterapkan untuk peramalan pada data deret waktu (**Azam, dkk, 2018**). *FFNN* menggunakan penurunan gradien untuk meminimalkan keluaran kesalahan kuadrat. Pelatihan jaringan memiliki tiga fase. fase maju, fase mundur, dan bobot variabel dan fase bias. Arsitektur *FFNN* terbagi atas 3 arsitektur yaitu *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer* (**Sutojo, dkk, 2011**). Jaringan saraf umpan maju tidak menghasilkan umpan balik ketika output setiap neuron berbeda, sehingga neuron lain di lapisan yang sama tidak terpengaruh. Penelitian tersebut menggunakan empat input yaitu detak jantung, kecepatan putaran kaki, berat badan, suhu sekitar, dan kalori yang terbakar saat berolahraga sepeda. *Multilayer perceptron* (MLP) merupakan jaringan syaraf tiruan yang digunakan yaitu dengan 3 lapisan masukan, diantaranya yaitu lapisan masukan, tersembunyi, dan keluaran. Model three-tier terpilih yaitu dengan berdasakak penelitian yang telah dilakukan oleh (**Utami & Ichwan, 2016**).

2.3 Jaringan Syaraf Tiruan

Menurut **(Fausett, 1994)** jaringan saraf tiruan (JST) adalah sistem pemrosesan informasi dengan karakteristik yang mirip dengan saraf organisme hidup. JST dikembangkan sebagai model matematis yang menyerupai keadaan mental manusia atau jaringan saraf organisme hidup, dengan asumsi sebagai berikut **(Warsito, 2009)**.

1. Pemrosesan informasi berlangsung di banyak elemen sederhana yang disebut neuron.
2. Sinyal ditransmisikan antar neuron melalui koneksi tertentu.
3. Setiap tautan antar neuron memiliki bobot yang sesuai, dengan mengalikan sinyal yang dikirim.
4. Setiap neuron menggunakan fungsi aktivasi pada input (jumlah bobot dari sinyal ditransmisikan) untuk mengetahui sinyal output dan fluktuasi data yang terus menerus di sekitar rata-rata.

2.4 Skenario Pengujian

Setelah merancang *forward neural network* untuk memprediksi kalori yang terbakar, dilakukan pelatihan metode *FFNN* untuk memprediksi kalori yang terbakar menggunakan matlab. Selama proses pelatihan, gunakan dataset pelatihan yang sudah disiapkan sebelumnya. Pembelajaran jaringan menggunakan fungsi pengenalan sebagai fungsi aktivasi, batas epoch adalah 10.000 MSE adalah 0,01 dan tingkat pembelajaran adalah 0,001. Juga, proses mengidentifikasi neuron tersembunyi (hidden layer) dengan mencobanya dengan kelipatan 10 terlebih dahulu. Jika hasilnya masih jauh, tambahkan kelipatan 10 hingga nilai prediksi mencapai nilai data pelatihan. Jika nilainya mendekati, coba dengan kelipatan 1 hingga nilainya benar-benar mendekati data training. Selain itu, pada saat pengujian digunakan sampel data pengujian dimana data pengujian berbeda dengan data, kemudian *mean absolute error* (MAE) dihitung antara hasil pengukuran kuantitatif dengan data pengujian kalori yang terbakar dan prediksi kalori yang terbakar hasil untuk menentukan akurasi model prediksi kalori yang terbakar.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Dataset

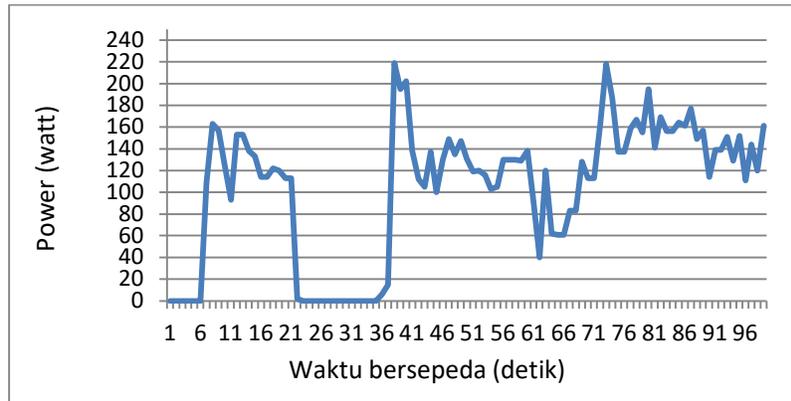
Dalam dunia yang semakin sering menggunakan smartphone dan sensor wearable, banyak pengendara sepeda yang memanfaatkan banayak sekali aplikasi olahraga yang menggunakan *smartphone* seperti *mi fitness*, *garmin* dan lain sebagainya. tujuan dari aplikasi tersebut yaitu untuk memantau olahraga yang sudah dilakukan yang didapat dalam aplikasi tersebut. Hasil olahraga yang sudah dilakukan dapat digunakan untuk melakukan penelitian. Penelitian ini memanfaatkan dataset yang telah dimanfaatkan oleh peneliti sebelumnya dalam domain olahraga. Dataset ini diambil dari link <https://www.kaggle.com/code/mpwolke/lazy-sunday-riding-with-tcx-file/data>. Dataset mencakup berbagai hasil pengukuran dalam olahraga yang dilakukan oleh beberapa pesepeda menggunakan sensor wearable. Data ini diekspor dari akun *mi fitness* atau *Garmin*. Dalam dataset ini, terdapat informasi tentang lokasi GPS, durasi, jarak tempuh, detak jantung, kecepatan pedal, dan beberapa data lain yang memberikan informasi tentang power yang dihasilkan. Tipe garmin yang digunakan untuk mendapatkan dataset diatas yaitu Garmin Instinct 2S – Graphite yang mempunyai spesifikasi sensor yaitu Sensor GPS, Glonass, Garmin elevate wrist heart rate monitor, barometric altimeter, compass, accelerometer, thermometer didalam dataset tidak ada data kalori yang terbakar pada saat berolahraga sepeda, tapi pada dataset terdapat kalori yang digunakan pada saat berolahraga sepeda. sehingga dalam penelitian untuk kalo yang terbakar, nilai energy yang sudah diapat pada saat berolahraga sepeda dikonversi menjadi kalori dengan menggunakan rumus pada Persamaan (1) untuk contoh dari hasil yang sudah dikonversi dapat dilihat pada Gambar 3. 25% adalah nilai yang tepat dan 4,17 adalah nilai yang sudah dikonversi dari 1kkal sama

dengan 4,17kj.

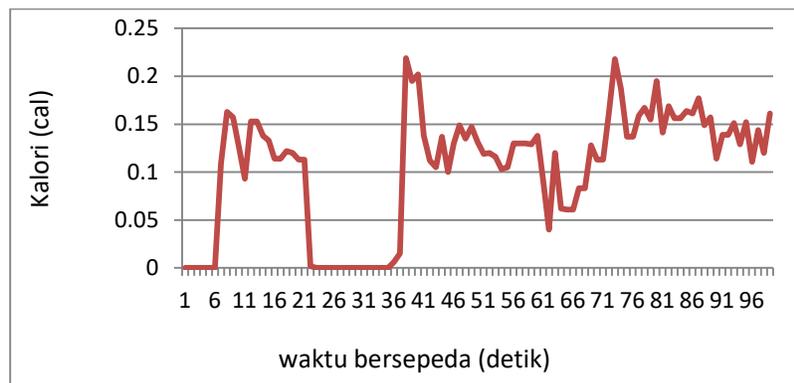
$$cal = \frac{P*3600*T}{1000} \times \frac{1}{25\%} \times \frac{1}{4,17} \quad (1)$$

P = Energi yang digunakan selama bersepeda (watt)

T = Waktu bersepeda (jam)



(a)



(b)

Gambar 2. (a) Gambar Power (Watt) Selama Bersepeda; (b) Gambar Kalori yang Sudah Dikonversi dari Power Menjadi Kalori

Gambar 2(a) adalah gambar sampel data tenaga yang didapat dari data yang diambil sedangkan Gambar 2(b) adalah hasil konversi dari tenaga ke kalori dengan menggunakan rumus Persamaan (1).

3.2 Hasil Percobaan

Mencari nilai neuron tersembunyi diperlukan untuk mencari nilai MAE terendah percobaan mencari nilai neuron tersembunyi (*hidden layer*) dengan cara mencobanya dengan kelipatan 10 terlebih dahulu jika hasil yang didapat masih jauh maka ditambah lagi dengan kelipatan 10 sampai nilai prediksi mendekati nilai data latih, jika nilai sudah mendekati coba dengan kelipatan 1 sampai nilai benar-benar mendekati data latih.

Tabel 1. Nilai MAE dari Hasil Prediksi FFNN

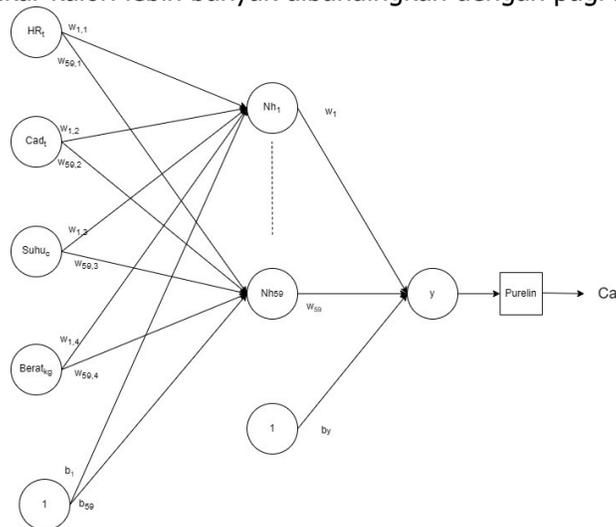
Dataset	Neuron Tersembunyi							
	10	50	55	56	57	58	59	60
Data Latih	0.123	0.062	0.068	0.063	0.055	0.054	0.047	0.053
Data Uji 1	0.082	0.081	0.075	0.068	0.063	0.052	0.045	0.052
Data Uji 2	0.065	0.085	0.092	0.081	0.074	0.075	0.061	0.072

Pada Tabel 1 ini menjelaskan percobaan pada saat mencari nilai *Neuron* tersembunyi pada jaringan syaraf tiruan model *Feedforward Neural Network*. Langkah pertama lakukan percobaan pada kelipatan 10 jika nilai *MAE* masih jauh maka gunakan kelipatan 100 lalu apabila nilai *MAE* sudah mendekati hasil maka gunakan kelipatan 1. Pertama melakukan percobaan menggunakan data latih menggunakan 10 *Neuron* tersembunyi lalu mendapatkan nilai *MAE* 0.1231 lalu pada saat percobaan kedua menggunakan 50 *Neuron* tersembunyi mendapatkan nilai *MAE* 0.0621 lalu pada percobaan 3 menggunakan 55 *Neuron* tersembunyi mendapatkan nilai *MAE* 0.0682 lalu pada percobaan 4 menggunakan 56 *Neuron* tersembunyi mendapatkan nilai *MAE* 0.0637 lalu pada percobaan ke 5 menggunakan 59 *Neuron* tersembunyi mendapatkan nilai *MAE* 0.0479 . Percobaan ini dilakukan hingga mendapatkan nilai *MAE* yang kecil karena semakin kecil nilai *MAE* maka nilai tersebut mendekati nilai asli.

Tabel 2. Perbandingan Suhu

Dataset	Suhu					
	22° C	23° C	24° C	25° C	26° C	27° C
Data latih	165,431 kal	173,312 kal	180,951 kal	190,285 kal	201,212 kal	207,651 kal

Pada Tabel 2 ini menjelaskan perbandingan suhu yang berbeda-beda dari suhu 22 derajat sampai 29 derajat, dapat disimpulkan bahwa jika berolahraga pada siang hari atau cuaca panas dapat membakar kalori lebih banyak dibandingkan dengan pagi hari atau cuaca dingin.



Gambar 3. Arsitektur Jaringan Syaraf

Pada Gambar 3, *neural network FFNN* memiliki 3 layer sebagai *input layer*, *hidden layer* dan *output layer*. Dalam penelitian ini memiliki 4 input yaitu heart rate (HR), kecepatan kayuh (Cad), suhu lingkungan (c) dan berat badan (m), *hidden layer* memiliki 59 hidden neuron.

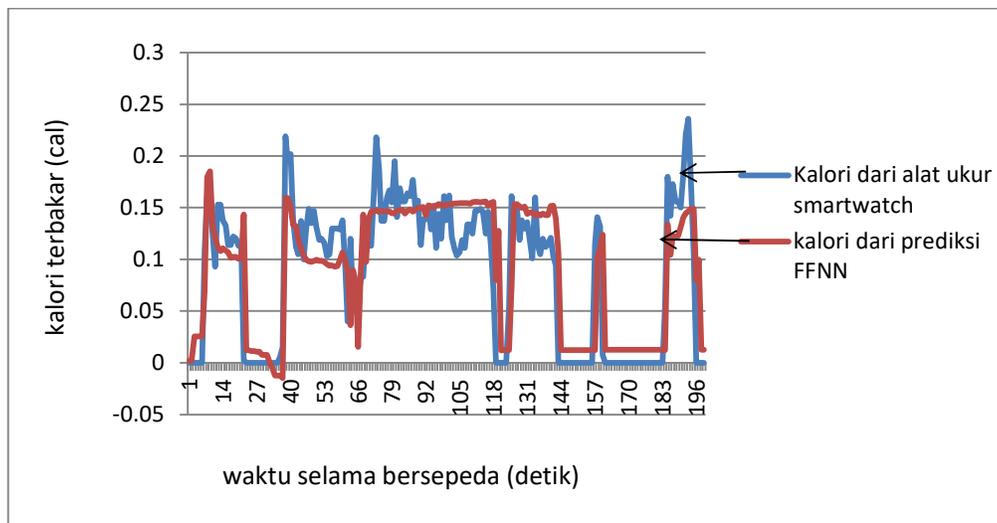
Berdasarkan arsitektur *neural network* untuk memprediksi kalori yang terbakar, nilai Cal_t merupakan penjumlahan dari seluruh input perkalian dan bobot dari setiap layer pada artificial neural network seperti yang ditunjukkan pada Persamaan (2).

$$cal_t = b_y + \sum_{n=1}^{59} (\tanh(HR_t \cdot w_{n,1} + Cad_t \cdot w_{n,2} + c \cdot w_{n,3} + m \cdot w_{n,4} + b_n)) \cdot w_n \quad (2)$$

Keterangan

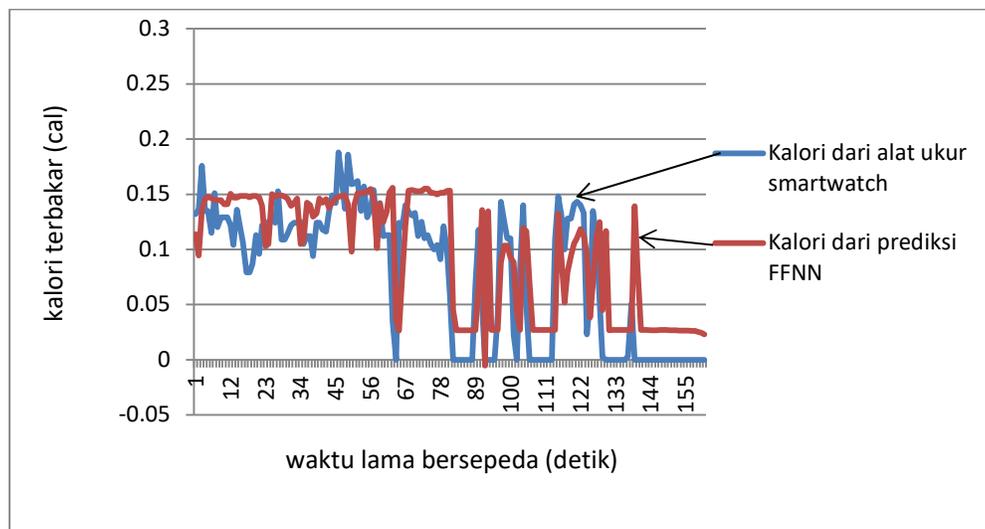
- b = Nilai bobot bias
- Cad = Nilai kecepatan kayuh (rpm)
- Cal = Nilai kalori yang terbakar (kal)
- HR = Nilai detak jantung selama bersepeda (bpm)
- m = Berat badan (kg)
- c = Suhu Lingkungan ($^{\circ}C$)
- W = nilai bias b_y

Perbandingan kalori dari alat ukur smartwatch dan hasil dari prediksi *FFNN* yang sudah dilakukan pengujian terdapat pada Gambar nomor 4 sampai 6. Gambar empat ini adalah hasil dari percobaan dengan metode *FFNN* dengan *smartwatch* yang menggunakan data latih sebanyak 6.072. Gambar 5 ini adalah hasil dari uji coba dengan metode *FFNN* dengan *smartwatch* pada pesepeda pertama yang menggunakan data sebanyak 2.074. Gambar 6 ini adalah hasil dari uji coba dengan metode *FFNN* dengan *smartwatch* pada pesepeda kedua yang menggunakan data sebanyak 3.674. Dari Gambar 4, 5 dan 6 hasil dari alat ukur *smartwatch* dan dari prediksi menggunakan *FFNN* hasil yang didapatkan tidak terlalu berbeda jauh dengan kesalah 7%.



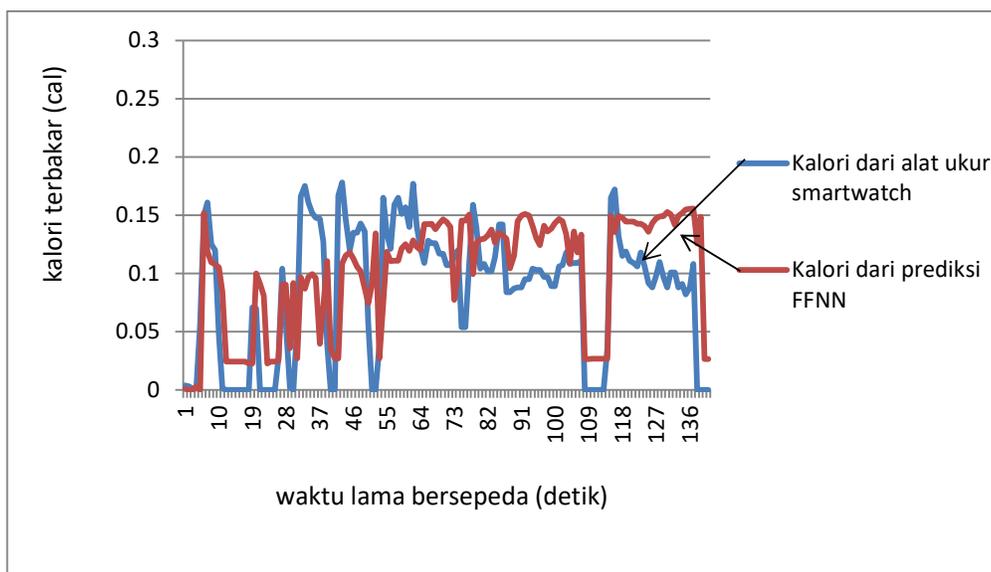
Gambar 4. Hasil Pengujian Prediksi *FFNN* dan *Smartwatch* pada Data Latih

Pada Gambar 4 ini adalah hasil dari uji coba aplikasi dengan *smartwatch* yang sudah digunakan untuk mengukur kalori yang terbakar pada saat menggunakan sepeda dimana hasil yang didapat tidak terlalu jauh dengan hasil yang dari *smartwatch*, dari gambar 4 diatas terdapat 7% nilai kesalahan akurasi dan mendapatkan nilai MAE sebesar 0,0479.



Gambar 5. Hasil Pengujian Prediksi *FFNN* dan *Smartwatch* pada Pesepeda 1

Pada Gambar 5 ini adalah hasil data uji yang dilakukan *smartwatch* dengan prediksi *FFNN* yaitu mendapatkan nilai akurasi sebesar 93% dan mendapat nilai *MAE* 0,0618 yang dimana nilai ukur *smartwatch* dengan nilai prediksi hasilnya tidak terlalu jauh.



Gambar 6. Hasil Pengujian Prediksi *FFNN* dan *Smartwatch* pada Pesepeda 2

Gambar 6 menunjukkan hasil pengujian aplikasi dengan *smartwatch* yang digunakan untuk mengukur kalori yang terbakar saat bersepeda, dimana hasilnya tidak jauh berbeda dengan hasil *smartwatch*. Kinerja jaringan saraf prediktif dalam memprediksi kalori yang terbakar dapat dihitung menggunakan nilai *MAE* dari setiap kumpulan data. Nilai *MAE* tiap kumpulan data bisa dilihat pada Tabel 2. Nilai *MAE* data latih adalah 0,0479 lalu *MAE* rata-rata data uji 0,0455 dan 0,0618 dengan *MAE* rata-rata 0,0517.

Pada Persamaan (3) dibawah ini adalah cara perhitungan untuk mencari nilai kesalahan akurasi dan perhitungan untuk penelitian ini.

$$\text{Nilai Kesalahan} = \frac{\text{rata-rata nilai MAE}}{\text{Nilai maksimum kalori}} \times 100\% \quad (3)$$

Sehingga,

$$\text{Nilai Kesalahan} = \frac{0,0517}{0,8} \times 100\% = 7\%$$

Ini adalah hasil dari perhitungan untuk mencari nilai kesalahan untuk penelitian ini yaitu sebesar 7% sehingga mempunyai akurasi kebenaran sebanyak 93%.

Tabel 3. Nilai MAE Dari Setiap Dataset

Dataset	Pesepeda	Total data	MAE
Data Latih	1	6072	0,0479
Data Uji	2	2072	0,0455
	3	3674	0,0618

Dari Tabel 3 terlihat bahwa rata – rata *MAE* sebesar 0,0517 kal dari nilai kalori maksimum pada kumpulan data adalah 0,8 kal sehingga tingkat kesalahan yang diperoleh adalah 7%. Dari hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa mode *Feedforward Neural Network* yang diimplementasikan pada penelitian ini cukup optimal untuk memprediksi kalori yang terbakar per detik dengan akurasi yang cukup baik yaitu sebesar 93%.

4. KESIMPULAN

Input dari jaringan syaraf tiruan ada 4 yaitu detak jantung (HR_t), kecepatan pedal (Cad_t), berat badan (kg) dan suhu sekitar (c). Pada penelitian ini didapatkan lapisan tersembunyi sebanyak 59 neuron tersembunyi. Hasil dari jaringan syaraf tiruan adalah nilai prediksi kalori yang terbakar (Cal_t). Metode prediksi kalori *FFNN* ini memiliki nilai *error* sebesar 7%. Semakin tinggi suhu maka kalori yang terbakar semakin besar. Berdasarkan perancangan dan pengujian yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan bahwa *Feedforward Neural Network* yang digunakan pada penelitian ini cukup optimal untuk memprediksi kalori yang terbakar per detik dengan akurasi yang cukup baik yaitu sebesar 93%.

DAFTAR RUJUKAN

- Adrian, d. K. (2017, 20). *Mengenal Kalori Sebagai Kunci Berat Badan Sehat*. <https://www.alodokter.com/kalori-kunci-berat-badan-sehat>.
- Adrian, d. K. (2019, 17). *5 Manfaat Bersepeda bagi Kesehatan Tubuh*. <https://www.alodokter.com/mari-telaah-manfaat-bersepeda-bagi-kesehatan>.
- Ansari, R. (2016). Prediksi Kelulusan Mahasiswa dengan Jaringan Syaraf Tiruan. *JTIULM*, 1(1), 18-23.
- Azam, D., Ratnawati, D., & Adikara, P. (2018). Prediksi Harga Emas Batang Menggunakan *Feed Forward Neural Network* Dengan *Algoritme Genetika*. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(8), 2317-2322

- Fausett, L. (1994). *Fundamentals of Neural Networks, Architecture, Algorithms, and Applications*. Prentice Hall.
- Hafizah, N., Irawadi, H., & Mardela, R. (2021). Motivasi Anggota Klub Gowes Lintau Buo dalam Berolahraga Sepeda. *Jurnal Performa Olahraga*, *6*(1), 22–29. <https://doi.org/10.24036/jpo256019>
- Hammains, A., Setianingsih, C., & Murti, M. (2021). Prediksi Penggunaan Energi Listrik Menggunakan Metode *Feedforward Neural Network*. *e-Proceeding of Engineering*, (pp. 12129-12134)
- Harumy, H., Zarlis, M., & Effendi, S. (2022). Pengembangan Model Protis Neural Network Untuk Prediksi dan Klasifikasi Data Timeseries dan Image. *e-Proceeding of Engineering*, (pp. 1-7)
- Pujianto, A., Kusri, K., & Sunyoto, A. (2018). Perancangan Sistem Pendukung Keputusan Untuk Prediksi Penerima Beasiswa Menggunakan Metode Neural Network Backpropagation. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, *5*(2), 157. <https://doi.org/10.25126/jtiik.201852631>
- Riskesdas, L. N. (2018). Kementerian Kesehatan RI Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan (2018). Hasil Utama Riskesdas 2018. Riskesdas 2018, hal. 86.
- Setiadi, A., Handayani, I., & Fadilah, F. (2020). Perancangan Aplikasi Fit Your Weight Untuk Menghitung Berat Badan Ideal Berbasis Android. *Technomedia Journal*, *5*(2), 144–154. <https://doi.org/10.33050/tmj.v5i2.1324>
- Sutojo, T., Mulyanto, E., & Suhartono, V. (2011). *Kecerdasan Buatan*. Penerbit ANDI.
- Tirasirichai, B., Thanomboon, P., Soontorntham, P., Kusakunniran, W., & Robinson, M. (2018). Bloom Balance: Calorie Balancing Application With Scientific Validation. *2018 15th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE)*, (pp. 1–6). <https://doi.org/10.1109/JCSSE.2018.8457177>
- Utami, D., & Ichwan, M. (2016). Sistem Prediksi Kalori Terbakar Pada Pesepeda Menggunakan Feedforward Neural Network.
- Warsito, B. (2009). *Kapita Selekta Statistika Neural Network*. BP Undip Semarang.
- Wibowo, E. A. (2020). Pesepeda Indonesia Naik 1000 Persen, Negara Ini Alami Lonjakan. <https://Otomotif.Tempo.Co/Read/1361580/Pesepeda-Indonesia-Naik-1000-Persen-Negara-Ini-Alami-Lonjakan>.
- Yanu, R., & Bursah, Z. (2017). Backpropagation Neural Network Untuk Optimisasi Akurasi Pada Prediksi Financial Distress Perusahaan. *INSTEK*, *6*(1), 101-110.