

## Deteksi Gangguan Jantung *Premature Ventricular Contractions* Menggunakan Sinyal Elektrokardiogram Dengan Algoritma *Backpropagation* dan Algoritma *Firefly*

Denny Maulana<sup>1</sup>, Drs. Jondri, M.Si.<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

<sup>1</sup>dennymaulana@student.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>jondri@telkomuniversity.ac.id

---

### Abstrak

Perkembangan dunia medis saat ini selalu memiliki kaitan dengan teknologi, begitupun dengan alat kedokteran yang telah berubah dari manual atau analog menjadi digital. Saat ini, dokter masih menganalisa gangguan pada organ tubuh manusia dengan menggunakan alat kedokteran yang hanya memberikan informasi kondisi tubuh. Alat kedokteran tersebut belum dapat menganalisa dan menentukan gangguan apa yang terjadi pada tubuh manusia. Sehingga hal tersebut menarik untuk dilakukan penelitian. Salah satu organ vital manusia adalah jantung. Pada saat ini aktivitas jantung dapat direkam menggunakan alat Elektrokardiogram. Data Elektrokardiogram (EKG) tersebut dikomputerisasi untuk mendeteksi gangguan *Premature Ventricular Contractions* (PVC). Untuk dapat mendeteksi gangguan tersebut, data diolah menggunakan metode Jaringan Saraf Tiruan. Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan yang digunakan pada penelitian ini adalah *Multi Layer Perceptron* (MLP). Untuk dapat mengoptimasi metode *Multi Layer Perceptron*, digunakan algoritma *Firefly* dan algoritma *Backpropagation*. Pada percobaan ini perbandingan antara penggunaan algoritma *Firefly* dan algoritma *Backpropagation* dilakukan untuk mendapatkan algoritma terbaik. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan algoritma *Backpropagation* memberikan hasil akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan algoritma *Firefly* dengan rata-rata akurasi tertinggi sebesar 99.48%.

**Kata kunci :** elektrokardiogram, premature ventricular contractions, multi layer perceptron, firefly, backpropagation

---

### Abstract

The development of the medical world today always has a connection with technology, as well as medical devices that have changed from manual or analog to digital. Nowadays, doctors still analyze disorders of human organs by using medical devices that only provide information on the condition of the body. This medical instrument has not been able to analyze and determine what disorders occur in the human body. That fact is interesting to be used as research. One of human's vital organs is the heart. At this time, heart activity can be recorded using an Electrocardiogram tool. The Electrocardiogram (ECG) is computerized to detect *Premature Ventricular Contractions* (PVC) disorders. To be able to identify the interference, the data is processed using the Artificial Neural Network method. The Artificial Neural Network architecture used in this research is *Multi-Layer Perceptron* (MLP). To be able to optimize the *Multi-Layer Perceptron* method, the *Firefly* algorithm and the *Backpropagation* algorithm are used. In this experiment, a comparison between the use of the *Firefly* algorithm and the *Backpropagation* algorithm is made to get the best algorithm. The results of this study indicate that the use of the *Backpropagation* algorithm provides better accuracy compared to the *Firefly* algorithm with an average accuracy of 99.48%.

**Keywords:** electrocardiogram, premature ventricular contractions, multi layer perceptron, firefly algorithm, backpropagation

---

### 1. Pendahuluan

Perkembangan dunia kedokteran tidak lepas dengan kemajuan teknologi sebagai alat bantu dokter untuk menganalisa fungsi organ tubuh manusia [1]. Dalam menganalisa fungsi organ tubuh manusia dokter masih membaca hasil angka atau grafik dari alat bantu. Salah satu angka dan grafik yang dianalisa oleh dokter adalah hasil dari Elektrokardiogram. Elektrokardiogram merupakan tes fungsi jantung manusia [2]. Elektrokardiogram berfungsi merekam aktivitas listrik pada jantung. Pada batas tertentu Elektrokardiogram juga akan mengidentifikasi apabila terdapat peredaran aliran darah yang tidak normal.

Pada saat ini dokter melakukan analisa secara manual terhadap hasil rekaman Elektrokardiogram. Setelah menganalisa, dokter dapat menentukan keadaan fungsi jantung pada manusia. Kegiatan menganalisa ini membutuhkan waktu yang cukup lama. Sehingga pasien tidak mendapatkan informasi secara *real time*. Sehingga permasalahan ini menarik untuk dilakukan penelitian. Data rekaman Elektrokardiogram dapat dijadikan menjadi data *training* yang dapat diolah secara komputerisasi. Sehingga dapat mendeteksi adanya gangguan *Premature Ventricular Contractions* pada jantung [3].

Data rekaman Elektrokardiogram dapat diolah menggunakan metode jaringan saraf tiruan. Jaringan saraf

tiruan memberikan akurasi yang lebih akurat dari metode lainnya [4]. Jaringan saraf tiruan merupakan metode yang mensimulasikan sistem jaringan saraf pada manusia. Jaringan saraf tiruan merupakan sistem adaptif yang dapat memodelkan permasalahan yang kompleks antara data input dan data output untuk menemukan pola-pola pada data tersebut. Pada penelitian ini akan digunakan salah satu arsitektur jaringan saraf tiruan yaitu *Multi Layer Perceptron* dengan menggunakan algoritma *Backpropagation* dan algoritma *Firefly*. Algoritma *Firefly* digunakan pada penelitian ini karena pada penelitian [5] penggunaan algoritma *Firefly* memberikan rata-rata hasil akurasi yang tinggi yaitu 90%. Begitu juga penggunaan algoritma *Backpropagation* juga memberikan hasil akurasi yang tinggi yaitu 99,98% pada penelitian [6]. Kedua algoritma tersebut digunakan pada penelitian ini untuk mengetahui algoritma mana yang lebih unggul.

Berdasarkan latar belakang yang sudah dipaparkan, penelitian ini akan membahas mengenai penentuan algoritma terbaik diantara *Firefly* dan *Backpropagation* dalam mendeteksi gangguan jantung *Premature Ventricular Contractions* menggunakan sinyal Elektrokardiogram menggunakan metode *Multi Layer Perceptron*. Terdapat beberapa rumusan masalah pada penelitian ini. Pertama, diantara algoritma *Backpropagation* dan algoritma *Firefly* manakah algoritma terbaik untuk menentukan kondisi organ jantung manusia yang mengalami gangguan *Premature Ventricular Contractions* menggunakan metode *Multi Layer Perceptron*. Kedua, apakah sistem yang dibangun mampu mengklasifikasi apakah suatu organ jantung pada manusia menderita gangguan *Premature Ventricular Contractions* atau tidak. Pada penelitian ini terdapat dua batasan masalah. Batasan masalah yang pertama adalah *dataset* yang digunakan terdiri dari 11361 data Elektrokardiogram (EKG) yang didapatkan dari pasien penderita gangguan *Premature Ventricular Contractions* (PVC) dan pasien normal. Batasan masalah kedua pada penelitian ini adalah normalisasi data dilakukan pada range 0 hingga 1.

Tujuan penelitian ini yang pertama adalah untuk mengetahui algoritma terbaik diantara algoritma *Backpropagation* dan algoritma *Firefly* dalam menentukan kondisi organ jantung manusia yang mengalami gangguan *Premature Ventricular Contractions* menggunakan metode *Multi Layer Perceptron*. Tujuan penelitian yang kedua adalah untuk membangun sistem yang dapat mengklasifikasi apakah suatu organ jantung pada manusia menderita gangguan *Premature Ventricular Contractions* atau tidak.

Berikutnya pada bagian kedua pada penelitian ini akan membahas studi terkait, bagian ketiga membahas perancangan sistem yang dilaksanakan pada penelitian ini, bagian keempat membahas evaluasi dan bagian kelima membahas kesimpulan serta saran pada penelitian ini.

## 2. Studi Terkait

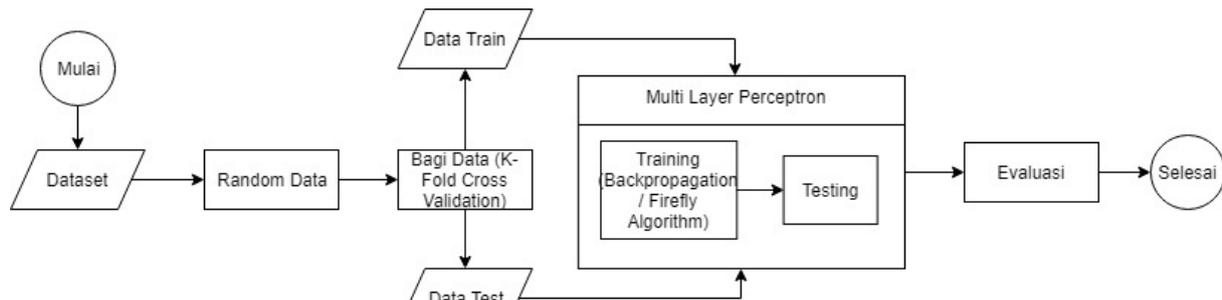
Terdapat penelitian [7] yang membandingkan performa algoritma Neural Network dengan algoritma K-Nearest Neighbor dan Naive Bayes dalam mengklasifikasi pendonor darah potensial. Penelitian ini menggunakan *dataset* RFMTC dan *dataset* PMI [7]. Dari hasil pengujian performa yang dilakukan pada penelitian ini, dapat diketahui bahwa algoritma Neural Network lebih unggul dibandingkan algoritma K-Nearest Neighbor dan Naive Bayes pada penggunaan *dataset* RFMTC yang sesuai pada penelitian ini untuk memprediksi donor darah potensial [7]. Terdapat penelitian [8] mengenai prediksi pendapatan rumah tangga dengan membandingkan performa penggunaan metode Neural Network dan K-Nearest Neighbor. Hasil dari penelitian ini adalah algoritma Jaringan Syaraf Tiruan memiliki akurasi yang lebih baik dibandingkan algoritma KNN yaitu sebesar 83.62% [8]. Kemudian terdapat penelitian sebelumnya mengenai diagnosis penyakit kulit pada anak menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* [9]. Inputan yang digunakan pada penelitian tersebut adalah 19 gejala dari semua penyakit yang direpresentasikan secara biner menggunakan 0 dan 1 [9]. Nilai 0 akan diberikan apabila tidak mengalami gejala tersebut, sedangkan nilai 1 diberikan apabila mengalami gejala tersebut [9]. Penelitian tersebut menggunakan fungsi aktivasi yaitu, sigmoid biner dan didapatkan bahwa parameter optimal berada pada *hidden neuron* berjumlah 4, *learning rate* 0.4 dan *epoch* maksimum 300000 dengan hasil rata-rata akurasi adalah 87.22% [9]. Kemudian terdapat penelitian [10] mengenai prediksi distribusi air PDAM di Kota Malang menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*. Dapat diketahui bahwa iterasi optimal dilakukan sebanyak 2000, *learning rate* optimal berada pada angka 0.1, data latih dan data uji optimal berjumlah 80 dan 11, jumlah node lapisan tersembunyi berjumlah 5 dan minimum error adalah 0.00001 [10]. Dari penelitian tersebut didapatkan akurasi terbaik 97.99% pada penggunaan parameter optimal [10]. Klasifikasi PVC menggunakan algoritma *Backpropagation* dalam [12] menggunakan *dataset* dari MIT-BIH Arrhythmia dengan *record* 106, 119, 200, 223, dan 233 menghasilkan akurasi tertinggi pada *record* 119 dimana nilai *Precision*, *Recall*, dan *Accuracy* yang diperoleh adalah sebesar 100%. Penelitian tersebut menggunakan 70% data pada setiap *record* untuk dijadikan data *training* dan 30% lainnya untuk data *testing*. Nilai bobot, nilai bias, dan laju belajar yang digunakan pada penelitian tersebut adalah sebesar 0.1 serta, fungsi sigmoid juga digunakan pada penelitian tersebut sebagai fungsi aktivasi dalam *hidden* dan *output* layer [12]. Penelitian terkait selanjutnya adalah "Analisis dan Implementasi *Firefly Algorithm* (FA) dalam *Multi layer Perceptron* (MLP) untuk Pengenalan Karakter Numerik" [5]. Pada penelitian ini *Firefly* digunakan untuk algoritma learning MLP pada *Pattern Recognition* [5]. Terdapat tiga skenario yang diuji pada permasalahan *pattern recognition* dalam penelitian tersebut [5]. Skenario pertama: 60% data latih, 20% data validasi dan 20% data uji [5]. Skenario kedua: 33.34% data latih, 33.34% data validasi dan 33.34% data

uji [5]. Skenario ketiga: 30% data latih, 30% data validasi dan 40% data uji [5]. Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa algoritma *Firefly* memiliki rata-rata akurasi yang tinggi yaitu diatas 90% dari ketiga skenario tersebut[5].

### 3. Sistem yang Dibangun

#### 3.1 Gambaran Umum Sistem

Sistem yang dibangun pada penelitian ini merupakan sistem yang mampu mendeteksi gangguan jantung *Premature Ventricular Contractions* menggunakan sinyal Elektrokardiogram menggunakan metode *Multi Layer Perceptron* dengan algoritma *Firefly* atau *Backpropagation*. Proses pada sistem ini dimulai dengan pengolahan *dataset*, melakukan *training* pada data *train* menggunakan *Multi Layer Perceptron* dengan algoritma *Firefly* atau *Backpropagation*, lalu melakukan *testing* pada data *test*, serta melakukan. Sistem yang dibangun digambarkan pada Gambar 3.1:



Gambar 3.1 Gambaran Umum Sistem

#### 3.2 Dataset

*Dataset* yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 11361 data Elektrokardiogram (EKG) dengan atribut berjumlah 202. Atribut-atribut tersebut digunakan untuk membantu proses klasifikasi. *Dataset* ini memiliki dua kelas yaitu kelas Normal dan kelas PVC. Terdapat 6726 data dengan kelas Normal dan 4635 data dengan kelas PVC.

#### 3.3 Random Data

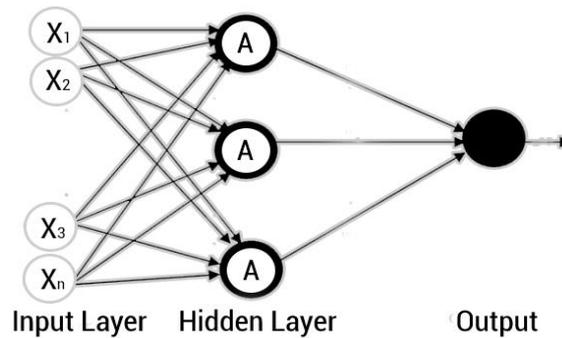
Pada *dataset* mentah, data yang memiliki kelas normal dan kelas PVC disajikan secara berkelompok. Jika data tidak diacak terlebih dahulu, hal tersebut dapat mengakibatkan suatu data *training* atau *testing* memiliki data yang didominasi oleh kelas tertentu bahkan, kemungkinan terburuknya adalah seluruh data pada *training* memiliki kelas yang sama begitu pula dengan seluruh data pada *testing*. Sebagai contoh adalah seluruh data pada *training* memiliki kelas PVC sedangkan, seluruh data pada *testing* memiliki kelas normal. Hal ini tentu berdampak buruk saat proses klasifikasi. Maka, sebelum diolah, data terlebih dahulu diacak sebanyak 10 kali agar suatu kelas tidak lagi berkelompok melainkan bercampur secara acak dengan kelas lainnya. Sehingga, pada saat pembagian data dengan *K-Fold Cross Validation*, kelas data dapat terbagi rata baik dalam data *training* maupun *testing*.

#### 3.4 Bagi Data (K-Fold Cross Validation)

*K-Fold Cross Validation* digunakan untuk memvalidasi model yang telah dibangun. Jenis *Cross Validation* yang digunakan pada penelitian ini adalah *10-Fold Cross Validation* dengan cara membagi data *testing* dan data *training* dengan perbandingan 1 : 9. Kohavi pada [12] melakukan perbandingan terhadap beberapa pendekatan untuk mengestimasi akurasi dan merekomendasikan *10-Fold Cross Validation* sebagai metode terbaik karena cenderung memberikan estimasi akurasi dengan bias yang rendah. Penggunaan *10-Fold Cross Validation* dalam penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan nilai akurasi terbaik. Total jumlah data pada data *training* adalah 10225 sedangkan, pada data *testing* berjumlah 1136.

#### 3.5 Multi Layer Perceptron

Jaringan Saraf Tiruan merupakan metode yang terinspirasi dari jaringan saraf manusia [4]. Informasi yang didapatkan diproses oleh unit terkecil yaitu neuron. Cara kerja jaringan saraf tiruan dalam memproses suatu informasi akan disimulasikan menggunakan sistem pada komputer. *Multi Layer Perceptron* merupakan salah satu arsitektur dari Jaringan Saraf Tiruan. Fungsi aktivasi yang digunakan adalah sigmoid biner karena fungsi aktivasi sigmoid biner memiliki semua kriteria fungsi aktivasi yang baik, yaitu kontinu, terdiferensial dengan mudah, dan tidak menurun [13]. Penelitian ini menggunakan metode klasifikasi *Multi Layer Perceptron* dengan algoritma *Backpropagation* dan *Firefly* untuk mengklasifikasikan data ke dalam kelas PVC dan kelas normal. Sistem yang dibangun pada penelitian ini memiliki 200 neuron *input layer*, 16 neuron *hidden layer* dan 1 neuron *output*. Berikut ini merupakan gambaran dari *Multi Layer Perceptron* :



Gambar 3.2 Gambaran Multi Layer Perceptron

### 3.5.1 Training Data (Backpropagation & Firefly Algorithm)

*Training* Data dilakukan untuk melatih algoritma yang digunakan sebagai *classifier*. Tujuan dilakukan *training* data adalah untuk mencari parameter yang tepat agar MLP mempunyai bobot yang baik, yang nantinya akan digunakan untuk menguji seberapa baik proses *learning* yang dilakukan berdasarkan pada pengenalan inputan yang berbeda pada setiap pengujian yang akan dilakukan.

#### 3.5.1.1 Algoritma Firefly

*Firefly* merupakan salah satu metode dari kecerdasan kolektif. Algoritma ini merepresentasikan kunang-kunang. Kunang-kunang merupakan binatang *unisex* yang memiliki sifat ketertarikan antar sesama [14]. Daya tarik bersifat proporsional terhadap intensitas cahaya. Sehingga, kunang-kunang yang memiliki intensitas cahaya yang paling tinggilah yang akan diikuti [15]. Keadaan ini dapat dirumuskan sebagai berikut [14]:

$$\beta(r) = \beta_0 e^{-\gamma r^2} \quad (3.1)$$

Dimana  $\beta(r)$  merupakan *attractiveness* antar cahaya pada jarak  $r$ ,  $\beta_0$  merupakan *attractiveness* antar cahaya pada  $r = 0$ ,  $\gamma$  merupakan koefisien daya serap cahaya (*light absorption*) dan  $r$  merupakan jarak antar ketertarikan cahaya. Pada penelitian ini nilai  $\beta_0$  diinisialisasikan dengan 1 [16]. Nilai  $\gamma$  juga diinisialisasikan dengan 1 [17]. Untuk mengukur jarak antara dua cahaya maka,  $i$  dan  $j$  ditempatkan pada posisi koordinat  $x_i$  serta  $x_j$  direpresentasikan terhadap rumus kartesius sebagai berikut [14]:

$$r_{ij} = \|x_i - x_j\| = \sqrt{\sum_{k=1}^d (x_{i,k} - x_{j,k})^2} \quad (3.2)$$

Dimana  $X_{i,k}$  merupakan komponen ke- $k$  dalam koordinat  $x_i$  dari cahaya  $i$ , serta  $r_{ij}$  merupakan jarak antara  $i$  dan  $j$ . Gerakan  $x_i$  yang mendekati  $x_j$  direpresentasikan menggunakan rumus [14]:

$$x_i = x_i + \beta_0 e^{-\gamma r^2} (x_j - x_i) + \alpha \left( rand - \frac{1}{2} \right) \quad (3.3)$$

Dimana  $\alpha$  merupakan laju percepatan dan *rand* merupakan bilangan acak dalam rentang 0 sampai 1.  $x_i$  merupakan komponen dari *Firefly*  $i$  menuju ke *Firefly*  $j$  [14]. Pada penelitian ini  $x$  merupakan nilai bobot yang dimiliki oleh *Firefly*. Hasil akhir dari perhitungan dengan rumus-rumus diatas adalah perubahan bobot yang nantinya akan digunakan dalam proses *testing data*.

#### 3.5.1.2 Algoritma Backpropagation

*Backpropagation* merupakan algoritma yang menggunakan pola penyesuaian bobot untuk mencapai nilai *error* minimum antara *output* hasil klasifikasi dengan *output* yang nyata [18]. Pelatihan *Backpropagation* terdiri dari 3 tahapan yaitu, propagasi maju, propagasi mundur, dan perubahan bobot [19]. Tahap propagasi maju menggunakan fungsi aktivasi sigmoid biner. Tahapan pertama pada propagasi maju adalah inialisasi bobot, kemudian setiap unit *input* menerima sinyal dan meneruskan ke unit tersembunyi diatasnya, dan yang ketiga adalah melakukan perhitungan seluruh *output* di unit tersembunyi  $Z_j$  ( $j = 1, 2, \dots, p$ ) yang direpresentasikan menggunakan persamaan [19]:

$$z\_net_j = v_{j0} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ji} \quad (3.4)$$

$$z_j = (z_{net_j}) = \frac{1}{1+e^{-z_{net_j}}} \quad (3.5)$$

Kemudian langkah yang keempat pada propagasi maju adalah menghitung seluruh *output* neuron di unit  $y_k$  ( $k=1,2,\dots,p$ ) yang direpresentasikan menggunakan rumus berikut [10]:

$$y_{net_k} = w_{ko} + \sum_{j=1}^p w_{kj} \quad (3.6)$$

$$y_k = (y_{net_k}) = \frac{1}{1+e^{-y_{net_k}}} \quad (3.7)$$

Selanjutnya tahap kedua dari *Backpropagation* adalah propagasi mundur. Propagasi mundur juga memiliki tahapan penyelesaian yaitu melakukan perhitungan factor  $\delta$  unit output berdasarkan *error* pada setiap unit *output*  $y_k$  ( $k=1,2,\dots,m$ ) yang direpresentasikan menggunakan rumus [19]:

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{net_k}) = (t_k - y_k)y_k(1 - y_k) \quad (3.8)$$

Tahap kedua dari propagasi mundur adalah melakukan perhitungan suku perubahan bobot  $w_{jk}$  dengan laju percepatan  $\alpha$  yang direpresentasikan menggunakan rumus [19]:

$$\Delta w_{kj} \propto \delta_k z_j \quad (3.9)$$

Kemudian tahap ketiga dari propagasi mundur adalah melakukan perhitungan  $\delta$  unit tersembunyi berdasar pada *error* di setiap unit tersembunyi  $z_j$  ( $j=1, 2, \dots, p$ ) yang dapat direpresentasikan menggunakan rumus berikut [19]:

$$\delta_{net_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{kj} \quad (3.10)$$

Faktor  $\delta$  unit tersembunyi dapat direpresetasikan dengan rumus berikut [19]:

$$\delta_j = \delta_{net_j} f'(z_{net_j}) = \delta_{net_j} z_j(1 - z_j) \quad (3.11)$$

Kemudian tahap keempat dari propagasi mundur adalah melakukan perhitungan suku perubahan bobot  $v_{ji}$  (yang akan digunakan untuk merubah bobot  $v_{ji}$ ) yang dapat direpresentasikan menggunakan rumus berikut [19]:

$$\Delta v_{ji} \propto \delta_j x_i \quad (3.12)$$

Berikutnya adalah tahap perubahan bobot yang merupakan tahapan ketiga dari *Backpropagation*. Pada tahap perubahan bobot terdiri dari beberapa langkah penyelesaian. Langkah pertama adalah melakukan perhitungan seluruh perubahan bobot. Perubahan bobot yang menuju ke unit output direpresentasikan sebagai berikut dimana  $w_{kj}^+$  sebagai bobot baru yang menghubungkan *hidden layer* dengan *output layer* dan  $w_{kj}^-$  sebagai bobot lama yang menghubungkan *hidden layer* dengan *output layer* [19]:

$$w_{kj}^+ = w_{kj}^- + \Delta w_{kj} \quad (3.13)$$

Tahap kedua dari perubahan bobot adalah melakukan perubahan bobot garis yang menuju unit tersembunyi dapat direpresentasikan sebagai berikut dimana  $v_{ji}^+$  sebagai bobot baru yang menghubungkan *input layer* dengan *hidden layer* dan  $v_{ji}^-$  sebagai bobot lama yang menghubungkan *input layer* dengan *hidden layer* [19]:

$$v_{ji}^+ = v_{ji}^- + \Delta v_{ji} \quad (3.14)$$

Kemudian tahap terakhir dari perubahan bobot adalah melakukan testing untuk mengetahui apakah kondisi berhenti sudah terpenuhi [19].

### 3.5.2 Testing Data

Setelah mendapatkan bobot terbaik dari proses *training data* dengan algoritma *Firefly* dan *Backpropagation*, bobot tersebut akan digunakan untuk melakukan klasifikasi dengan *Multi Layer Perceptron* terhadap *data testing*.

### 3.6 Evaluasi

Evaluasi merupakan parameter yang dimanfaatkan untuk mengukur performa dari sistem yang telah dibangun. Evaluasi pada penelitian ini menggunakan *Confusion matrix* sebagai berikut:

**Tabel 3.1. Confusion matrix**

	Sistem	
	Prediksi Positif	Prediksi Negatif
<i>Real Positif</i>	TP	FN
<i>Real Negatif</i>	FP	TN

Dimana :

-TP (*True Positive*) memiliki makna bahwa sistem mengklasifikasi positif dan nilai kelas sesungguhnya juga positif.

-FP (*False Positive*) memiliki makna bahwa sistem mengklasifikasi positif namun nilai kelas sesungguhnya adalah negatif.

-TN (*True Negative*) memiliki makna bahwa sistem mengklasifikasi negatif dan nilai kelas sesungguhnya juga negatif.

-FN (*False Negative*) memiliki makna bahwa sistem mengklasifikasi negatif namun nilai kelas sesungguhnya adalah positif.

Hasil evaluasi performa dari sistem yang telah dibangun dihitung menggunakan *Confusion matrix* dengan rumus sebagai berikut [20]:

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (3.15)$$

## 4. Evaluasi

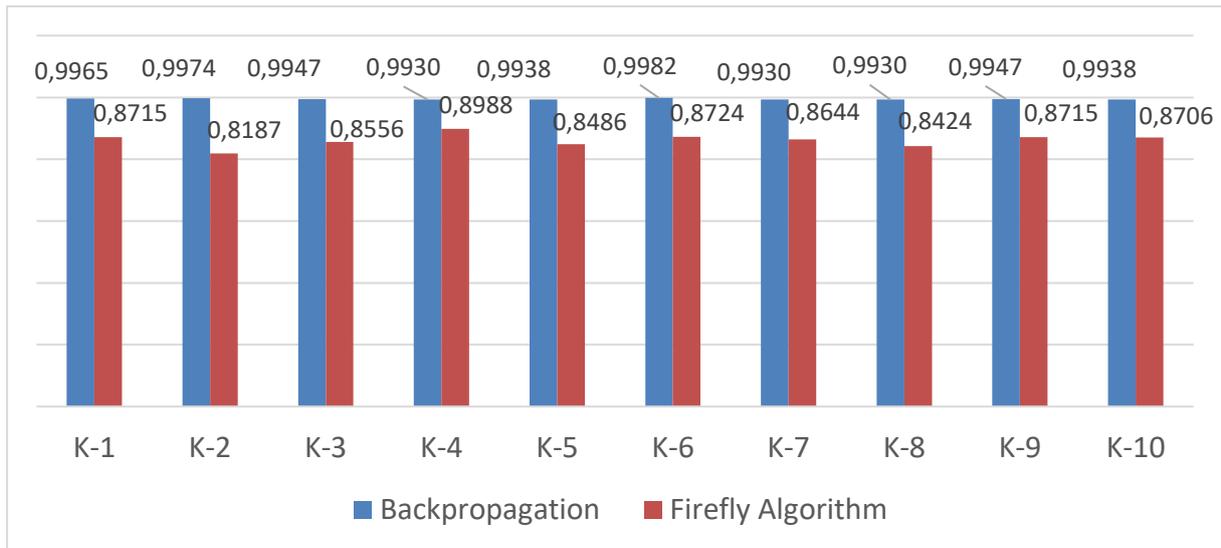
### 4.1 Skenario Pengujian

Skenario pengujian pada penelitian ini dijabarkan pada Tabel 4.2:

**Tabel 4.2 Skenario pengujian**

No.	Skenario	Tujuan
1.	Melakukan perbandingan performa algoritma <i>Backpropagation</i> dengan algoritma <i>Firefly</i> dalam menentukan kondisi organ jantung manusia yang mengalami gangguan <i>Premature Ventricular Contractions</i> menggunakan metode <i>Multi Layer Perceptron</i> dengan <b>Learning rate = 0.5</b>	Mengetahui algoritma terbaik diantara algoritma <i>Backpropagation</i> dan algoritma <i>Firefly</i> dalam menentukan kondisi organ jantung manusia yang mengalami gangguan <i>Premature Ventricular Contractions</i> menggunakan metode <i>Multi Layer Perceptron</i> .
2.	Melakukan perbandingan performa algoritma <i>Backpropagation</i> dengan algoritma <i>Firefly</i> dalam menentukan kondisi organ jantung manusia yang mengalami gangguan <i>Premature Ventricular Contractions</i> menggunakan metode <i>Multi Layer Perceptron</i> dengan <b>Learning rate = 0.05</b>	
3.	Melakukan perbandingan performa algoritma <i>Backpropagation</i> dengan algoritma <i>Firefly</i> dalam menentukan kondisi organ jantung manusia yang mengalami gangguan <i>Premature Ventricular Contractions</i> menggunakan metode <i>Multi Layer Perceptron</i> dengan <b>Learning rate = 0.005</b>	

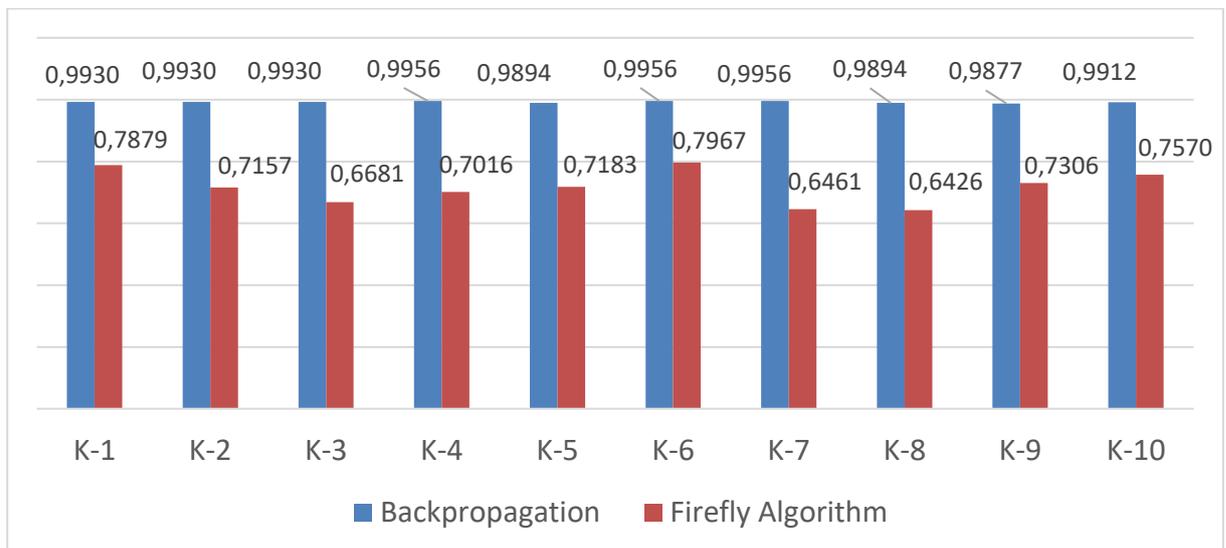
**4.2 Hasil dan Analisis Pengujian pada Skenario Pertama dengan *Learning Rate* sebesar 0.5**



**Gambar 4.1 Hasil Pengujian Skenario Pertama pada Masing-masing *K-fold***

Pada skenario pengujian pertama, dari grafik dapat terlihat bahwa *Backpropagation* selalu memberikan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan *Firefly Algorithm* pada setiap *k-fold*. Hasil akurasi tertinggi yang dicapai oleh *Backpropagation* adalah sebesar 99.82 %. Sedangkan, pada *Firefly Algorithm* didapatkan akurasi tertinggi sebesar 89.88 %.

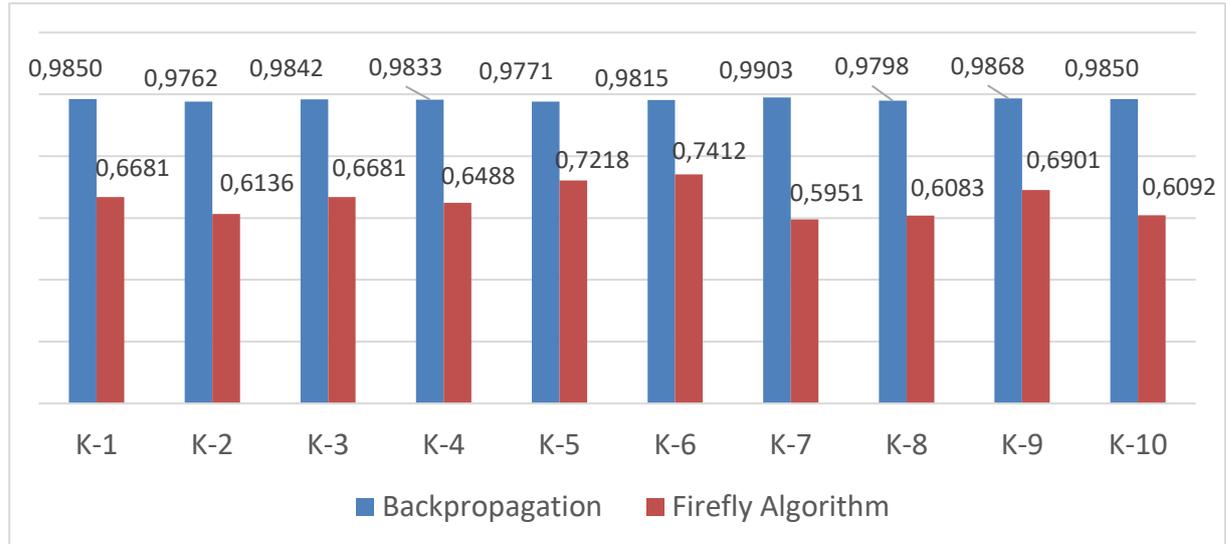
**4.3 Hasil dan Analisis Pengujian pada Skenario Kedua dengan *Learning Rate* sebesar 0.05**



**Gambar 4.2 Hasil Pengujian Skenario Kedua pada Masing-masing *K-fold***

Pada skenario pengujian kedua, dari grafik dapat terlihat bahwa *Backpropagation* selalu memberikan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan *Firefly Algorithm* pada setiap *k-fold*. Hasil akurasi tertinggi yang dicapai oleh *Backpropagation* adalah sebesar 99.56 %. Sedangkan, pada *Firefly Algorithm* didapatkan akurasi tertinggi sebesar 79.67 %.

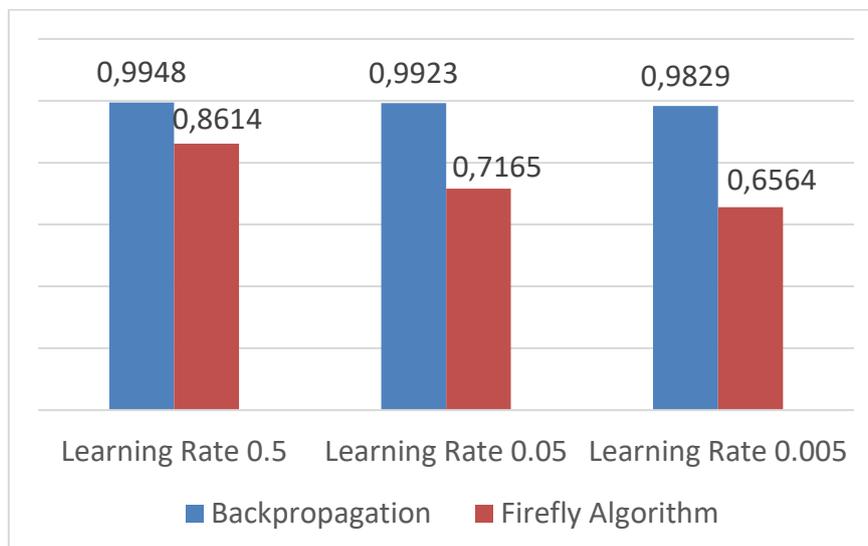
#### 4.4 Hasil dan Analisis Pengujian pada Skenario Ketiga dengan *Learning Rate* sebesar 0.005



**Gambar 4.3 Hasil Pengujian Skenario Ketiga pada Masing-masing *K-fold***

Pada skenario pengujian ketiga, dari grafik dapat terlihat bahwa *Backpropagation* selalu memberikan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan *Firefly Algorithm* pada setiap *k-fold*. Hasil akurasi tertinggi yang dicapai oleh *Backpropagation* adalah sebesar 99.03 %. Sedangkan, pada *Firefly Algorithm* didapatkan akurasi tertinggi sebesar 74.12 %.

#### 4.5 Hasil Rata-rata Seluruh Pengujian



**Gambar 4.4 Hasil Rata-rata Pengujian pada Seluruh Skenario**

Dari Gambar 4.4 dapat diketahui bahwa pada setiap skenario dengan berbagai nilai *Learning Rate*, *Backpropagation* selalu menghasilkan nilai akurasi yang lebih besar dibandingkan dengan *Firefly Algorithm*. Rata-rata hasil akurasi pada skenario pertama dengan *Learning Rate* sebesar 0.5 diperoleh nilai akurasi *Backpropagation* sebesar 99.48 % sedangkan, nilai akurasi *Firefly Algorithm* sebesar 86.14 %. Pada skenario kedua dengan *Learning Rate* sebesar 0.05 diperoleh rata-rata hasil akurasi *Backpropagation* sebesar 99.23 % sedangkan, nilai akurasi *Firefly Algorithm* sebesar 71.65 %. Skenario ketiga dengan *Learning Rate* sebesar 0.005 menunjukkan rata-rata hasil akurasi *Backpropagation* sebesar 98.29 % sedangkan, nilai akurasi *Firefly Algorithm* sebesar 65.64 %. Pada *Backpropagation* semakin besar nilai *Learning rate* maka, semakin besar pula hasil akurasi yang didapatkan. Begitu pula pada *Firefly Algorithm*, semakin besar nilai *Learning Rate*, semakin tinggi akurasi yang didapatkan.

## 5. Kesimpulan

Kesimpulan pada keseluruhan penelitian ini yaitu, penggunaan algoritma *Backpropagation* memberikan akurasi yang lebih baik (99.48 %) dibandingkan dengan *Firefly Algorithm* (86.14 %) dalam menentukan kondisi organ jantung manusia yang mengalami gangguan *Premature Ventricular Contractions* menggunakan metode *Multi Layer Perceptron*. Selisih rata-rata akurasi terbesar dari kedua metode tersebut adalah 13.34 %. Hal tersebut dikarenakan pada *Backpropagation*, perubahan bobot lebih sering dilakukan yaitu, dilakukan pada setiap data untuk menyempurnakan ketepatan klasifikasi dari setiap data tersebut. Sedangkan, pada *Firefly Algorithm* perubahan bobot dilakukan hanya sekali saja yaitu, pada saat pergerakan. Perubahan bobot tersebut dilakukan untuk menyempurnakan ketepatan klasifikasi untuk seluruh data. Maka, sistem yang telah dibangun dengan menggunakan metode *Multi Layer Perceptron* dengan algoritma *Backpropagation* dalam penelitian ini dapat digunakan untuk mengklasifikasi gangguan *Premature Ventricular Contractions* pada organ jantung manusia. Adapun beberapa saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah menambahkan bias pada arsitektur *Multi Layer Perceptron*, mencoba inisialisasi jumlah *epoch* dan *firefly* yang lebih besar pada *Firefly Algorithm* serta, menggunakan jenis algoritma *swarm intelligence* lainnya dalam menentukan bobot terbaik untuk melakukan klasifikasi menggunakan *Multi Layer Perceptron*.

**Daftar Pustaka**

- [1] D. Dr. dr. Basuni Radi, "PEDOMAN UJI LATIH JANTUNG :," 2016.
- [2] D. dr. S. H. RAMPENGAN, *Buku praktis kardiologi* .
- [3] Y. Kaya, "Classification of Premature Ventricular Contraction in ECG," vol. 6, no. 7, pp. 34–40, 2015.
- [4] Suyanto, *Artificial Intelligence*. 2017.
- [5] Violina. Sriyani, Erlen. Idris, M. Syahrul Mubarak. 2012. "Analisis dan Implementasi Firefly Algorithm (FA) dalam Multi layer Perceptron (MLP) untuk Pengenalan Karakter Numerik".
- [6] Triyono, Andri., Joko, Alb. Santoso., Pranowo. 2016. "Penerapan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Untuk Meramalkan Harga Saham (IHSB)". *Jurnal Sistem dan Informatika*. Vol. 11, No. 1.
- [7] Eko, Wahyu Susanto., Riana. Dwiza. 2016. "Komparasi Algoritma Neural Network, K-Nearest Neighbor Dan Naive Baiyes Untuk Memprediksi Pendonor Darah Potensial". *Journal Speed – Sentra Penelitian Engineering dan Edukasi – Volume 8 No 3*.
- [8] Priyanti, Evi. 2018. "Implementasi Neural Network Pada Prediksi Pendapatan Rumah Tangga". *Jurnal SWABUMI*. Vol: 6 No. 1.
- [9] Septian, Rokky.Suhartanto., Dewi, Candra., Muflikhah, Lailil. 2017. "Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation untuk Mendiagnosis Penyakit Kulit pada Anak". *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. Vol. 1, No. 7, Juni 2017, hlm. 555-562.
- [10] Jauhari, Daneswara., Himawan, Alfian., Dewi, Candra. 2016. "PREDIKSI DISTRIBUSI AIR PDAM MENGGUNAKAN METODE JARINGAN SYARAF TIRUAN BACKPROPAGATION DI PDAM KOTA MALANG". *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. Vol. 3, No. 2.
- [11] A. Jung, Y. Nam, and H. Lee, "Classification of Premature Ventricular Contraction using Error Back-Propagation," no. September, 2018.
- [12] R. Kohavi, "A Study of Cross-Validation and Bootstrap for Accuracy Estimation and Model Selection," vol. 5, 1995
- [13] Siang, Jong Jek. 2005. *Jaringan Syaraf Tiruan & Pemrogramannya menggunakan MATLAB*. Yogyakarta:ANDI Yogyakarta
- [14] X. Yang, "Firefly Algorithm : Recent Advances and Applications," pp. 1–14.
- [15] B. Filipowicz, "Firefly algorithm in optimization of queueing systems," vol. 60, no. 2, pp. 363–368, 2012.
- [16] X. Yang, "Firefly Algorithms for Multimodal Optimization," no. March 2010, 2014.
- [17] A. J. Umbarkar and B. U. T, "Performance evaluation of firefly algorithm with variation in sorting for non-linear benchmark problems," vol. 020032, no. June, 2017.
- [18] M.F. Andrijasa dan Mistianingsih. 2010. " Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksikan Jumlah Pengangguran di Provinsi Kalimantan Timur dengan Menggunakan Algoritma Pembelajaran Backpropagation". *Jurnal Informatika Mulawarman*. Volume 5 No. 1.
- [19] Lestari, Dwi Y. 2017. " Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Prediksi Penjualan Jamur Menggunakan Algoritma Backpropagation". Vol 2 No. 1.
- [20] Witten, I. H., & Frank, E. (n.d.). *Data Mining Practical Machine Learning Tools and Techniques*.