

Deteksi Aritmia Menggunakan Algoritma Deep Neural Network (Dnn) Pada Sinyal Elektrokardiogram

1st M.Fajar Zulvan Nugraha

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

fajazulvann@student.telkomuniversity
.ac.id

2nd Hilman Fauzi TSP

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

hilmanfauzitsp@telkomuniversity.ac.id

3rd Rita Magdalena

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

ritamagdarena@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Jantung merupakan organ vital manusia yang memiliki fungsi untuk memompa darah ke seluruh tubuh. Salah satu penyakit umum pada jantung yang terjadi pada manusia yaitu Aritmia. Aritmia jantung atau biasa dikenal dengan irama jantung abnormal adalah penyakit kelainan pola irama jantung. Aritmia menyebabkan jantung tidak mampu bekerja secara maksimal sehingga bisa menyebabkan sakit dan nyeri pada dada dikarenakan irama yang tidak menentu. Pada penelitian sebelumnya, deteksi Aritmia telah berhasil dilakukan dengan menggunakan metode klasifikasi ANN. Namun demikian, proses training data dengan metode ANN membutuhkan waktu yang lama. Untuk mengatasi hal tersebut, DNN dikenalkan sebagai salah satu metode klasifikasi yang menawarkan akurasi yang tinggi dengan waktu proses training yang lebih singkat. Pada penelitian ini dirancang suatu sistem deteksi Aritmia dengan menggunakan pengembangan algoritma Deep Neural Network (DNN) yang mendukung peningkatan akurasi klasifikasi Aritmia dengan mengklasifikasikan sinyal EKG. Pada penelitian ini menggunakan dataset dari DataHub.io dengan jumlah 444 data. Pada Tugas Akhir ini, dataset yang didapat dari DataHub.io dibagi kedalam dua kelas yaitu Aritmia dan Tidak Aritmia. Kemudian akan dilakukan beberapa skenario pengujian guna mencari hyperparameter terbaik. Validasi akurasi terbaik yang didapat sebesar 71,91% dan validasi loss sebesar 0.6647.

Kata kunci—Aritmia, Deep Neural Network (DNN), Elektrokardiogram (EKG)

I. PENDAHULUAN

Di zaman yang sudah serba modern seperti saat ini, teknologi banyak mengambil peran dalam hal perkembangan di dunia khususnya di bidang medis. Masyarakat pun mulai memikirkan bahwa kesehatan adalah suatu hal yang harus diperhatikan. Menurut World Health Organization (WHO) penyakit jantung menjadi penyakit penyebab kematian nomor 1 dunia dan di tahun 2016 diperkirakan orang yang meninggal akibat penyakit jantung mencapai 17,9 juta jiwa [1]. Jumlah penduduk di Indonesia yang mengalami penyakit jantung mencapai 20 juta atau sekitar 10% dari jumlah keseluruhan penduduk [2]. Salah satu jenis penyakit jantung

yaitu Aritmia. Aritmia ditandai dengan adanya pola irama jantung yang berdetak tidak normal [3]. Gejala-gejala aritmia jantung sangat bervariasi seperti berdebar-debar, nyeri dada saat beraktivitas, sesak nafas, dan mudah lelah [4]. Cara termudah untuk memantau kinerja detak jantung Aritmia seseorang adalah melalui sinyal EKG yang mampu membaca aktivitas yang dihasilkan oleh sistem kelistrikan jantung. Seorang ahli jantung menilai rekaman sinyal EKG dari bentuk gelombang, durasi, orientasi sinyal, dan irama sinyal [5]. Metode paling umum yang sering digunakan untuk mendeteksi Aritmia adalah dengan menggunakan metode Artificial Neural Network (ANN) [2], sedangkan penerapan metode Deep Neural Network (DNN) untuk mendeteksi Aritmia masih sedikit [6]. Perbedaan yang cukup mencolok antara ANN dan DNN adalah pada ANN setiap node nya terpisah satu sama lain sedangkan pada DNN node-node yang ada tersebut saling terhubung. Hal ini membuat DNN menjadi lebih hemat dalam daya komputasi training jika dibandingkan ANN.

Oleh karena itu, pemilihan algoritma klasifikasi yang tepat sangat penting untuk dilakukan. Oleh karena itu, pemilihan algoritma klasifikasi yang tepat sangat penting untuk dilakukan. Maka dari itu, penelitian ini mengusulkan Deep Neural Network (DNN) sebagai algoritma klasifikasi untuk mendeteksi dan menganalisis Aritmia dengan data sinyal EKG. Dari data yang diperoleh dianalisis bagaimana kinerja dari sistem deteksi ini bekerja. Beberapa penelitian medis yang menganalisis data sinyal EKG dengan menggunakan Deep Neural Network (DNN) juga telah mencapai hasil yang menjanjikan. Metode deteksi Aritmia yang menggunakan algoritma Deep Neural Network (DNN) ini nantinya diintegrasikan dengan data sinyal EKG yang diperoleh dari DataHub.io [2]. Adapun tujuan dari Tugas Akhir ini adalah merancang sistem deteksi Aritmia dengan menggunakan algoritma Deep Neural Network (DNN) serta menganalisis performansi sistem deteksi Aritmia, dan mencari komposisi ciri yang sesuai untuk sistem deteksi Aritmia dengan menggunakan algoritma Deep Neural Network (DNN).

II. KAJIAN TEORI

A. Aritmia

Aritmia jantung yang didefinisikan sebagai irama jantung yang tidak normal adalah masalah umum dalam kardiologi yang berpotensi mengancam jiwa seseorang. Sistem listrik jantung terdiri atas generator listrik alami yaitu nodus sinoatrial (SA) dan jaringan konduksi listrik dari atrium ke ventrikel yang menyebabkan gangguan pada pembentukan dan penjalaran impuls listrik irama jantung disebut aritmia [6]. Pada dasarnya penyakit aritmia terdiri dari dua kelompok besar, yaitu bradikardia yang ditandai dengan laju jantung yang terlalu lambat (kurang dari 60 kali permenit) dan takikardia yang ditandai dengan laju jantung terlalu cepat (lebih dari 100 kali permenit). Gejala-gejala aritmia jantung sangat bervariasi seperti berdebar-debar (palpitasi), nyeri dada saat beraktivitas, sesak nafas, mudah lelah, sinkop bahkan sampai gejala tromboemboli [8]. Tidak seluruh bagian rekaman EKG memiliki arti klinis dalam penafsirannya. Hanya bagian – bagian tertentu yang dipakai sebagai dasar penentuan suatu kondisi jantung. Puncak P disebabkan karena depolarisasi atrium. Q, R, dan S membentuk bersama – sama kompleks QRS, dan ini adalah hasil dari depolarisasi ventrikel. Setelah kompleks QRS, menyusul puncak T yang merupakan repolarisasi ventrikel [5]

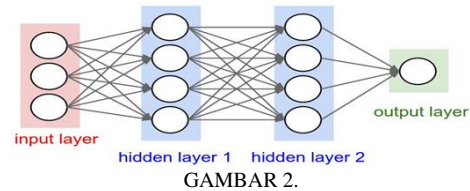
B. Elektrokardiogram

EKG merupakan salah satu sinyal biomedis yang paling dikenal dan paling sering digunakan dalam bidang kedokteran. Dalam definisi dasarnya, EKG adalah representasi listrik dari aktivitas kontraktile jantung, dan dapat direkam dengan cukup mudah dengan menggunakan elektroda permukaan pada tungkai atau dada pasien [2]. Elektrokardiogram dilakukan dengan memakai mesin pendeteksi impuls listrik jantung yang disebut Elektrokardiograf. Cara menggunakan sinyal EKG adalah dengan mengumpulkan informasi di 12 area jantung yang berbeda serta menempatkan 10 elektroda di dada atau anggota tubuh pasien. Secara garis besar, catatan rekaman sampel aktivitas jantung sinyal EKG bisa memakan durasi yang lama (beberapa jam atau hari) untuk mendeteksi dan menganalisis Aritmia. Oleh karena itu, sistem diagnosis berbantuan komputer (CAD) yang sepenuhnya otomatis dengan akurasi tinggi dapat menjadi solusi yang layak dan bahkan penting untuk membantu para ahli klinis selama proses analisis [10].

C. Deep Neural Network (DNN)

Deep Neural Networks adalah neural networks yang memiliki tingkat kompleksitas tertentu dan mempunyai lebih dari dua layers. Subset ini menggunakan mathematical modeling untuk memproses data melalui cara-cara kompleks. Belakangan ini, algoritma Deep Neural Network (DNN) menjadi fokus penelitian di berbagai bidang, termasuk medis dan kesehatan, yang mana identifikasi dini gangguan pada sinyal elektrokardiogram (EKG) sangat amat membantu untuk manajemen kesehatan. Untuk mendiagnosis Aritmia dari sinyal EKG yang direkam, perangkat CADs saat ini memanfaatkan DNN untuk mengurangi biaya pengawasan jantung yang konstan dan meningkatkan akurasi prediksi

[14]. Model arsitektur algoritma DNN dapat di lihat pada Gambar 2.



GAMBAR 2.
Model Arsitektur Algoritma DNN [14]

Algoritma DNN telah banyak digunakan dalam pengaplikasiannya, seperti Klasifikasi, Pemrosesan Bahasa hingga Pemahaman Citra. DNN mencoba untuk mengaplikasikan neural network yang menyusun otak manusia sehingga sistem tersebut memiliki banyak pilihan untuk mengerti dan memahami berbagai hal yang akan membuat keputusan mirip dengan manusia. Algoritma ini memiliki fungsi yang memetakan input ke output melalui urutan lapisan. Dapat dilihat pada Gambar 2.6, DNN memiliki 3 lapisan layer, diantaranya :

1. Input layer adalah layer awal yang terdiri dari beberapa neuron, pada penelitian ini sesuai dengan banyaknya parameter pada dataset. Input layer adalah tempat masuknya data kedalam system yang selanjutnya diproses oleh neuron yang ada di layer selanjutnya.
2. Hidden layer adalah layer tersembunyi yang terdiri dari beberapa neuron yang menerima data dari layer sebelumnya, di mana data diproses untuk menghasilkan output neuron melalui activation function.
3. Output layer adalah layer akhir yang terdiri dari neuron untuk menerima data dari layer sebelumnya, yang akan menghasilkan output system. DNN membaca input dan menghitung jumlah input yang dibobotkan dan ditambahkan dengan bias. Perhitungan ini dicontohkan dalam bentuk fungsi 1. sebagai berikut

$$dot_j = \sum_i w_{ji} x_i + b_j$$

$$h_j = \sigma(dot_j) = \max(0, dot_j) \quad (1)$$

Dimana i adalah node pada input layer, j adalah node pada hidden layer, n adalah jumlah neuron pada masing-masing lapisan, adalah nilai weight pada masing-masing koneksi antar neuron, adalah nilai input dari masing-masing neuron atau nilai terusan dari neuron sebelumnya, b adalah bias pada masing-masing neuron, sedangkan h adalah output dari node pada hidden layer. Dalam hal ini, input akan diteruskan dengan fungsi 2.1 menuju layer-layer selanjutnya yaitu hidden layer hingga output layer yang selanjutnya hasil prediksi output akan dibandingkan dengan target sehingga akan menghasilkan nilai error dari suatu output. Nilai error tersebutlah yang digunakan untuk mengukur seberapa akurat performa dari algoritma Deep Neural Network yang dibangun dalam melakukan prediksi terhadap target.

III. METODE

Penelitian ini dirancang untuk mengetahui bahwasanya seseorang dapat dikategorikan mengalami Aritmia atau tidak Aritmia, dapat dilihat pada Gambar 3. Perancangan sistem secara lengkap pada penelitian ini, diilustrasikan pada blok diagram sistem yang ditunjukkan.

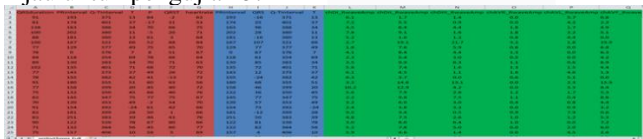


GAMBAR 3.
Blok Diagram Sistem

Pada penelitian Tugas Akhir ini menggunakan algoritma Deep Neural Network (DNN) sebagai klasifikasi untuk mendeteksi Aritmia. Langkah pertama yaitu menginput data. Data yang diinput merupakan dataset yang telah didapat dari DataHub.io, yang selanjutnya sudah berbentuk tabel dan tersimpan dalam file "csv.". Setelah data berhasil diinput, maka selanjutnya akan dilakukan tahap pre-processing. Tahap ini merupakan tahap yang cukup menentukan untuk keberhasilan sistem karena data yang sebelumnya telah dimasukkan kemudian diproses dalam beberapa tahapan dengan tujuan agar mendapatkan data yang terbaik untuk dapat diproses dengan baik pada tahap selanjutnya. Tahap selanjutnya yaitu klasifikasi yang mana pada proses ini terjadi pengenalan objek untuk diklasifikasi menjadi dua kelas yang telah ditentukan yaitu Aritmia dan tidak Aritmia.

A. Akuisisi Data

Pada Tugas Akhir ini, data yang diambil dari web tersebut memiliki data penderita Aritmia dan tidak Aritmia yang nantinya akan digunakan pada penelitian ini. Data tersebut sudah dalam format tabel. Selanjutnya hasil rekaman data disimpan dalam format "csv". Dataset ini terbagi menjadi dua kelompok, data training dan data testing, yang mana 80% nya adalah data training dan sisa 20% nya data testing. Dapat dilihat pada Gambar 3.2 terdapat 3 label warna yang terdiri dari merah, biru, dan hijau. Warna merah untuk data pengujian 1, Warna biru untuk pengujian 2, sedangkan warna hijau untuk pengujian 3.



GAMBAR 3.1
Visualisasi Dataset "csv."

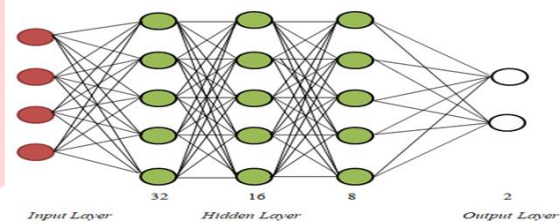
B. Pre-Processing

Pre-Processing merupakan proses awal dimana sebelum data dimasukkan ke sistem. Proses ini dilakukan dengan tujuan supaya meningkatkan dan memperbaiki kualitas data agar data tersebut dapat mengembangkan dan menjalankan performansi sistem. Apabila suatu data yang akan dipakai tidak dilakukan Pre-Processing, maka yang terjadi pada tahap selanjutnya adalah akan sulit untuk mengolah data tersebut sehingga tidak dapat membuahkan hasil yang maksimal. Adapun fokus yang akan digunakan pada Pre-Processing penelitian ini yaitu: Drop Data, Drop Kolom, lalu selanjutnya Mengubah Dataset menjadi binary classification. Tujuan dilakukannya drop data yaitu menghilangkan data yang memiliki nilai null, lalu kemudian untuk drop kolom bertujuan untuk menghilangkan kolom yang tidak dibutuhkan, dan terakhir untuk mengubah class dataset menjadi binary classification yaitu mengubah sebuah kategori menjadi 0 dan 1, dengan 0 sebagai tanda untuk orang yang tidak terjangkit Aritmia dan 1 menandakan sebagai orang yang terkena Aritmia. Kemudian setelah hasil yang didapat pada Pre-Processing dari 453 data, setelah dilakukan

drop data, drop kolom dan mengubah data menjadi binary classification hanya 444 data saja yang bisa digunakan karena data lainnya bernilai null dan tidak dapat digunakan.

C. Klasifikasi dan Rancangan Struktur DNN

Pada penelitian Tugas Akhir ini menggunakan algoritma Deep Neural Network karena dianggap efektif untuk mendeteksi ritme yang berbeda dari dataset EKG. Penelitian ini juga memakai metode Deep Learning yang menggunakan kombinasi lapisan data yang berbeda. Untuk konfigurasi DNN pada penelitian ini memakai DNN satu dimensi (1D-CNN) karena struktur satu dimensi dari sinyal EKG[15]. Model DNN satu dimensi memiliki kemampuan yang sangat baik untuk mempelajari perbedaan fitur dari input mentah saat menerapkan konvolusi 1D. Model DNN satu dimensi lebih fleksibel dibandingkan dengan model yang lainnya[14].



GAMBAR 3.1
Ilustrasi Arsitektur Rancangan Model DNN [13]

Arsitektur Rancangan Model DNN dapat dilihat pada gambar 3.3. Bisa diamati arsitektur tersebut terdiri dari input layer, hidden layer, dan output layer. Pada bagian input layer memiliki neuron berjumlah n data. Data tersebut merupakan inputan data yang sebelumnya telah di pre-processing. Di bagian hidden layer mempunyai tiga hidden layer. Pada hidden layer pertama mempunyai 32 jumlah neuron, hidden layer kedua mempunyai 16 jumlah neuron, dan untuk hidden layer yang ketiga mempunyai 8 jumlah neuron. Untuk mencari tahu konfigurasi arsitektur yang memberikan performa maksimal, digunakanlah architecture ablation dimana kita mencoba mengganti-ganti bagian (layer/neuron) neural network[16]. Parameter yang digunakan di setiap hidden layer dengan menggunakan fungsi aktivasi yaitu Rectified Linear Unit (ReLU). Di hidden layer juga dilakukan proses dropout layer untuk mengantisipasi masalah overfitting. Selanjutnya pada bagian output layer mempunyai neuron yang berjumlah 2 kelas yaitu dengan klasifikasi aritmia dan tidak aritmia. Pada penelitian Tugas Akhir ini, output atau hasil yang ingin dicapai yaitu aritmia dan tidak aritmia pada model DNN ini. Oleh karena itu, digunakanlah binary_crossentropy untuk loss function pada proses learning dan fungsi aktivasi yaitu sigmoid pada bagian output layer karena terdapat 2 jumlah kelas.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang telah didapatkan pada pengujian Tugas Akhir ini memiliki nilai akurasi yang tidak berbeda jauh di setiap pengujian *hyperparameter*. Pengujian ini mendapatkan nilai akurasi tertinggi sebesar 71,91%. Maka dengan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem deteksi ini sudah baik namun belum optimal untuk merancang dan mengklasifikasikan penyakit aritmia ke dalam dua kelas yaitu Aritmia dan Tidak Aritmia. Pada pengujian ini mendapatkan

skenario terbaik dengan menggunakan *hyperparameter epoch* 100 dan 500, *learning rate* 0,01, 0,001, dan 0,0001, *batch size* 32, 64, dan 128 dengan menggunakan *optimizer adam*.

REFERENSI

- [1] A. Isin and S. Ozdalili, "Cardiac arrhythmia detection using deep learning," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 120, pp. 268–275, 2017, doi: 10.1016/j.procs.2017.11.238.
- [2] A. N. O. Sebayang, "Potensi Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan dalam Deteksi Dini Aritmia Jantung," *J. Ilm. Mhs. Kedokt. Indones.*, vol. 5, no. 2, pp. 55–62, 2018.
- [3] A. W. Setiawan, R. A. Djohan, and F. I. Tawakal, "Deteksi Aritmia Menggunakan Sinyal EKG dengan Metoda Deteksi Puncak-R," *Seniati*, vol. 5, pp. 123–128, 2019.
- [4] D. R. Oktaviani and M. Habiburrohman, "Analisis Kelainan Jantung Menggunakan Dimensi Fraktal Dan Transformasi Wavelet," *J. Ilm. Mat. Dan Terap.*, vol. 17, no. 2, pp. 230–237, 2020, doi: 10.22487/2540766x.2020.v17.i2.15315.
- [5] D. K. Atal and M. Singh, "Arrhythmia Classification with ECG signals based on the Optimization-Enabled Deep Convolutional Neural Network," *Comput. Methods Programs Biomed.*, vol. 196, 2020, doi: 10.1016/j.cmpb.2020.105607.
- [6] D. Gupta, B. Bajpai, G. Dhiman, M. Soni, S. Gomathi, and D. Mane, "Review of ECG arrhythmia classification using deep neural network," *Mater. Today Proc.*, no. xxxx, 2021, doi: 10.1016/j.matpr.2021.05.249.
- [7] E. S. Mtsweni *et al.*, "No Title," *Eng. Constr. Archit. Manag.*, vol. 25, no. 1, pp. 1–9, 2020.
- [8] H. Shi, C. Qin, D. Xiao, L. Zhao, and C. Liu, "Automated heartbeat classification based on deep neural network with multiple input layers," *Knowledge-Based Syst.*, vol. 188, no. xxxx, 2020, doi: 10.1016/j.knosys.2019.105036.
- [9] H. A. Guvenir, B. Acar, G. Demiroz and A. Cekin, "A supervised machine learning algorithm for arrhythmia analysis," *Computers in Cardiology 1997*, Lund, Sweden, 1997, pp. 433-436, doi: 10.1109/CIC.1997.647926.
- [10] I. R. Haryosuprobo, Y. Soegiarto, and F. Suryadi, "Ekstraksi Ciri Sinyal EKG Aritmia Menggunakan Gelombang Singkat Diskrit," *Techné J. Ilm. Elektrotek.*, vol. 15, no. 02, pp. 149–164, 2016, doi: 10.31358/techne.v15i02.151.
- [11] J. C. Bean, "Arsitektur Neural Network," *B. Archit. Neural Netw.*, 2019.
- [12] L. Irawati, "Aktifitas Listrik pada Otot Jantung," *J. Kesehat. Andalas*, vol. 4, no. 2, pp. 596–599, 2015, doi: 10.25077/jka.v4i2.306.
- [13] M. A. Saputro, E. R. Widasari, and H. Fitriyah, "Implementasi Sistem Monitoring Detak Jantung dan Suhu Tubuh Manusia Secara Wireless," *Pengemb. Teknol. Inf. Dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 2, pp. 148–156, 2017.