

**PENERAPAN MODEL *CONVOLUTION NEURAL NETWORK* (CNN)
UNTUK MENGENALI POLA *BEAT* EKG**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Matematika**



Oleh

**ANNISA NUR FAUZA
NIM. 08011281520094**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
JULI 2019**

Lembar Pengesahan

PENERAPAN MODEL *CONVOLUTION NEURAL NETWORK* (CNN) UNTUK
MENGENALI POLA *BEAT* EKG

SKRIPSI
Bidang Studi Matematika

Oleh

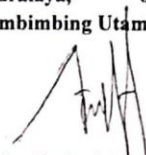
ANNISA NUR FAUZA
NIM 08011281520094

Pembimbing Pembantu



Sri Indra Maivanti, M.Si
NIP. 19720704 200003 2 001

Indralaya, Juli 2019
Pembimbing Utama



Anita Desiani, M. Kom
NIP. 19771221 200312 2 002

Mengetahui
Ketua Jurusan Matematika



Drs. Sugandi Yehdin, M.M.
NIP. 19580727 198603 1 003

LEMBAR PERSEMBAHAN

Motto

“Sesungguhnya Allah tidak merubah keadaan suatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.”

(QS. Ar Ra’d: 11)

*“Jika kamu tidak sanggup menahan lelahnya belajar,
maka kamu harus sanggup menahan perihnya kebodohan.”*

-Imam Syafi’i-

Skripsi ini kupersembahkan kepada :

1. Allah SWT
2. Kedua Orang Tuaku
3. Keluarga Besarku
4. Semua Dosen dan Guruku
5. Sahabat-sahabatku
6. Almamaterku

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji dan syukur penulis haturkan kehadirat Allah SWT atas segala karunia, rahmat, dan kasih sayang-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**PENERAPAN MODEL *CONVOLUTION NEURAL NETWORK* (CNN) UNTUK MENGENALI POLA *BEAT EKG*”** dengan baik. Shalawat serta salam penulis ucapkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, dan semua pengikutnya hingga akhir zaman.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini bukanlah akhir dari proses pembelajaran, melainkan awal dari proses belajar selanjutnya.

Selama masa perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini, penulis mendapatkan bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tak terhingga dan penghargaan kepada:

1. Keluarga besar yang telah memberikan dukungan berharga berupa cinta, kasih sayang, didikan, nasihat, motivasi, do'a, serta material yang tak pernah henti diberikan kepada penulis.
2. Ibu Anita Desiani, M.Kom. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, pikiran, saran, kesabaran, dan motivasi yang sangat berarti dalam membimbing penulis menyelesaikan skripsi ini.

3. Ibu Sri Indra Maiyanti, M.Si sebagai Dosen Pembimbing Kedua dan selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan waktu, pikiran, saran, kesabaran, dan motivasi yang sangat berarti dalam membimbing penulis menyelesaikan skripsi ini.
4. Seluruh Dosen di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Universitas Sriwijaya atas ilmunya kepada penulis.
5. Pak Iwan dan Ibu Hamida selaku Staf di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Universitas Sriwijaya yang telah membantu penulis dalam administrasi.
6. Teman-teman satu angkatan 2015, kakak-kakak tingkat angkatan 2014, dan adik-adik tingkat angkatan 2016.
7. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan, do'a, serta semangat dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga segala kebaikan yang diberikan mendapat balasan dari Allah SWT.

Penulis mengharapkan semoga skripsi ini dapat menambah pengetahuan dan bermanfaat bagi mahasiswa/mahasiswi Jurusan Matematika FMIPA UNSRI

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Inderalaya, Juli 2019

Penulis

**THE APPLICATION OF CONVOLUTION NEURAL NETWORK (CNN)
ODEL TO RECOGNIZE THE ECG BEAT PATTERNS**

By:

**Annisa Nur Fauza
08011281520094**

ABSTRACT

Data on arrhythmia patients in the form of ECGs have large amounts of data. The data can be used to find out arrhythmias by recognizing normal and abnormal beat patterns. ECG data from 47 arrhythmia patients in the MIT-BIH Arrhythmia Database had a duration of 30 minutes for each patient or 650,000 signal points. The results of beat segmentation were 109,452 beats with 252 signal lengths. The algorithm used for normal and abnormal beat pattern recognition is CNN. CNN is commonly used for data in large dimensions. This study uses the percentage split method with a percentage of 33% which means 73,332 for training data and 36,120 for test data. The results of the accuracy obtained were 97.24%. Precision for normal and abnormal beat labels is 98.69% and 90.57%. *Recall* for normal and abnormal labels is 97.97% and 93.75%. It can be concluded that the application of the CNN model is very good for EKG beat pattern recognition.

Key Words : *Electrocardiogram, Arrhythmia, Beat, Convolution Neural Networks*

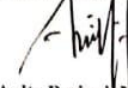
Pembimbing Pembantu



Sri Indra Maiyanti, M.Si
NIP. 19720704 200003 2 001

Indralaya, Juli 2019

Pembimbing Utama



Anita Desiani N. Kom
NIP. 19771221 200312 2 002

Mengetahui
Ketua Jurusan Matematika



Drs. Sugandi Yabidin, M.M.
NIP. 19580727 198603 1 003

**PENERAPAN MODEL CONVOLUTION NEURAL NETWORK (CNN)
UNTUK MENGENALI POLA BEAT EKG**

Oleh:

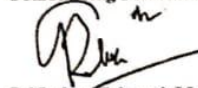
Annisa Nur Fauza
08011281520094

ABSTRAK

Data pasien aritmia yang berupa EKG memiliki data dalam jumlah yang besar. Data tersebut dapat digunakan untuk mengetahui aritmia dengan cara mengenali pola *beat* normal dan tidak normal. Data EKG dari 47 pasien aritmia dalam MIT-BIH *Arrhythmia Database* memiliki durasi data masing-masing pasien selama 30 menit atau 650.000 titik sinyal. Hasil segmentasi *beat* berjumlah 109.452 *beat* dengan 252 panjang sinyal. Algoritma yang digunakan untuk pengenalan pola *beat* normal dan tidak normal yaitu CNN. CNN biasa digunakan untuk data dalam dimensi yang besar. Penelitian ini menggunakan metode *percentage split* dengan persentase 33% artinya 73.332 untuk data latih dan 36.120 untuk data uji. Hasil akurasi yang diperoleh sebesar 97,24%. Presisi untuk label *beat* normal dan tidak normal sebesar 98,69% dan 90,57%. *Recall* untuk label normal dan tidak normal sebesar 97,97% dan 93,75%. Dapat disimpulkan bahwa penerapan model CNN sangat baik untuk pengenalan pola *beat* EKG.

Kata Kunci : *Elektrokardiogram, Aritmia, Beat, Convolution Neural Networks*

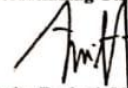
Pembimbing Pembantu



Sri Indra Maivanti, M.Si
NIP. 19720704 200003 2 001

Indralaya, Juli 2019

Pembimbing Utama



Anita Desiani, M. Kom
NIP. 19771221 200312 2 002

Mengetahui
Ketua Jurusan Matematika



Drs. Sugandi Yandim, M.M.
NIP. 19580727 198603 1 003

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRACT	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Pembatasan Masalah	3
1.4. Tujuan	3
1.5. Manfaat	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 EKG	4
2.2 MIT-BIH <i>Arrhythmia Database</i>	5
2.2.1 Segmentasi <i>Beat</i>	5
2.3 Machine Learning	7
2.4 Jaringan Saraf Tiruan	8
2.3.1 Fungsi Aktivasi	9
2.5 <i>Convolution Neural Network</i>	10
2.4.1 Lapisan Konvolusi	11
2.4.2 Lapisan <i>Fully Connected</i>	12
2.4.2 Algoritma CNN	13
2.6 Teknik Pengujian	14
2.7 <i>Confusion Matrix</i>	15

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat	18
3.2. Waktu	18
3.3 Alat.....	18

3.3. Metode Penelitian	18
------------------------------	----

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Data	21
4.1.1 Titik Sinyal.....	22
4.1.2 Titik R	23
4.1.3 Simbol	23
4.2 <i>Pre-processing</i> Data	24
4.2.1 Segmentasi <i>Beat</i>	24
4.3 Implementasi model CNN	28
4.3.1 Pembuatan model	29
4.3.2 Pengujian	39
4.3.3 Analisa hasil dan kesimpulan	41

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	43
5.2. Saran	43

DAFTAR PUSTAKA	44
-----------------------------	-----------

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Confusion Matrix	15
Tabel 2.2 Kategori Nilai Akurasi	16
Tabel 4.1 Kode Pasien	21
Tabel 4.2 Titik Sinyal	22
Tabel 4.3 Titik R Pasien 100	23
Tabel 4.4 Titik R Pasien 101	23
Tabel 4.5 Anotasi <i>beat</i> di MIT-BIH <i>Arrhythmia Database</i>	23
Tabel 4.6 Non-anotasi <i>beat</i> di MIT-BIH <i>Arrhythmia Database</i>	24
Tabel 4.7 Simbol Pasien 119	25
Tabel 4.8 Contoh Hasil Segmentasi Satu <i>Beat</i>	26
Tabel 4.9 Titik mulai dan titik akhir pasien 100	26
Tabel 4.10 Jumlah <i>beat</i> seluruh pasien	27
Tabel 4.11 Kelas	28
Tabel 4.12 <i>One Hot Encoding</i>	28
Tabel 4.13 Lapisan Konvolusi Pertama	32
Tabel 4.14 Lapisan Konvolusi Kedua	33
Tabel 4.15 Lapisan Konvolusi Ketiga	34
Tabel 4.16 Lapisan FC Pertama	35
Tabel 4.17 Lapisan FC Kedua	36
Tabel 4.18 Hasil pegujian confusion matrix	39
Tabel 4.19 Analisa dan Hasil Kesimpulan	41

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Contoh sinyal EKG	4
Gambar 2.2 Struktur JST	8
Gambar 4.1 Arsitektur Jaringan CNN.....	29
Gambar 4.2 Ilustrasi Proses Konvolusi.....	30
Gambar 4.3 Hasil Akurasi Model CNN dengan epoch = 5	43

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyakit jantung merupakan penyebab kematian nomor satu dimana setiap tahun orang meninggal akibat penyakit jantung lebih banyak dibandingkan dengan penyakit lain (WHO, 2017). Secara umum, penyakit jantung dibagi menjadi 3 kelas yaitu *electrical* (aritmia), *circulatory* (gangguan pembuluh darah), dan struktur (penyakit pada otot jantung) (Acharya et al., 2017). Penelitian yang dilakukan berkonsentrasi pada aritmia. Aritmia merupakan kondisi jantung berdetak lebih cepat, lebih lambat, atau menjadi tidak teratur (Cahya et al., 2018).

Diagnosis aritmia dapat diprediksi menggunakan elektrokardiogram (EKG) (Acharya et al., 2017). EKG merupakan sinyal yang menggambarkan aktivitas listrik yang dilakukan oleh jantung (Ramadhan et al., 2018). EKG dihasilkan dari ritme jantung yang kontinu (Arifin et al., 2011). Ritme terdiri dari kumpulan dari beberapa *beat* dimana satu *beat* mempunyai durasi selama 0,7 detik dengan 252 titik sinyal (Qin et al., 2017).

Hasil dari EKG dicetak dalam bentuk kertas EKG (Joshi et al., 2014). Kertas EKG merupakan kertas grafik yang terdiri dari kotak-kotak kecil dan besar yang diukur dalam millimeter (Dharma, 2009). Kertas EKG dapat mengalami masalah penguapan tinta, kertas kabur, kertas terlipat maupun kertas sobek (Patil and Karandikar, 2017). Masalah tersebut dapat membuat interpretasi EKG untuk diagnosis aritmia tidak akurat.

Cara lain untuk menginterpretasikan hasil EKG dapat menggunakan bantuan Machine Learning (ML) (Cahya et al., 2017). ML merupakan kecerdasan buatan yang bertujuan untuk mengoptimalkan performa dari suatu sistem dengan mempelajari data sampel atau data histori (Alpaydin, 2010). Menurut Mohri et al. (2018) ML dapat didefinisikan sebagai metode komputasi berdasarkan pengalaman untuk meningkatkan performa atau membuat prediksi yang akurat. Pengalaman yang dimaksud adalah informasi sebelumnya yang telah tersedia dan bisa dijadikan data pembelajar.

Database yang menyediakan data EKG yaitu MIT-BIH *Arrhythmia Database* pada laman www.physionet.org. Database tersebut menyediakan data EKG pasien aritmia berjumlah 47 orang dengan durasi sinyal selama 30 menit atau titik sinyal berjumlah 650.000. Setiap titik puncak R masing-masing terdapat satu simbol berupa anotasi *beat* atau non-anotasi *beat*. Anotasi *beat* tersebut dikelompokkan menjadi 2 kelompok besar yaitu label *beat* normal dan tidak normal (MIT-BIH *Arrhythmia Database*).

Convolution Neural Networks (CNN) merupakan salah satu metode ML dari pengembangan Jaringan Saraf Tiruan (Faust et al., 2018). CNN terdiri dari lapisan input, satu atau lebih lapisan konvolusi dan satu atau lebih lapisan *fully connected* (FC) dan lapisan output (Yildirim et al., 2018). CNN sangat cocok untuk klasifikasi gambar, pengenalan objek, pengenalan tulisan tangan maupun pengenalan sinyal (Zubair et al., 2016). Dengan melihat kelebihan CNN tersebut maka pada penelitian ini dilakukan penerapan model CNN untuk pengenalan pola *beat* dari data EKG di MIT-BIH *Arrhythmia Database*.

1.2 Perumusan Masalah

Bagaimana menerapkan model CNN untuk pengenalan pola *beat* EKG?

1.3 Pembatasan Masalah

Beberapa pembatasan masalah pada penelitian ini :

1. Penelitian yang dilakukan hanya pengenalan pola *beat* EKG.
2. Arsitektur jaringan model CNN yang digunakan yaitu 3 lapisan konvolusi dan 2 lapisan FC.
3. Metode yang dipilih untuk membagi data latih dan data uji yaitu *percentage split*.

1.4 Tujuan

Tujuan yang dicapai dalam penelitian ini adalah menerapkan model CNN untuk pengenalan pola *beat* EKG dengan mengukur tingkat akurasi.

1.5 Manfaat

Manfaat dari hasil penelitian ini :

1. Mendapatkan model CNN untuk mengenali pola *beat* EKG yang masuk dalam klasifikasi *beat* normal dan tidak normal.
2. Dapat digunakan sebagai referensi bagi pihak yang membutuhkan informasi mengenai penerapan model CNN.

DAFTAR PUSTAKA

- Acharya, U. R., Oh, S. L., Hagiwara, Y., Tan, J. H., Adam, M., Gertych, A., & Tan, R. S. (2017). A Deep Convolutional Neural Network Model To Classify Heartbeats. *Computers in Biology and Medicine*, 89(August), 389–396.
- Alpaydin, E. (2010). *Introduction to Machine Learning*. Cambridge: The MIT Press.
- Arifin, Ramadijanti, N., Rochmad, M., & Basofi, A. (2011). *Pengenalan Ritme Elektrokardiogram Dalam Mendeteksi Kelainan Jantung*. Surabaya.
- Artis, S. G., Mark, R. G., & Moody, G. B. (1992). Detection of Atrial Fibrillation Using Artificial Neural Networks.
- Cahya, R. A., Dewi, C., & Rahayudi, B. (2018). Klasifikasi Aritmia Dari Hasil Elektrokardiogram Menggunakan Support Vector Machine Dengan Seleksi Fitur Menggunakan Algoritma Genetika. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (JPTIIK) Universitas Brawijaya*, 2(3), 1170–1178.
- Dharma, S. (2009). *Sistematika Interpretasi EKG*. Jakarta: EGC.
- Faust, O., Hagiwara, Y., Hong, T. J., Lih, O. S., & Acharya, U. R. (2018). Deep learning for healthcare applications based on physiological signals: A review. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 161, 1–13.
- Fawcett, T. (2006). An introduction to ROC analysis. *Pattern Recognition Letters*, 27(8), 861–874.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.
- Joshi, A. K., Tomar, A., & Tomar, M. (2014). A Review Paper on Analysis of Electrocardiograph (ECG) Signal for the Detection of Arrhythmia Abnormalities. *International Journal of Advanced Research in Electrical*

Electronics and Instrumentation Engineering, 3(10), 12466–12475.

MIT-BIH Arrhythmia Database. www.physionet.org

Mohri, M., Rostamizadeh, A., & Talwalkar, A. (2018). *Foundations of Machine Learning*. Cambridge: The MIT Press.

Moody, G. B., & Mark, R. G. (2001). The impact of the MIT-BIH arrhythmia database. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, 20(3), 45–50.

Nurhikmat, T. (2018). *Implementasi Deep Learning untuk Image Classification Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network (CNN) Pada Citra Wayang Golek*. Universitas Islam Indonesia.

Paramita, M., & Rosely, E. (2015). Prediksi Nilai Proyek Akhir Mahasiswa menggunakan Algoritma Klasifikasi Data Mining. In *Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia*.

Patil, R., & Karandikar, R. G. (2017). Robust Algorithm For Digitization Of Degraded Electrocardiogram Paper Records. *ICTACT Journal on Communication Technology*, 08(03), 1604–1609.

Purnamasari, R., Hadiyoso, S., Rohmah, Y. S., & Ramdani, A. Z. (2013). *Perhitungan Denyut Jantung Berdasarkan Sinyal Ekg Berbasis Fpga*.

Qin, Q., Li, J., Zhang, L., Yue, Y., & Liu, C. (2017). Combining Low-dimensional Wavelet Features and Support Vector Machine for Arrhythmia Beat Classification. *Scientific Reports*, (April), 1–12.

Ramadhan, G. T., Adiwijaya, & Utama, D. (2018). Klasifikasi Penyakit Aritmia Melalui Sinyal Elektrokardiogram (EKG) Menggunakan Metode Local Features dan Support Vector Machine. *E-Proceeding of Engineering*, 5(1), 1787–1792.

Savalia, S., & Emamian, V. (2018). Cardiac Arrhythmia Classification by Multi-

Layer Perceptron and Convolution Neural Networks. *Bioengineering*, 5(2), 35.

Sugiarto, W., Kristian, Y., & Setyaningsih, E. R. (2017). Estimasi Arah Tatapan Mata Dengan Menggunakan Average Pooling Convolutional Neural Network. *Dinamika Teknologi*, 9(2), 62–68.

World Health Organization. (2017). *Cardiovascular Diseases (CVDs)*. Diakses dari <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/en/>

Yıldırım, Ö., Pławiak, P., Tan, R. S., & Acharya, U. R. (2018). Arrhythmia detection using deep convolutional neural network with long duration ECG signals. *Computers in Biology and Medicine*, 102, 411–420. <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2018.09.009>

Zhang, Z. (2016). *Derivation of Backpropagation in Convolutional Neural Network (CNN)*. Knoxville.

Zubair, M., Kim, J., & Yoon, C. (2016). An automated ECG beat classification system using convolutional neural networks. In *6th International Conference on IT Convergence and Security, ICITCS 2016*. <https://doi.org/10.1109/ICITCS.2016.7740310>